

Veterinární univerzita Brno

FAKULTA VETERINÁRNÍ HYGIENY A EKOLOGIE

**Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu
Státní veterinární správa ČR**

pořádají konferenci

Hygiena a technologie potravin LIV. Lenfeldovy a Höklovy dny



Sborník přednášek a posterů

22. a 23. října 2025

Hygiena a technologie potravin – LIV. Lenfeldovy a Höklovy dny
Food Hygiene and Technology – 54th Lenfeld's and Hökl's Days

Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu
Fakulta veterinární hygieny a ekologie
Veterinární univerzita Brno

Příspěvky ve sborníku byly podrobeny recenznímu řízení.

Editace: prof. MVDr. Bohuslava Tremlová, Ph.D.
 Mgr. Zdeňka Javůrková, Ph.D.
 Mgr. Marie Bartlová, Ph.D.

Za věcnou a jazykovou správnost příspěvků odpovídají autoři.

Konference je organizována za podpory Koordinačního místa pro vědeckou a technickou spolupráci s EFSA při Odboru bezpečnosti potravin Ministerstva zemědělství. Děkujeme!



Vydání první

Copyright © 2025 Veterinární univerzita Brno

SPONZOŘI



IREKS

Mediální partner konference



SLOVO ÚVODEM

Fakulta veterinární hygieny a ekologie VETUNI organizuje v letošním roce 54. ročník konference o hygieně potravin Lenfeldovy a Höklovy dny. Na konferenci se stejně jako v minulých letech spolupodílí Státní veterinární správa ČR a je proto podporována vysokou a aktivní účastí pracovníků SVS ČR i krajských veterinárních správ.

Konference o potravinách pod názvem Lenfeldovy a Höklovy dny se pořádá na univerzitě již od r. 1967. Její název připomíná významné osobnosti historie hygieny potravin prof. Lenfelda a doc. Hökla, kteří prosazovali v hygieně potravin principy, o které se opírá i současná evropská legislativa. Historický odkaz byl tradován Lenfeldovými a Höklovými žáky a rozvíjen na naší univerzitě a fakultě, jak v oblasti pedagogické, tak v oblasti vědecko-výzkumné, a také v dalších oblastech působení fakulty.

Letošní ročník konference se koná v roce, kdy si fakulta připomíná 50. výročí zahájení výuky studijního oboru Veterinární lékařství – Hygiena potravin a 35. výročí založení Fakulty veterinární hygieny a ekologie.

Lenfeldovy a Höklovy dny jsou konferencí s mezinárodní účastí, která je zaměřena na problematiku jakosti a zdravotní nezávadnosti potravin rostlinného a živočišného původu, na aplikaci potravinového práva v dozorové činnosti státních orgánů, včetně aktuálních poznatků v oblasti hygieny veřejného stravování a gastronomie. Konference přináší příležitost k setkání odborníků jak vědeckých a vzdělávacích institucí, tak dozorových orgánů a praxe. Odbornou část konference doplňují každý rok také přednášky zaměřené do historie.

Vysokou úroveň a také význam konference dosvědčuje vysoký počet přihlášených účastníků. V krásném prostředí auly VETUNI se setkávají každý rok odborníci nejen z České a Slovenské republiky, ale také z dalších zemí.

Svět potravin je pestrý a tím i poměrně komplikovaný. Zároveň je to oblast, se kterou máme všichni zkušenosti; ať už jako spotřebitelé nebo v případě většiny z vás, jako odborníci na některé aspekty bezpečnosti a kvality potravin. Čeká nás řada témat k zamyšlení i k diskusi. Potkáme se se starými přáteli a najdeme možná nové. K úspěšnému průběhu konference můžeme přispět všichni svojí aktivní účastí v odborné diskusi k předneseným příspěvkům nebo i příspěvkům prezentovaným formou posterů.

Věřím, že chvíle strávené na naší Alma mater budou pro vás přínosné a příjemné, a že se proto budete na naši fakultu a univerzitu rádi vracet i v příštích letech.

V Brně dne 22. 10. 2025

prof. MVDr. Bohuslava Tremlová, Ph.D.

OBSAH

PŘEDNÁŠKY

Nákazy zvířat a zoonózy z pohledu veterinární hygieny

Semerád, Z., Váňa, J. 13

Novinky z EFSA a další aktuality

Götzová, J., Beneš, P. 15

Aktuální změny v potravinářské legislativě

Mačáková, P. 19

Aktuality v potravinářské legislativě z pohledu MZe

Štěpánek M., Tříška D. 28

Označování potravin

Mačáková, P., Novotná Kružíková, K. 29

Značení jakosti potravin

Novotná Kružíková, K., Mačáková, P. 37

Jak spotřebitelé rozumí údajům na obalech?

Havlová, L., Singrová, E., Tremlová, B. 43

Rozhodnutia súdov v oblasti označovania výživovej hodnoty na potravinách

Rybníkář, S. 50

Význam a účinnosť digitalizácie pre zlepšenie výkonnosti v potravinárskom priemysle

Golian, J. 58

Účinok obsahu soli a spôsobu balenia na senzorickú kvalitu mäkkých mäsových výrobkov

Reitznerová, A., Mastilák, T., Regecová, I., Semjon, B., Výrostková, J., Nosková, E., Marcinčák, S. 65

Mikrobiální kvalita mletého masa a masných polotovarů z maloobchodu v ČR

Kameník, J., Veselá, H., Dušková, M., Krejčí, H., Ondrušová, S. 71

Stanovení procentuálního zastoupení jednotlivých komponent živočišného původu v mletém masu a masných polotovarech

Klanica, M., Svobodová, I., Králík, P., Kameník, J. 76

Výzvy a příležitosti ve škálování produkce kultivovaných buněk	
Strnadová, L.	79
Monitoring výskytu kyseliny kyanovodíkové v potravinách: Pilotní fáze výzkumu	
Čížková, H., Klaisnerová, E., Kružík, V., Pivoňka, J.	80
Porážka v hospodářství ve farmovém chovu antilopy losí (Taurotragus oryx)	
Plašilová Říhová, E.	84
Celogenomová sekvenace v praxi Státní veterinární správy: Přínosy pro veterinární dozor a bezpečnost potravin	
Ileninová, Z.	87
Hodnocení výsledků veterinárně-hygienického dozoru v mlékárenských provozech v letech 2020–2023 v rámci okresů Hodonín a Vyškov	
Bayerová, G.	91
Včelařův rok a kvalita medu	
Slepičková, M., Šupíková, Š.	97
FVHE – fakulta s posláním a s příběhem	
Bursová, Š.	109
Spolupráce Státní veterinární správy a VETUNI	
Semerád, Z., Váňa, J.	118
Výročí hygieny potravin očima pamětníka	
Hejlová, Š.	120
100 let Státního zdravotního ústavu a 40 let Centra zdraví, výživy a potravin v Brně	
Ostrý, V., Kýrová, V.	124

POSTERY

Nesprávne označovanie, nelegálny trh a IUU rybolov: Dlhodobá analýza prípadov podvodov s rybami na základe správ KC-FFQ (2021-2025)

Ailer, L., Golian, J., Jakabová, S., Čapla, J., Zajác, P., Čurlej, J. 129

Mohou fytogenní přísady v období konečného výkrmu zlepšit kvalitu hovězího masa?

Bendowski, W., Zielińska-Górska, M., Asztemborski, M., Roguski, M., Łozicki, A. 135

Zmeny českej vyhlášky o doplnkoch stravy

Bogárová, L. 138

Vplyv podávania nanočastíc ZnO v diéte na depozíciu mikroelementov v mäse a pečeni jahniat

Čobanová, K., Bombárová, A., Grešáková, L., Takácsová, M. 144

Buvolí mléko: Obsah cholesterolu

Dluhošová, S., Králová, M., Záborská, B., Doležalová, J., Bartáková, K., Bursová, Š. 148

Retinol a tokoferol v buvolím mléce

Dluhošová, S., Králová, M., Doležalová, J., Bartáková, K., Bursová, Š. 153

Viskozita buvolího mléka

Doležalová, J., Bartáková, K., Králová, M., Macharáčková, B., Bursová, Š. 158

Barevné parametry a aktivita vody párků v průběhu skladování

Doležalová, J., Khasanova, E., Králová, M., Bartáková, K. 162

Mikrobiologická kvalita hlbokozmrazených jahôd

Dudriková, E., Ploskuňáková, K., Hanzelová, Z., Zahumenská, J. 167

Slovenské vína produkované malými vinárstvami - obsah histamínu a senzorická kvalita

Fikselová, M., Jakabová, S., Zelenáková, L., Kunová S., Čapla, J., Šajbanová N. 174

Antioxidačná aktivita a celkový obsah polyfenolov olivových listov (*Olea europaea* L.) z pohľadu ľudského zdravia

Hnatová, L., Kňazická, Z., Fatrcová Šramková, K., Kováčiková, E., Kopčková, J., Lenická, D., Mlyneková, E., Lenický, M., Prčík, M., Capcarová, M. 179

Vplyv úrovne funkčného postihnutia pri poruchách autistického spektra na stravovacie návyky a potravinovú selektivitu

Hnatová, L., Kopčková, J., Fatrcová-Šramková, K., Kňazická, Z., Capcarová, M. 186

Kešu orechy – významný zdroj živín s alergénym potenciálom	
Hrnčárová, D., Zelenáková, L.	194
Mikrobiologická bezpečnosť zeleninových salátů a klíčků v tržní síti	
Hulánková, R., Fábryová, A., Čutová, M.	198
Biogénne amíny a hodnotenie potravín	
Jakabová, S., Árvay, J., Grófová, M., Ailer, L., Mázor, M., Golian, J.	202
Hodnotenie hygienických aspektov prepravy a skladovania pekárenských výrobkov v obchodnej prevádzke	
Kolesárová, A., Zelenáková, L., Mareček, J., Ivanišová, E.	211
Analýza nákupného správania a hygienických postojov spotrebiteľov pri výbere pekárenských výrobkov	
Kolesárová, A., Zelenáková, L., Mendelová, A., Solgajová, M.	215
Vybrané ukazatele jatečné hodnoty a kvality kuřecího masa ve vztahu k použití kokcidostatika a pelyňku pravého v dietách	
Kostůková, M., Zapletal, D., Dobšíková, R., Šimek, V., Rozsypalová, L., Kameník, J., Ježek, F.	219
Vplyv technologického spracovania na mikrobiologickú bezpečnosť ovocia a zeleniny	
Kováčová, M., Zahumenská, J., Dudriková, E.	225
Stanovení základních a fyzikálně-chemických parametrů buvolího mléka	
Králová, M., Záborská, B., Navrátilová, P., Pospíšil, J., Bartáková, K., Bursová, Š.	230
Jak si vybrat rybu a rybí výrobek	
Krbůšková, M., Měřínská, Z., Kýrová, V., Leciánová, D.	235
Medicinné houby jako zdroj bioaktivních látek v potravinách	
Kříštofová, K., Pospiech, M., Javůrková, Z., Tremlová, B.	245
Vliv zavedení AirWash systému na počet somatických buněk a celkový počet mikroorganismů ve vybraném chovu v letech 2018 – 2022	
Křivánková, K., Králová, M., Linhart, P.	249
Vplyv prídavku včelích produktov na mikrobiálnu diverzitu cereálnych výrobkov	
Kunová, S., Timoracká, I., Fikselová, M., Zachar Lovászová, V.	253

Stanovenie profilu mastných kyselín a zhodnotenie zdravotných benefitov rastlinného nápoja zo šáchora jedlého (<i>Cyperus esculentus</i> L.) – horchaty	
Lenická, D., Fatrcová Šramková, K., Kováčiková, E., Kopčeková, J., Novotná, I., Tomášová, K., Hnatová, L., Prčík, M., Bella, V., Juríková, T., Kňazická, Z.	263
Produkcia a kvalita mlieka v závislosti od sezóny narodenia prvôstok	
Mačuhová, L., Tančin, V., Mačuhová, J.	271
Vplyv frekvencie dojenja na produkciu a zloženie mlieka pri dojniciach	
Mačuhová, L., Tančin, V., Mačuhová, J., Vršková, M.	275
Elektrolyty a esenciální stopové prvky v buvolím mléce	
Macharáčková, B., Bartáková, K., Králová, M., Doležalová, J., Bursová, Š.	281
Stanovení vápníku a zinku v alternativních potravinách	
Macharáčková, B., Kučerová, K.	285
Lyofilizované kaše jako komponenta Balených potravinových dávek	
Malíšek, J., Trenzová, K.	290
Mikrobiologická kvalita některé pernaté zvěře prodávané na egyptských trzích	
Mansour, H. A., Roushdy, S.A., Ibrahim, A.M.	296
Analýza změn obsahu hydroxymethylfurfuralu ve vzorcích medu z Ukrajiny v průběhu roku 2024	
Masliuk, A., Orobchenko, O.	300
Hodnotenie zmien fyzikálno-chemických vlastností MCT kokosového oleja po prídavku extraktov z chilli	
Mázor, M., Ivanišová, E.	304
Zmeny antiradikálovej aktivity černíc počas ich spracovania a extrakcie	
Megyesy Eftimová, Z., Zahumenská, J., Dudriková, E., Semjon, B.	313
Zmeny v obsahu antokyánov v procese technologického spracovania arónie čiernoplodej na rôzne produkty	
Mendelová, A., Mendel, L., Golian, J., Kolesárová, A., Solgajová, M.	318
Mléko jako alergen v pokrmeh veřejného stravování	
Mrňousová, B., Hostovský, M., Fejtová, K., Kameník, J., Bursová, Š.	326

Reziduální aktivita alkalické fosfatázy v tepelně ošetřeném buvolím mléce	
Navrátilová, P., Králová, M., Bartáková, K., Bursová, Š.	330
Nebalené mražené krémy lokálních výrobců v České republice v kontextu s legislativními mikrobiologickými kritérii	
Necidová, L., Bursová, Š., Haruštiaková, D., Novotná, V.	334
Vliv ochranné kultury na růst <i>Listeria monocytogenes</i> ve vepřovém mletém masce	
Ondruchová, S., Dušková, M., Veselá, H., Navrátilová, P., Zouharová, A., Kameník, J.	341
Stanovení podílu nasycených a nenasycených mastných kyselin v sýrech a jejich rostlinných alternativách	
Pokorná, S., Bartáková, K., Bursová, Š., Pospíšil, J.	346
Nutriční vliv přírodních krmných doplňků na profil minerálních látek v masce brojlerových králíků HYLA	
Poláková, K., Šimek, V., Dobšíková, R.	351
Vliv zpracování vzorků na výtěžnost N-acetylglukosaminu	
Pospiech, M., Bartlová, M., Javůrková, Z., Tremlová, B.	358
Stanovení laktoferinu v buvolím mléce původem z České republiky	
Pospíšil, J., Bartáková, K., Králová, M., Záborská, B., Bursová, Š.	362
Výskyt rezistentných CoNS v primárnej produkcii potravín ako základ pre vývoj algoritmickeho modulu v integrovanom farmovom systéme	
Regecová, I., Výrostková, J., Pipová, M., Kožárová, I., Zigo, F., Sláma, P., Bendowski, V.	366
Senzorické hodnotenie vzoriek káv v rôznom stupni praženia	
Semjon, B., Schmidtová, S., Várady, M., Megyesy Eftimová, Z., Zahumenská, J., Bartkovský, M., Marcinčák, S.	374
Integrácia vedľajších produktov zo sladovníctva do pekárskych výrobkov	
Solgajová, M., Zelenáková, L., Mendelová, A., Kolesárová, A.	382
Modelování růstu emetických kmenů <i>Bacillus cereus</i> v pšeničných bezvaječných těstovinách	
Stojanová, K., Bursová, Š., Necidová, L., Haruštiaková, D., Pechanová, K., Mátl, P.	388
Vliv způsobu rafinace slunečnicového oleje na jeho kvalitu	
Šístková, I., Rajchl, A., Kyselka, J., Čížková, H.	394

Monitoring obsahu dusičnanů v potravinách rostlinného původu po kulinární úpravě	
Šmoldas, J., Koblasová, D., Vechetová, J., Měřínská, Z.	401
Vplyv praženia a spracovania na kvalitatívne parametre výberovej kávy z Guatemaly	
Várady, M., Tauchen, J., Reitznerová, A., Marcinčák, S., Popelka, P.	407
Vyhodnotenie efektívnosti zasúšania pomocou antibiotík na základe počtu somatických buniek u dojníc	
Vršková, M., Tančin, V. I., Mačuhová, L., Uhrinčat', M., Tvarožková, K.	412
Ovčie syry ako zdroj baktérií čeľade <i>Enterobacteriaceae</i>	
Výrostková, J., Regecová, I., Zigo, F., Vargová, M., Lovayová, V.	417
Analýza kvality, arómy a nutričného potenciálu korenín	
Zahumenská, J., Ondrašovičová, S., Gubová, M., Dudriková, E., Kováčová, M., Megyesy Eftimová, Z.	421
Zvýšení obsahu aminokyselin v kuřecím mase po přidavku pelyňku pravého do diety	
Zapletal, D., Šimek, V., Kostůková, M., Rozsypalová, L., Dobšíková, R.	428
Zmeny obsahu dusičnanov v brokolici v dôsledku tepelnej úpravy a zmrazovania	
Zeleňáková, L., Jakabová, S., Šnirc, M., Mendelová, A.	433
Vplyv legislatívne stanoveného času uchovávanía pokrmov na ich mikrobiotu vo vybranom reštauračnom zariadení	
Zeleňáková, L., Fikselová, M., Kolesárová A.	439
Výskyt stafylokokov na farmách dojníc a šírenie ich rezistencie v rámci zdravotného konceptu „One health“	
Zigo, F., Regecová, I., Výrostková, J., Łozicki, A., Pavlík, A., Ozbey, G.	446
Germinace a růst <i>Clostridium perfringens</i> v hovězím burgeru a rybím filé	
Zouharová, A., Dušková, M., Čutová, M., Králová, M., Macharáčková, B., Kameník, J.	452
Hodnocení obsahu polyfenolů a antioxidační kapacity hroznových semen z oblasti Kutná Hora	
Žáčková, A., Pencák, T., Kotianová, D., Dordevic, D., Tremlová, B.	458

PŘEDNÁŠKY

Nákazy zvířat a zoonózy z pohledu veterinární hygieny *Animal Diseases and Zoonoses from Veterinary Hygiene Point of View*

Semerád, Z., Váňa, J.

Státní veterinární správa

Souhrn

Príspevek shrnuje aktuálnu situáciu v oblasti nákaz zvierat a zoonóz v Českej republike v roke 2025. Zaměřuje se na významné nákazy jako slintavka a kulhavka (SLAK), africký mor prasat (AMP), vysoce patogenní ptačí chřipka (HPAI), katarální horečka ovcí (KHO), Q horečka, antimikrobiální rezistence (AMR) a vybrané zoonózy. Jsou popsána přijatá veterinární opatření, monitoring, laboratorní testování a dopady na potravinový řetězec. Cílem je informovat odbornou veřejnost o preventivních a kontrolních mechanismech v oblasti veterinární hygieny.

Klíčová slova: SLAK, AMP, HPAI, KHO, zoonózy, veterinární opatření, SVS

Abstract

The paper summarizes the current situation regarding animal diseases and zoonoses in the Czech Republic in 2025. It focuses on major diseases such as foot-and-mouth disease (FMD), African swine fever (ASF), highly pathogenic avian influenza (HPAI), bluetongue (BTV), Q fever, antimicrobial resistance (AMR), and selected zoonoses. Veterinary measures, monitoring, laboratory testing, and impacts on the food chain are described. The aim is to inform professionals about preventive and control mechanisms in veterinary hygiene.

Key words: FMD, ASF, HPAI, BTV, zoonoses, veterinary measures, Czech Republic

Úvod

Veterinární hygiena hraje klíčovou roli v ochraně zdraví zvířat i lidí. V roce 2025 čelila Česká republika několika významným nákazám, které vyžadovaly rozsáhlá veterinární opatření. Státní veterinární správa (SVS) aktivně monitorovala situaci a přijímala kroky k omezení šíření nákaz.

Přehled aktuálních nákaz

Slintavka a kulhavka (SLAK) byla zaznamenána v Maďarsku a na Slovensku, což vedlo k mimořádným opatřením včetně zákazu přesunu potravin a vedlejších živočišných produktů. Probíhaly kontroly přepravy, testování mléka a monitoring volně žijící zvěře. Africký mor prasat (AMP) se vyskytoval pouze u divokých prasat v Libereckém kraji. SVS připravuje žádost o zmírnění uzavřených pásů.

Vysoce patogenní ptačí chřipka (HPAI) byla potvrzena ve 12 ohniscích, bez dopadu na sektor drůbežího masa a vajec.

Katarální horečka ovcí (KHO) vedla k vyhlášení pásma s omezeními v několika krajích. Přesuny zvířat na jatky mimo pásmo podléhají zpřísněným podmínkám.

Q horečka byla potvrzena v jednom hospodářství s mléčným skotem. Mléko je určeno pouze k pasteraci, personál na jatkách musí používat ochranné pomůcky.

Antimikrobiální rezistence (AMR) je od dubna 2025 považována za nebezpečnou nákazu. Sledují se bakterie produkující ESBL, karbapenamázy a MRSA.

Zoonózy jako salmonelóza, kampylobakteriíóza, listerióza a hepatitis E jsou monitorovány v rámci hygienických kontrol. Probíhají studie na výskyt MRSA u prasat.

Závěr

Veterinární opatření přijatá v roce 2025 ukazují důležitost rychlé reakce na výskyt nákaz. Monitoring, laboratorní testování a spolupráce s dalšími institucemi jsou klíčové pro ochranu zdraví zvířat i lidí. Informování odborné veřejnosti přispívá k efektivnímu řízení rizik.

Poděkování

Autoři děkují kolegům ze Státní veterinární správy za spolupráci při sběru dat a realizaci kontrolních opatření.

Kontaktní adresa

MVDr. Zbyněk Semerád, MVDr. Jan Váňa, Státní veterinární správa, Slezská 100/7, 120 00 Praha 2, e-mail: epodatelna@svscr.cz

Novinky z EFSA a další aktuality *News from EFSA and others*

Götzová, J., Beneš, P.
Ministerstvo zemědělství ČR

Souhrn

Úkolem Evropského úřadu pro bezpečnost potravin je poskytovat orgánům EU nezávislá vědecká stanoviska, vědeckou a technickou podporu pro legislativní a politickou činnost v oblastech, které mají přímý nebo nepřímý vliv na bezpečnost potravin a krmiv. Tato činnost má přispívat ke zvyšování důvěry spotřebitelů, hladkému fungování vnitřního trhu a vysoké úrovni ochrany zdraví lidí, zdraví a pohody zvířat, zdraví rostlin a ochrany životního prostředí.

Klíčová slova: EFSA, Focal Point, vědecká spolupráce, partnerství

Abstract

The role of the European Food Safety Authority is to provide the EU institutions with independent scientific advice and scientific and technical support for legislative and policy work in areas that have a direct or indirect impact on food and feed safety. This activity should contribute to increasing consumer confidence, the smooth functioning of the internal market and a high level of protection of human health, animal health and welfare, plant health and environmental protection.

Key word: EFSA, Focal Point, Scientific Cooperation, Partnership

Úvod

Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority - EFSA) je úřadem EU, který provádí hodnocení rizik v oblasti potravinového řetězce, podporuje a koordinuje vývoj jednotných metodik hodnocení rizika, vyhledává, sbírá a analyzuje vědecká data a provádí činnosti vedoucí k identifikaci a charakterizaci nově vzniklých rizik. Je také zodpovědný za komunikaci o riziku. V těchto oblastech je úkolem EFSA, v úzké spolupráci s národními autoritami a dalšími zúčastněnými organizacemi a tělesy, poskytovat objektivní a nezávislé vědecky podložené poradenství a jasná sdělení založená na nejaktuálnějších vědeckých poznatcích a informacích o existujících a nově se objevujících rizicích.

Evropský úřad pro bezpečnost potravin byl nařízením Evropského parlamentu a Rady č. 178/2002 založen v roce 2002. Od roku 2005 je jeho stálým sídlem italská Parma. Úřad přispívá ke zvyšování důvěry spotřebitelů, hladkému fungování vnitřního trhu a k vysoké úrovni ochrany lidského zdraví, zdraví a pohody zvířat, zdraví rostlin a ochrany životního prostředí. EFSA provádí hodnocení již existujících i nových rizik v celém potravinovém řetězci. Výstupy EFSA jsou podkladem pro tvůrce evropských předpisů, pravidel a strategií, a tak pomáhají chránit spotřebitele před riziky v potravinovém řetězci.

Pro zajištění komunikace mezi EFSA a členskými státy byl v každé zemi vytvořen tzv. „Focal Point“ - v češtině používáme označení Koordinační místo pro vědeckou a technickou spolupráci s EFSA (dále jen „Koordinační místo“). Jejich úkolem je zajistit a zjednodušit komunikaci mezi EFSA a úřady, organizacemi a jednotlivci na národní úrovni. Činnost Koordinačního místa zajišťuje Odbor bezpečnosti potravin MZE (efsa.focalpoint@mze.gov.cz).

Nový výkonný ředitel EFSA

Na postu výkonného ředitele skončil v srpnu 2025 po jedenácti letech pan Dr. Bernhard Url. Výkonný ředitel odpovídá za provozní záležitosti, personální otázky a sestavování ročního pracovního programu po konzultaci s Evropskou komisí, Evropským parlamentem a členskými státy EU. Dr. Url se poprvé stal výkonným ředitelem EFSA v červnu 2014 a jeho mandát na druhé funkční období byl v červnu 2019 prodloužen o dalších pět let. Vystudovaný veterinární lékař byl před nástupem do EFSA výkonným ředitelem Rakouské agentury pro zdraví a bezpečnost potravin (AGES).

Od září 2025 je novým výkonným ředitelem úřadu EFSA **Dr. Nikolaus Kriz**, který byl nominován správní radou EFSA na pětileté funkční období. Dr. Kriz je veterinární lékař s rozsáhlými zkušenostmi v oblasti hodnocení rizik. V EFSA působí od roku 2017 jako vedoucí oddělení služeb pro hodnocení rizik (ENABLE). Předtím pracoval v Evropské agentuře pro léčivé přípravky (EMA) v oblasti veterinárního a veřejného zdraví.

Posledním krokem výběrového řízení byla prezentace jeho vize před Výborem Evropského parlamentu pro životní prostředí, veřejné zdraví a bezpečnost potravin (ENVI) dne 14. července 2025. Během slyšení byl dotazován na budoucí směřování EFSA, zvládání nových vědeckých výzev a schopnost reagovat na měnící se rizika.

Žádná ptačí chřipka: chraňte svou farmu!

Evropský úřad pro bezpečnost potravin spustil celoevropskou kampaň #NoBirdFlu. Ta byla spuštěna současně se začátkem nové migrační sezóny v Evropě a má za cíl zvýšit povědomí o důležitosti uplatňování jednoduchých opatření biologické bezpečnosti, zejména na malých a středních farmách. Přijetím těchto opatření pomohou zemědělci chránit zdraví zvířat a veřejnosti, zajistit stabilitu produkce potravin a minimalizovat narušení obchodu.



Všichni, kterých se to týká: od zemědělců, pracovníků a chovatelů malých hejn, až po veterináře a návštěvníky farem – ti všichni by si měli uvědomit, že i jednoduchá preventivní opatření mohou mít skutečný vliv na omezení šíření ptačí chřipky.

V souvislosti s kampaní EFSA a Evropská komise spojily síly a vydaly novou sadu komunikačních nástrojů, která má pomoci zemědělcům a všem, kdo přicházejí do styku s farmami, chránit drůbež, ostatní zvířata a lidi před ptačí chřipkou.

Materiály ke kampani jsou dostupné na webu EFSA ([#NoBirdFlu: clear communications for better biosecurity | EFSA](#)).

Zúčastnění jsou žádáni o šíření těchto informačních zdrojů, protože sdílení jasných a konzistentních informací o zlepšování biologické bezpečnosti v zemědělských provozech může sehrát klíčovou roli v zastavení šíření ptačí chřipky v Evropě.

Na žádost EK EFSA také provede průzkum vnímání rizika ptačí chřipky zemědělci, veterináři a zemědělskými pracovníky v Evropě, aby bylo možné lépe přizpůsobit budoucí osvětové kampaně. Získané údaje budou také podkladem pro širší celoevropskou iniciativu v roce 2026, jejímž cílem je posílit plány připravenosti na ptačí chřipku a pomoci snížit riziko budoucích pandemií.

Výzva podporovaným národním expertům (SNE) – veterinární epidemiologie

Dlouhodobě a bez konečného termínu je také otevřena výzva expertům ze státní, regionální nebo místní veřejné správy, případně mezivládních organizací, kteří se mohou jako přihlásit na stáž v EFSA jako podporovaní národní experti. Délka stáže je 6 měsíců až 2 roky.

SNE se v EFSA aktivně podíl na činnosti úřadu. Konkrétní náplň činnosti závisí na odborných znalostech účastníka a na oddělení, do kterého je zařazen. Může se týkat podpory práce vědeckého panelu nebo vědecké sítě, sběr a analýzy údajů a hodnocení rizik, komunikace a činnostech v oblasti vnějších/vnitřních vztahů či poskytování vědeckého poradenství žadatelům.

Aktuálně oddělení pro biologická rizika, zdraví a welfare zvířat (BIOHAW) EFSA hledá na pozici SNE odborníka v polovině kariéry s rozsáhlými znalostmi v oblasti veterinární epidemiologie, včetně posuzování rizik, sběru, shromažďování a analýzy údajů, statistického a matematického modelování, používání geografických informačních systémů, vypracovávání vědeckých zpráv, a s dobrými komunikačními schopnostmi. Jeho úkolem bude podporovat činnost oddělení BIOHAW v poskytování vědecké podpory Evropské komisi a členským státům v oblasti včasného varování, sledování, kontroly a eradikace chorob postihujících zvířata v Evropské unii. Úspěšný uchazeč bude spolupracovat s týmem pro zdraví zvířat a skupinou vědeckých odborníků EFSA na vypracovávání zpráv a stanovisek k široké škále vědeckých témat s cílem podporovat osoby odpovědné za řízení rizik v EU.

Do výběrového řízení je možné se přihlásit zde: <https://careers.efsa.europa.eu/jobs/efsa-seconded-national-experts-call-2025-2027-421>

EFSA Guest Programme 2024/2025

Program pro hosty je určen pro zaměstnance organizací veřejné správy, veřejných univerzit a výzkumných organizací anebo mezinárodních organizací. Jedná se o bezplatný program, v jehož rámci EFSA vybraným kandidátům nevyplácí žádný finanční příspěvek. Vyslání se uskuteční buď v prostorách úřadu EFSA, nebo na dálku. Délka stáže je individuální, počítá se v řádu měsíců.

Účastník stáže řeší projekt a/nebo výzkum, který je v souladu s jeho zájmy a pracovními prioritami EFSA. Zvolit si může až dvě různé oblasti zájmu, dle vlastních preferencí, související se vzděláním a kompetencemi v oblastech, jako jsou: hodnocení environmentálních rizik, toxikologie, zdraví zvířat, dobré životní podmínky zvířat, biologická rizika, výživa lidí, správa a analýza dat, partnerství a komunikace atd.

Výzva je otevřená již jen do 30. listopadu 2025.

Rada pro genetiku a genomiku

Z rozhodnutí vlády vznikla v roce 2025 Meziřesortní rada pro genetiku a genomiku (dále jen „Rada“). Cílem Rady bude koordinovat a podporovat výzkum a vývoj v těchto klíčových vědeckých oblastech, které mají zásadní dopad na zdravotní stav obyvatelstva a na udržitelnost zemědělské produkce.

Jedním z klíčových cílů této Rady bude v roce 2025 vytvořit Národní strategii pro oblast genetiky a genomiky (NSGG). Zároveň bude snahou, aby navrhovaná řešení byla v souladu s národními a mezinárodními etickými doporučeními v oblasti genetiky a genomiky.

V rámci Rady byly zřízeny tři pracovní skupiny složené z odborníků v dané problematice (pracovní skupina pro lékařskou genetiku, genomiku a bioetiku – vedoucí prof. Pospíšilová, přednostka Ústavu lékařské genetiky a genomiky Lékařské fakulty MU, pracovní skupina pro genetiku a genomiku rostlin – vedoucí prof. Doležel z Ústavu experimentální botaniky Akademie věd ČR a **pracovní skupina pro hospodářská a zájmová zvířata** – vedoucí dr. Petr Císař). Tyto skupiny budou spolupracovat s akademickými a průmyslovými partnery, aby zajistily, že výsledky výzkumu a nové technologie budou bezpečně integrovány do klinické praxe a zemědělské produkce. Rada bude pravidelně informovat vládu o pokroku a výsledcích své činnosti, aby bylo zajištěno, že politiky a opatření budou efektivně podporovat inovace v souladu s mezinárodními standardy a potřebami České republiky.

Dosud proběhlo 1. jednání Rady (19. 3. 2025), o datu druhého jednání nebylo doposud rozhodnuto. Činnost pracovních skupin se pod vedením vedoucích pracovních skupin pomalu rozbíhá.

Konference OneHealth 2025

Koordinační místo pro vědeckou a technickou spolupráci s EFSA v ČR (Ministerstvo zemědělství), společně se Státní veterinární správou a za podpory Národního kontaktního bodu pro vědeckou a technickou spolupráci s úřadem EFSA v SR (Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR), spolu s dalšími odbornými partnery pořádá v Brně, v hotelu Continental, ve dnech 18. – 19. 11. 2025, mezinárodní vědeckou konferenci OneHealth 2025.

Konference bude věnovaná pandemickým hrozbám, vektorovým nákazám, alimentárním nákazám a antimikrobiální rezistenci. Na program jsou příspěvky z humánní a veterinární oblasti od českých a slovenských odborníků, účastní se také zástupkyně EFSA. Jsme přesvědčeni, že odborná náplň i volba lokality přispěje k zájmu o účast.

Pozvánka odborníkům z veterinární oblasti byla zaslána v druhé polovině září a věříme, že se s řadou přítomných na naší konferenci setkáme.

Kontaktní adresa

Ing. Jitka Götzová, Ministerstvo zemědělství, Odbor bezpečnosti potravin, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1, e-mail: jitka.gotzova@mze.gov.cz

Aktuální změny v potravinářské legislativě *Current Changes in Food Legislation*

Mačáková, P.

Ústav ochrany zvířat a welfare a veřejného veterinárního lékařství, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Změny v potravinářských technologiích, nabídka na trhu s potravinami a praktický dopad stanovených legislativních pravidel vedou k tomu, že dochází ke změnám a úpravě potravinářské legislativy. Všichni, kdo uvádí potraviny na trh, se musí řídit aktuálními právními předpisy. V rámci České republiky jsou závazné jak národní předpisy, tak předpisy evropské. Příspěvek shrnuje nejdůležitější změny v legislativě potravin uskutečněné v roce 2025.

Klíčová slova: *potravina, právní předpis, úprava, trh*

Abstract

Changes in food technology, food market supply and the practical impact of the established legislative rules lead to changes and amendments to food legislation. All those who place food on the market must comply with the current legislation. Within the Czech Republic, both national and European regulations are binding. The paper summarizes the most important changes in food legislation in 2025.

Key words: *food, legislation, regulation, market*

Úvod

Současný stav ve společnosti, nové trendy i technologie, široká nabídka na trhu s potravinami i nové vědecké poznatky v oblasti potravin vedou ke změnám v legislativě. Novelizace předpisů nebo vydání nového předpisu a zrušení stávajícího není nic neobvyklého. Prakticky každý rok dochází v potravinářství ke změně řady právních aktů (národních i evropských).

Legislativu týkající se oblasti potravin České republiky můžeme rozvrhnout do dvou hlavních částí, a to na předpisy na národní úrovni a předpisy Evropské unie.

Protože oblast potravinového práva je značně obsáhlá, následující text shrnuje pouze některé novelizované právní předpisy týkající se oblasti potravin v období od ledna 2025 do září 2025.

ZMĚNY V NÁRODNÍ LEGISLATIVĚ V OBLASTI POTRAVIN

1. Zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů

O začátku letošního roku nabyly účinnosti dvě novely zákona o potravinách:

- **Zákon č. 321/2024 Sb., kterým se mění zákon č. 167/1998 Sb., o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony**

Novela zákona (konkrétně část čtvrtá) se týká hlavně nové regulace psychoaktivních látek a vstoupila v účinnost dne 1. ledna 2025. Tento zákon zavádí do českého právního řádu dvě nové kategorie látek a to „psychomodulační látky“ a „zařazené psychoaktivní látky“.

Tato úprava umožňuje dozorovým orgánům efektivní kontrolu nad těmito dosud nekontrolovatelně dostupnými látkami a nastavuje pro trh s nimi přísná a nezbytná pravidla v oblasti dostupnosti, kontroly kvality nebo způsobu prodeje.

Do zákona o potravinách bylo přidáno nové písmeno (§ 10 odst. 1 písm. h)), podle kterého je na trh zakázáno uvádět potraviny obsahující psychomodulační látky nebo zařazené psychoaktivní látky podle zákona o návykových látkách. Dále v zákoně č. 146/2002 o Státní zemědělské a potravinářské inspekci se nově uvádí, že inspektoři SZPI kontrolují dodržování povinností pro psychomodulační látky a zařazené psychoaktivní látky.

Tato novela také přinesla změny v oblasti dozorových kompetencí ve stravovacích službách. Došlo ke sjednocení dozoru nad požadavky potravinového práva v otevřeném stravování, a to pod Ministerstvo zemědělství. Krajské hygienické stanice budou nadále kontrolovat tzv. „uzavřené“ stravování, tedy nemocnice, domovy důchodců či školy, kde je navíc nutné zohledňovat zvláštní stravovací požadavky, jako jsou výživová hodnota a složení podávaných pokrmů. Díky tomu došlo ke změně oznamovací povinnosti při provozování stravovací služby, v případě „uzavřeného“ stravování se hlásí na krajské hygienické stanice a v případě „otevřeného“ stravování na Státní zemědělskou a potravinářskou inspekci.

➤ **Zákon č. 70/2025 Sb., kterým se mění zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony**

Tento zákon novelizuje primárně veterinární zákon, ale dotýká se i dalších předpisů, včetně zákona o potravinách. Účinnost změn v zákoně o potravinách byla ke dni 1. dubna 2025.

Ze zákona o potravinách se vypouštějí některá ustanovení, která se týkala povinností provozovatele potravinářského podniku při uvádění konzumních brambor na trh. Nově provozovatelé potravinářských podniků, kteří vyrábějí či uvádějí na trh potraviny pod chráněným označením původu, zeměpisným označením nebo zaručenou tradiční specialitou, musí tuto skutečnost oznámit dozorovým orgánům v den, kdy nastane, a to elektronicky prostřednictvím dálkového přenosu dat. Zákon také nově zavádí výslovný zákaz uvádět na trh nové potraviny uvedené v katalogu „EU Novel Food Status Catalogue“, pokud jsou klasifikovány jako „novel food“ nebo jako „not novel in food supplements“. Tato změna cílí na zvýšení souladu s nařízením (EU) 2015/2283 a zpřehlednění postupu pro výrobce potravin.

2. Vyhláška č. 133/2025 Sb., o požadavcích na škrob, luštěniny, olejnatá semena a výrobky z nich

Nová vyhláška č. 133/2025 Sb. s účinností od 1. července 2025 zrušila a nahradila vyhlášku č. 329/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), b), e), f), g) a h) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena.

Přizpůsobuje pravidla moderním technologickým poznatkům a upravuje definice luštěnin a výrobků z nich, sójové omáčky a zavádí nové definice a požadavky na výrobky ze sóji a olejnin, které dosud nebyly upraveny. Mezi ně patří například sufu, okara, hummus a sezamová pasta. Nově je také vymezen pojem „mouka z olejnatých semen“. Zavádí jasné fyzikální, chemické a smyslové požadavky, které mají zajistit kvalitu a bezpečnost potravin a usnadnit orientaci spotřebitelům i výrobcům. Nově stanovuje maximální limity obsahu opiových alkaloidů v makových semenech, čímž zvyšuje bezpečnost výrobků

obsahujících mák. Byla odstraněna definice „čokoládový pudink“, což je součástí snahy Ministerstva zemědělství přestat vymezovat množství čokolády v těchto výrobcích. Nová vyhláška nabyla účinnosti 1. července 2025, ale je stanoveno roční přechodné období, během kterého lze výrobky vyrábět, označovat a uvádět na trh podle dosavadních předpisů vyhlášky č. 329/1997 Sb. To umožní hladký přechod na nové požadavky bez náhlých dopadů na trh.

3. Vyhláška č. 368/2024 Sb., kterou se mění vyhláška č. 58/2018 Sb., o doplňcích stravy a složení potravin

Vyhláška je účinná od 1. července 2025. Novela zakazuje uvádět na trh potraviny s obsahem omamných, psychotropních, steroidních a jiných nepříznivě působících látek v potravinách, a to i v případě, že se tyto látky do produktu dostanou přirozeně jako součást použité složky, nikoli přímým přidáním. Tato úprava řeší problém, kdy dozorové orgány měly potíže s prokazováním porušení stávajícího ustanovení. Novela dále zpřísňuje podmínky pro použití vybraných látek. Došlo například k odstranění maximálních limitů pro monakolin K z červené fermentované rýže a k úpravě podmínek použití u rostlin jako dioscorea, schisandra a plamínek.

4. Zákon č. 277/2025 Sb., kterým se mění zákon č. 452/2001 Sb., o ochraně označení původu a zeměpisných označení a o změně zákona o ochraně spotřebitele, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony

Změna zákona č. 452/2001 Sb., o ochraně označení původu a zeměpisných označení s účinností od 20. srpna 2025, reflektuje zavedení nových přímo použitelných předpisů Evropské unie, které rozšiřují a sjednocují ochranu těchto označení na unijní úrovni. Nově se výlučná unijní ochrana vztahuje nejen na zemědělské produkty, víno a lihoviny, ale i na řemeslné a průmyslové výrobky. Vnitrostátní ochrana těchto označení je proto zrušena, aby nedocházelo k duplicitě a rozporům s unijním právem. Zákon rovněž upravuje přechodná ustanovení, která umožňují zachování vnitrostátní ochrany do doby vyřízení žádosti o zápis na unijní úrovni, pokud jsou podány do 31. srpna 2026. Současně se stanovují nové kompetence kontrolních orgánů, zejména České obchodní inspekce, pro dozor nad užíváním chráněných zeměpisných označení nezemědělského zboží podle nového nařízení (EU) 2023/2411.

5. Zákon č. 70/2025 Sb., kterým se mění zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony

Rozsáhlá novela veterinárního zákona s účinností od 1. dubna 2025. Konkrétně došlo k následujícím změnám:

- nová formulace definice živočišných produktů
- identifikační značka – zkratka pro Evropská společenství nahrazena zkratkou pro Evropskou unii, přechodné období do 31. prosince 2028
- domácí porážka skotu mladšího 72 měsíců, změna v množství místo vyjádření v kusech došlo k vyjádření pomocí pojmu velká dobytčí jednotka a dále změna formy hlášení
- porážka v hospodářství v souladu s nařízením (ES) č. 853/2004
- vyšetření masa na přítomnost svalovce (trichinel) u masa chovaných prasat divokých

- informovat krajskou veterinární správu, pokud byly na trh uvedeny živočišné produkty, které nejsou zdravotně nezávadné nebo nejsou vhodné k lidské spotřebě
- upřesnění požadavků a úprava terminologie při prodeji ryb na samostatném prodejním místě
- upřesnění požadavků na prodej vedlejších živočišných produktů určených ke krmení zájmových zvířat v maloobchodních prodejnách s odpovídajícím sortimentem živočišných produktů
- změny při prodej malých množství týkajících se nutrií, vajec, včelích produktů a mléka
- celková revize a aktualizace právní úpravy vedlejších živočišných produktů a získaných produktů, resp. veterinární asanace

6. Vyhláška č. 88/2025 Sb., kterou se mění vyhláška č. 291/2003 Sb., o zákazu podávání některých látek zvířatům, jejichž produkty jsou určeny k výživě lidí, a o sledování (monitoringu) přítomnosti nepovolených látek, reziduí a látek kontaminujících, pro něž by živočišné produkty mohly být škodlivé pro zdraví lidí, u zvířat a v jejich produktech, ve znění pozdějších předpisů

Novela vyhlášky nabyla účinnosti 15. dubna 2025. Hlavní změny se týkají především sladění české legislativy s přímo použitelnými předpisy Evropské unie. Zrušují se části vyhlášky, které byly transpozicí zrušené směrnice Rady 96/23/ES a které jsou nyní upraveny přímo použitelnými předpisy EU (nařízení (EU) 2022/1644 a nařízení (EU) 2022/1646).

7. Vyhláška č. 303/2025 Sb., kterou se mění vyhláška č. 289/2007 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství, ve znění pozdějších předpisů

Novela vyhlášky č. 289/2007 Sb. nabyla účinnosti dne 1. září 2025 a týkala se úpravy zejména v oblasti veterinární hygieny živočišných produktů. Byla zpřesněna právní úprava porážky ryb na samostatných prodejních místech a odstraněna neaktuální úprava týkající se prodeje masa z nutrií, které jsou považovány za invazní druh. Dále došlo ke změně pravidel pro prodej malého množství čerstvého drůbežího a králíčího masa, kdy byl zrušen týdenní limit a zaveden roční limit 2 000 kusů. Skladovací teploty těchto produktů jsou nově jasně zakotveny. Byl zrušen dosavadní požadavek na dodání vajec spotřebiteli nejpozději do 21 dní po snášce a nově se umožňuje prodej vajec spotřebiteli po celou dobu jejich minimální trvanlivosti, čímž se snižuje plýtvání potravinami na maloobchodní úrovni. Také došlo ke změně definice malého množství vajec, který je nově nahrazen měsíčním limitem 6 000 kusů. Nově jsou stanoveny i limity pro prodej různých včelích produktů určených k lidské spotřebě.

8. Zákon č. 65/2017 Sb., o ochraně zdraví před škodlivými účinky návykových látek

Novelizací zákona č. 65/2017 Sb., o ochraně zdraví před škodlivými účinky návykových látek zákonem č. 218/2025 Sb., který nabyl účinnosti dnem 1. července 2025, dochází ke změně v oblasti příležitostného prodeje alkoholických nápojů, a to ke zrušení oznamovací povinnosti osob, které hodlaly prodávat v rámci příležitostného prodeje lihoviny na ochutnávce lihovin, výročním, farmářském a tradičním trhu, veřejnosti přístupné slavnosti, tradiční, kulturní, taneční a jim podobné akci.

ZMĚNY V EVROPSKÉ LEGISLATIVĚ V OBLASTI POTRAVIN

1. Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/2512, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, pokud jde o kyselinu behenovou z hořčičných semen, která má být použita při výrobě některých emulgátorů

Novela nařízení (EU) č. 1169/2011 se týká úpravy alergenu hořčice a výrobků z ní a nabyla účinnosti dne 1. dubna 2025. Nově se za alergen nepovažuje kyselina behenová o čistotě nejméně 85 %, získaná po dvou destilačních krocích a použitá při výrobě emulgátorů E 470a (sodné, draselné a vápenaté soli mastných kyselin), E 471 (mono- a diglyceridy mastných kyselin) a E 477 (estery propan-1,2-diolu s mastnými kyselinami).

2. Nařízení Komise (EU) 2024/2895, kterým se mění nařízení (ES) č. 2073/2005, pokud jde o *Listeria monocytogenes*

Novela nařízení (ES) č. 2073/2005 se týká změny interpretace výsledků testů na přítomnost *L. monocytogenes* v potravinách určených k přímé spotřebě. Novela reaguje na zvýšený počet případů listeriózy v EU a zavádí přísnější požadavky na bezpečnost potravin, které podporují růst této bakterie. Specificky upravuje kritéria bezpečnosti tak, aby kromě potravin ve výrobní kontrole platilo pravidlo „*Listeria monocytogenes* nezjištěno ve 25 g“ i pro potraviny uváděné na trh, pokud výrobce nemůže prokázat, že hladina této bakterie nepřekročí limit 100 KTJ/g po celou dobu trvanlivosti potraviny. Účinnost je stanovena až od 1. července 2026.

3. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách

Toto nařízení bylo v roce 2025 dvakrát novelizováno, obě novely nabýly účinností dnem 23. dubna 2025.

- ◀ přidáno nové sladidlo E 960b steviol-glykosidy produkované fermentací s využitím *Yarrowia lipolytica*
- ◀ rozšířeno použití dvou leštících látek pro některé čerstvé ovoce a maniokové kořeny a u maniokových kořenů nově přidané dva nosiče v leštících látkách
 - mono- a diglyceridy mastných kyselin (E 471) pro povrchové ošetření mučenky, kiwi a maniokových kořenů
 - karnaubský vosk (E 903) pro povrchové ošetření u maniokových kořenů
 - lecitiny (E 322) a mastné kyseliny (E 570) v leštících látkách pro maniokové kořeny

4. Nařízení Komise (EU) 2023/915 ze dne 25. dubna 2023 o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách a o zrušení nařízení (ES) č. 1881/2006

Nařízení stanovující maximální limity některých kontaminujících látek tento rok ještě nebylo novelizováno, ale nabýly účinnosti novely publikované v roce 2024:

- změny maximálních limitů pro sumu 3-monochlorpropandiolu (3-MCPD) a esterů 3-MCPD s mastnými kyselinami v počáteční kojenecké výživě, pokračovací kojenecké výživě a potravinách pro zvláštní léčebné účely určených pro kojence a malé děti a ve výživě pro malé děti od 1. ledna 2025

- snížení maximálních limitů námelových sklerocií u nezpracovaného zrna žita z 0,5 g/kg na 0,2 g/kg od 1.7.2025
- nově stanovené limity pro nikl v různých potravinách (např. ve skořápkových plodech, zelenině, luštěninách, kakaových a čokoládových výrobcích) od 1.7.2025

5. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/848, o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 834/2007

Dnem 1. prosince 2024 nabylo účinnosti nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/2867, které doplnilo požadavky na logo Evropské unie pro ekologickou produkci. Specifikuje povolení negativní verze loga (inverzní černobílá varianta) a zavádí standardy pro digitální použití loga v RGB barevném modelu. Dále se upřesňuje použití ohraničující linie kolem loga, která je nyní povinná, pokud pozadí činí logo obtížně čitelným. Tato změna má za cíl zlepšit viditelnost a rozpoznatelnost loga ekologické produkce na produktech a v digitálních médiích.

Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2025/405 zavedlo změny týkající se především ekologické produkce vína. Hlavní novinkou je povolení výroby ekologicky produkovaného dealkoholizovaného vína za použití specifických vakuových destilačních technik s účinností od 25. března 2025.

6. Prováděcí nařízení Komise (EU) 2017/2470, kterým se zřizuje seznam Unie pro nové potraviny v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/2283 o nových potravinách

Seznam Unie týkající se nových potravin byl v roce 2025 zatím sedmkrát novelizován a byly do něj přidány například tyto nové potraviny:

- prášek z celých larev potměníka moučného *Tenebrio molitor* (moučných červů) ošetřený UV zářením
- isomalto-oligosacharid
- tepelně ošetřené rostliny *Lemna minor* a *Lemna gibba*
- glukosyl-hesperidin
- houbový prášek s vitamínem D2

Dále došlo ke změně v oblasti specifikace u prášku z částečně odtučněných řepkových semen z *Brassica rapa* L. a *Brassica napus* L. a podmínek použití oleje ze *Schizochytrium* sp. (FCC-3204), který je možné od 30. dubna 2025 použít v bílkovinných výrobcích, kromě náhražek mléčných výrobků v maximálním množství 1 gram na 100 gramů.

Závěr

Legislativa v oblasti potravin se neustále mění, a proto je nezbytné, aby se osoby uvádějící potraviny na trh pravidelně seznamovaly se změnami a novými právními předpisy. Za správné zacházení s potravinami a jejich uvádění na trh jsou odpovědní především provozovatelé potravinářských podniků, kteří nesou také následky plynoucí z porušování platných právních předpisů.

Literatura

Důvodová zpráva k návrhu vyhlášky o požadavcích na škrob, luštěniny, olejnatá semena a výrobky s nich. [vid 06-08-2025]. Dostupné z: <https://odok.gov.cz/portal/veklep/material/ALBSD73CLYWS/>.

Důvodová zpráva k návrhu vyhlášky, kterou se mění vyhláška č. 291/2003 Sb., o zákazu podávání některých látek zvířatům, jejichž produkty jsou určeny k výživě lidí, a o sledování (monitoringu) přítomnosti nepovolených látek, reziduí a látek kontaminujících, pro něž by živočišné produkty mohly být škodlivé pro zdraví lidí, u zvířat a v jejich produktech, ve znění pozdějších předpisů. [vid 26-08-2025]. Dostupné z: <https://odok.gov.cz/portal/veklep/material/KORNDA9GMHN3/>

Důvodová zpráva k návrhu vyhlášky, kterou se mění vyhláška č. 289/2007 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství, ve znění pozdějších předpisů. [vid 22-08-2025]. Dostupné z:

<https://odok.gov.cz/portal/veklep/material/KORNDA9G9LWI/>

Důvodová zpráva k návrhu vyhlášky, kterou se mění vyhláška č. 58/2018 Sb., o doplňcích stravy a o složení potravin. [vid 05-08-2025]. Dostupné z: <https://odok.gov.cz/portal/veklep/material/ALBSCX8GAFA8/>.

Důvodová zpráva k návrhu zákona, kterým se mění zákon č. 452/2001 Sb., o ochraně označení původu a zeměpisných označení a o změně zákona o ochraně spotřebitele, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. [vid 26-08-2025]. Dostupné z: <https://odok.gov.cz/portal/veklep/material/ALBSD8CHTFLP/>

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 13-08-2025]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/848 ze dne 30. května 2018, o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 834/2007. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 14-08-2025]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení směrnice Komise 87/250/EHS, směrnice Rady 90/496/EHS, směrnice Komise 1999/10/ES, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES, směrnice Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a nařízení Komise (ES) č. 608/2004. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 13-08-2025]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Nařízení Komise (EU) 2024/2895 ze dne 20. listopadu 2024, kterým se mění nařízení (ES) č. 2073/2005, pokud jde o *Listeria monocytogenes*. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 13-08-2025]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Nařízení Komise (EU) 2023/915 ze dne 25. dubna 2023 o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách a o zrušení nařízení (ES) č. 1881/2006. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 13-08-2025]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/2512 ze dne 17. dubna 2024, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, pokud jde o kyselinu behenovou z hořčičných semen, která má být použita při výrobě některých emulgátorů. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 13-08-2025]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/2867 ze dne 2. září 2024, kterým se mění nařízení (EU) 2018/848 Evropského parlamentu a Rady, pokud jde o prezentaci loga

ekologického zemědělství Evropské unie. In: EUR-Lex [online]. Úřad pro publikace Evropské unie [vid 14-08-2025]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/>

Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2025/405 ze dne 13. prosince 2024, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/848, pokud jde o enologické postupy. In: EUR-Lex [online]. Úřad pro publikace Evropské unie [vid 14-08-2025]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/>

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2017/2470 ze dne 20. prosince 2017, kterým se zřizuje seznam Unie pro nové potraviny v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/2283 o nových potravinách. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 13-08-2025]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>

Vyhláška č. 291/2003 Sb., o zákazu podávání některých látek zvířatům, jejichž produkty jsou určeny k výživě lidí, a o sledování (monitoringu) přítomnosti nepovolených látek, reziduí a látek kontaminujících, pro něž by živočišné produkty mohly být škodlivé pro zdraví lidí, u zvířat a v jejich produktech. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 26-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>

Vyhláška č. 329/1997 Sb., kterou se provádí § 18 odst. 1 písm. a), b), e), f), g) a h) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnatá semena. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 06-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>.

Vyhláška č. 58/2018 Sb., o doplňcích stravy a složení potravin. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo zemědělství České republiky [vid 05-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>

Vyhláška č. 368/2024 Sb., kterou se mění vyhláška č. 58/2018 Sb., o doplňcích stravy a složení potravin. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 05-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>

Vyhláška č. 133/2025 Sb., o požadavcích na škrob, luštěniny, olejnatá semena a výrobky z nich. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 06-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>

Vyhláška č. 303/2025 Sb., kterou se mění vyhláška č. 289/2007 Sb., kterou se mění vyhláška č. 289/2007 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství, ve znění pozdějších předpisů. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 22-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>

Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 05-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>

Zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon). In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 06-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>.

Zákon č. 452/2001 Sb., o ochraně označení původu a zeměpisných označení a o změně zákona o ochraně spotřebitele. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 26-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>

Zákon č. 65/2017 Sb. o ochraně zdraví před škodlivými účinky návykových látek. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 05-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>

Zákon č. 321/2024 Sb., kterým se mění zákon č. 167/1998 Sb., o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a další související

zákony. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 05-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>

Zákon č. 70/2025 Sb., kterým se mění zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 06-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>

Kontaktní adresa

MVDr. Petra Mačáková, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ochrany zvířat a welfare a veřejného veterinárního lékařství, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: macakovap@vfu.cz

Aktuality v potravinářské legislativě z pohledu MZe ***News in Food Legislation from the Perspective of The Ministry of*** ***Agriculture***

Štěpánek M., Tříška D.
Ministerstvo zemědělství ČR

Příspěvek se zabývá aktuálním stavem a vývojem právní úpravy v oblasti potravinářství v České republice, a to v kontextu rozsáhlé novelizace prováděcích předpisů k zákonu č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích. V letech 2024 a 2025 došlo k významné aktualizaci většiny vyhlášek, přičemž jejich cílem je nejen harmonizace s požadavky evropského práva, ale také zpřesnění a modernizace národních standardů. Většina novel pak zapracovává příslušné evropské směrnice. Změny se také významně dotýkají potravin živočišného původu.

V oblasti mléka a mléčných výrobků novela vyhlášky č. 397/2016 Sb. o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje zavádí zjednodušený režim označování výrobků z nestandardizovaného mléka, doplňuje definice kysaných a zakysaných výrobků, umožňuje výrobu delaktózovaných zahuštěných a sušených mlék a upravuje požadavky na označování mražených krémů a jedlých tuků. Transpozice evropské směrnice (EU) 2024/1438, kterou se mění směrnice Rady 2001/114/ES o některých druzích zahuštěného a sušeného mléka určeného k lidské spotřebě umožňuje nově uvádět na trh delaktózované výrobky v souladu s jednotnými pravidly EU.

Novela vyhlášky č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury, přináší nové členění masa podle živočišných druhů, zpřesňuje definice výsekového masa, drobů, zvěřiny a masa farmové zvěře a stanovuje nové fyzikálně-chemické parametry pro vybrané masné výrobky. Dále upravuje podmínky tepelného ošetření konzerv a polokonzerv a mění skladovací teploty pro vejce a majonézu. Rovněž aktualizuje seznam obchodních názvů pro produkty rybolovu a akvakultury.

V oblasti medu je připravena nová vyhláška, která nahradí stávající vyhlášku č. 76/2003 Sb. A implementuje požadavky směrnice (EU) 2024/1438, novelizující směrnici Rady 2001/110/ES o medu. Nově bude povinné uvádět na etiketě všechny země původu medu v hlavním zorném poli, v sestupném pořadí a s procentuálním podílem. U balení do 30 gramů bude možné použít dvoupísmenné kódy dle normy ISO 3166-1.

Součástí příspěvku je rovněž přehled dalších připravovaných změn legislativy v oblasti školního stravování, označování potravin a souvisejících metodických vodítek a stanovisek Ministerstva zemědělství, Státní zemědělské a potravinářské inspekce a Státní veterinární správy.

Kontaktní adresa:

MVDr. Ing. Dana Tříška, Ministerstvo zemědělství, Odbor potravinářský, Oddělení potravinového řetězce, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1, e-mail: dana.triska@mze.cz

Označování potravin *Food Labelling*

Mačáková, P., Novotná Kružíková, K.

Ústav ochrany zvířat a welfare a veřejného veterinárního lékařství,
Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Označování potravin je zásadní složkou potravinového práva, klíčovým nástrojem pro ochranu zdraví spotřebitelů a zajišťuje transparentnost trhu. Právní předpisy, které vymezují povinné informace při uvádění potravin na trh, zahrnují jak evropskou (nařízení (EU) č. 1169/2011), tak národní (zákon č. 110/1997 Sb. a jeho prováděcí vyhlášky) legislativu. Tyto předpisy stanovují odlišné požadavky pro balené, zabalené a nebalené potraviny, přičemž všechny musí být označeny jasně, srozumitelně a nesmí být zavádějící. Odpovědnost za správné označení nese provozovatel potravinářského podniku, pod jehož jménem je potravinu uváděna na trh. Legislativa se neustále vyvíjí, zásadním aspektem je ochrana spotřebitele a zohlednění nových požadavků trhu a vývoje ve společnosti.

Klíčová slova: *právní předpisy, informace o potravinách, uvádění na trh, nařízení č. 1169/2011*

Abstract

Food labelling is an essential component of food law, a key tool for protecting consumers' health and ensuring market transparency. The legal regulations that define mandatory information when placing foodstuffs on the market include both European (Regulation (EU) No. 1169/2011) and national (Act No. 110/1997 Coll. and its implementing decrees) legislation. These regulations set different requirements for pre-packaged, pre-packaged and non-pre-packed foodstuffs, all of which must be labelled clearly, comprehensibly and not misleading. The responsibility for correct labelling lies with the food business operator under whose name the foodstuff is placed on the market. Legislation is constantly evolving, with a key aspect being consumer protection and the consideration of new market demands and developments in society.

Key words: *law, food information, placing on the market, regulation No. 1169/2011*

Úvod

Označování potravin je nedílnou součástí potravinového práva a významným nástrojem ochrany zdraví spotřebitelů. Informace uvedené na obalech potravin nejenže zajišťují splnění legislativních požadavků, ale především chrání spotřebitele před klamavými praktikami a přispívají k transparentnosti trhu. V době rostoucího zájmu o kvalitu, původ a složení potravin nabývá správné značení na důležitosti.

Právní rámec, který stanovuje, jaké informace musí být spotřebiteli sděleny, je dán jak národními, tak i evropskými předpisy. Základním právní předpisem je nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům a požadavky na národní úrovni upravuje zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, a jeho prováděcí vyhlášky.

Požadavky na označování potravin se liší v závislosti na způsobu jejich balení a prezentaci spotřebitelům:

Balená potravina – potravina umístěná do obalu výrobcem potraviny před uvedením do prodeje. Tento obal slouží k ochraně potraviny a nelze jej otevřít bez porušení.

Potravina balená bez přítomnosti spotřebitele = zabalená potravina – potravina, kterou do obalu umístí prodejce v nepřítomnosti zákazníka za účelem jejího bezprostředního prodeje.

Nebalená potravina = potravina balená v přítomnosti zákazníka – potravina, kterou do obalu umístí prodejce v přítomnosti zákazníka (např. pultový prodej) nebo sám zákazník (např. volně ložené nebalené ovoce a zelenina nebo pečivo) (zákon č. 110/1997 Sb.; nařízení č. 1169/2011).

Obecně platné zásady

Obecně platí, že informace o potravinách nesmějí být zavádějící, zejména pokud jde o charakteristiky potraviny, a zvláště o její povahu, totožnost, vlastnosti, složení, množství, trvanlivost, zemi původu nebo místo provenience, způsob výroby nebo získání. Dále nesmí být potravinám připisován účinek nebo vlastnosti, které daná potravina nemá. Informace také nesmí vyvolávat dojem, že daná potravina má zvláštní charakteristiky, pokud všechny podobné potraviny mají ve skutečnosti stejné charakteristiky. To platí zejména pro výslovné zdůrazňování přítomnosti nebo nepřítomnosti určitých složek nebo živin. Stejně tak nesmí vzniknout dojem, že potravina nebo její složka je přítomna na základě vzhledu, popisu nebo vyobrazení, pokud byla přirozeně se vyskytující součást nebo běžně používaná složka nahrazena jinou. Informace o potravině musí být přesné, jasné a spotřebitelům snadno srozumitelné.

Povinné informace o potravinách musí být k dispozici a snadno dostupné. Musí být umístěné na viditelném místě, tak aby byly dobře viditelné, snadno čitelné a je-li to vhodné nesmazatelné. Nesmějí být žádným způsobem skryty, zastřeny ani přerušeny jiným textem, vyobrazením či jiným zasahujícím materiálem ani od nich nesmí být odváděna pozornost. Čitelnost údajů souvisí s řadou faktorů jako je velikost a typ písma, mezery mezi písmeny, barva písma nebo pozadí apod. Je také dána výška písma, která souvisí s velikostí obalů. Povinně uváděné informace o potravinách se uvádějí v jazyce snadno srozumitelném spotřebitelům v členských státech, ve kterých je potravina uváděna na trh. U nás je zákonem o potravinách stanoven český jazyk.

Legislativa stanovuje, které údaje o potravinách musí být uváděny povinně. Dobrovolně lze uvádět i nepovinné údaje, avšak i v takovém případě musí splňovat požadavky kladené na povinné údaje.

Uvádění dalších dobrovolně poskytovaných informací je omezeno těmito obecnými zásadami:

- nesmějí uvádět spotřebitele v omyl,
- nesmějí být pro spotřebitele nejednoznačné,
- musí být v případech, kde je to vhodné, podloženy příslušnými vědeckými údaji,
- nesmějí být uvedeny na úkor prostoru pro povinné informace (nařízení č. 1169/2011).

Prodej potravin na dálku (např. přes internet), je také legislativně upraven. Tyto potraviny lze prodávat pouze jako balené a veškeré povinné informace s výjimkou data minimální trvanlivosti nebo data použitelnosti musí být spotřebiteli poskytnuty před dokončením nákupu např. prostřednictvím webové stránky nebo letáku. V okamžiku doručení musí být k dispozici veškeré povinné informace (nařízení č. 1169/2011).

Povinné údaje

1. Balené potraviny

Provozovatel potravinářského podniku, pod jehož jménem nebo obchodní firmou je balená potravina uváděna na trh, popř. dovozce potraviny na trh Evropské unie, je povinen zajistit, aby na obalu potraviny určeném pro spotřebitele nebo na etiketě k obalu připojené byly uvedeny následující povinné údaje, které jsou stanoveny nařízením (EU) č. 1169/2011 a zákonem o potravinách v paragrafu šest.

- a) **Název potraviny** je její zákonný název, který je uveden nejčastěji v prováděcích vyhláškách k zákonu o potravinách. Pokud takový název neexistuje, je názvem potraviny její vžitý název a v případě, že neexistuje nebo se nepoužívá, uvede se popisný název dané potraviny (čl. 17, nařízení č. 1169/2011).
- b) **Seznam složek** se nadepíše nebo uvede patřičným nadpisem obsahujícím slovo "složení" a následuje seznam složek, který potravina obsahuje. Uvádějí se všechny složky potraviny seřazené sestupně podle hmotnosti, stanovené v okamžiku jejich použití při výrobě potraviny. Složky se označují svým specifickým názvem, popřípadě podle pravidel stanovených v článku 17 a v příloze VI. Technická pravidla jsou uvedena v příloze VII, např. složky tvořící méně než 2 % konečného výrobku mohou být uvedeny v různém pořadí za ostatními složkami.
Seznam složek se nevyžaduje např. u potravin sestávajících se z jedné složky, pokud je název totožný s názvem složky nebo název potraviny umožňuje určit povahu složky bez rizika záměny (čl. 19, nařízení č. 1169/2011).
- c) **Alergeny = látky způsobující alergické reakce nebo nesnášenlivost.** Seznam alergenů je uveden v příloze II nařízení (EU) č. 1169/2011. Zásady označování určitých látek nebo produktů vyvolávajících alergie nebo nesnášenlivost definuje článek 21 nařízení č. 1169/2011. Uvádějí se v seznamu složek mezi povinnými údaji. Přitom je název látky nebo produktu ze seznamu v příloze II zvýrazněn tak, aby byl jasně odlišen od ostatních složek uvedených v seznamu, například typem či stylem písma nebo barvou pozadí. Nevyžaduje se v případech, kdy název potraviny jasně odkazuje na danou složku nebo pomocnou látku.
- d) **Množství určitých složek nebo skupin složek** použité při výrobě nebo přípravě potraviny se uvede, pokud je dotčená složka nebo skupina složek:
- uvedena v názvu potraviny nebo ji spotřebitelé s tímto názvem obvykle spojují
 - v označení zdůrazněna slovy, vyobrazením nebo grafickým znázorněním
 - důležitá pro charakterizaci potraviny a pro její odlišení od výrobků, s nimiž by mohla být záměna kvůli svému názvu nebo vzhledu (čl. 22, nařízení č. 1169/2011).
- Podrobnosti k uvádění množství složek stanovuje příloha VIII. Údaj o množství složky nebo skupiny složek se vyjádří jako procentní podíl, který odpovídá množství složky nebo složek v okamžiku jejich použití a uvede se v názvu potraviny, bezprostředně vedle tohoto názvu, nebo v seznamu složek společně s danou složkou či skupinou složek. V případě potravin, které ztratily po tepelné nebo jiné úpravě vlhkost, se uvedené množství vyjádří jako procentní podíl odpovídající množství použité složky nebo použitých složek v hotovém výrobku, pokud toto množství nebo celkové množství všech složek uvedených na etiketě nepřekračuje 100 %. V tom

případě se uvede množství na základě hmotnosti složky nebo složek použitých k přípravě 100 g konečného výrobku.

- e) **Čisté množství potravin** se vyjadřuje u tekutých produktů v objemových jednotkách (litrech, centilitrech nebo mililitrech) a u ostatních produktů v hmotnostních jednotkách (v kilogramech nebo gramech), jak je to vhodné (čl. 23, nařízení č. 1169/2011). Pravidla pro uvádění údajů o čistém množství a výjimky, kdy není potřeba je uvádět, jsou uvedeny v příloze IX. Např. u potravin, které jsou prodávány po kusech (je ale jasně viditelné a snadno spočitatelné), není tento údaj povinný.

Podle § 6 zákona č. 110/1997 Sb. v platném znění lze uvést na obalu symbol „e“ pro označení množství potravin jen tehdy, pokud byly splněny požadavky stanovené zákonem č. 505/1990 Sb., o metrologii a jeho vyhláškou č. 328/2000 Sb., o způsobu zhotovení některých druhů hotově baleného zboží, jehož množství se vyjadřuje v jednotkách hmotnosti nebo objemu.

- f) **Datum minimální trvanlivosti nebo datum použitelnosti, popřípadě datum zmrazení.** V případě potravin, které z mikrobiologického hlediska snadno podléhají zkáze, a mohou tedy po krátké době představovat bezprostřední nebezpečí pro lidské zdraví, se datum minimální trvanlivosti nahradí datem použitelnosti („spotřebujte do“). Po uplynutí data použitelnosti se potravinu nepovažuje za bezpečnou v souladu s čl. 14 odst. 2 až 5 nařízení (ES) č. 178/2002. Požadavky na uvedení dat jsou upraveny přílohou X. Datum zmrazení je povinný údaj u zmrazeného masa, zmrazených masných polotovarů a zmrazených nezpracovaných produktů rybolovu.
- g) **Zvláštní podmínky uchování nebo podmínky použití** se uvádí, pokud je potravinu vyžaduje. Aby bylo zajištěno správné uchování nebo použití potravinu po otevření obalu, uvádějí se v případě potřeby podmínky uchovávání nebo lhůta spotřeby (čl. 25, nařízení č. 1169/2011).
- h) **Jméno nebo obchodní název a adresu provozovatele potravinářského podniku,** pod jehož jménem nebo obchodním názvem je potravinu uváděna na trh, a není-li usazen v EU, tak dovozce potravinu na trh EU
- i) **Země původu nebo místo provenience** je povinným údajem v případech stanovených zvláštními právními předpisy (např. nařízením (ES) č. 1760/2000 u hovězího masa, nařízením (EU) č. 1337/2013 u vepřového, skopového, kozího a drůbežího masa, vyhláškou č. 76/2003 Sb. u medu) nebo v případech, kdy by mohl být spotřebitel uveden v omyl ohledně skutečné země původu nebo místa provenience. **Země původu nebo místo provenience primární složky** potravinu se uvádí, pokud je uvedena země původu nebo místo provenience potravinu a je odlišná od země původu nebo místa provenience primární složky (čl. 26, nařízení č. 1169/2011), a to v souladu s nařízením (EU) 2018/775, kterým se stanoví pravidla pro použití čl. 26 odst. 3 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, pokud jde o pravidla pro uvádění země původu nebo místa provenience primární složky potravinu.

- j) **Návod k použití** v případě potraviny, kterou by bez tohoto návodu bylo obtížné odpovídajícím způsobem použít. Musí být uveden tak, aby umožnil její náležité použití (čl. 27, nařízení č. 1169/2011).
- k) **Obsah alkoholu** je povinným údajem u nápojů o obsahu alkoholu vyšším než 1,2 % objemových a uvádí se v procentech objemových podle požadavků stanovených v příloze XII (čl. 28, nařízení č. 1169/2011).
- l) **Výživové údaje**, mezi povinné výživové údaje patří informace o energetické hodnotě a o množství tuků, nasycených mastných kyselin, sacharidů, cukrů, bílkovin a soli. Tyto údaje je možné doplnit uvedením množství jedné nebo více z následujících živin: mononenasycené mastné kyseliny, polynenasycené mastné kyseliny, polyalkoholy, škrob, vláknina, veškeré vitamíny nebo minerální látky. Údaje o energetické hodnotě a obsahu živin se vyjadřují na 100 gramů nebo 100 mililitrů. V případě údajů o vitamínech a minerálních látkách se navíc uvádí jako procentní podíl referenčních hodnot příjmu (čl. 30, nařízení č. 1169/2011).
Od požadavku na povinné výživové údaje jsou osvobozeny podle přílohy V nařízení č. 1169/2011 např. nezpracované potraviny, které obsahují jedinou složku nebo skupinu složek nebo produkty zpracované pouze zráním, které obsahují jedinou složku nebo skupinu složek.
- m) **Další povinné údaje u určitých druhů nebo skupin potravin** jsou uvedeny v příloze III n. 1169/2011 (např. „baleno v ochranné atmosféře“, „se sladidlem“).
- n) **Třída jakosti** se uvádí, je-li stanovena zvláštními právními předpisy (§ 6, zákon č. 110/1997 Sb.), např. nařízení (ES) č. 543/2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 1234/2007, pokud jde o obchodní normy pro drůbeží maso, u drůbeže stanovuje dvě třídy jakosti „A“ a „B“ nebo vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, stanoví třídy jakosti u šunek (třída nejvyšší jakosti, výběrová a standardní).
- o) **Výrobce** (jméno a příjmení nebo název anebo obchodní firma a adresa sídla provozovatele potravinářského podniku, který potravinu vyrobil) **u nápoje obsahujícího více než 20 % objemových alkoholu** (§ 6, zákon č. 110/1997 Sb.)
- p) **Označení šarže** se uvede písmeno „L“ s výjimkou případů, kdy je tento údaj zřetelně odlišitelný od ostatních údajů a není možná jeho záměna s jiným údajem. Označení šarže musí být snadno viditelné, jasně čitelné a nesmazatelné.
Nevztahuje se např. na potraviny označené datem minimální trvanlivosti nebo datem použitelnosti, pokud je toto datum vyjádřeno jako nekódované označení dne a měsíce v uvedeném pořadí (§ 9, zákon č. 110/1997 Sb.).
- q) **Identifikační označení u potravin živočišného původu** podle přílohy II nařízení č. 853/2004 musí provozovatelé potravinářských podniků zajistit, aby byly takto označeny předtím, než opustí výrobní zařízení. Značka musí být čitelná, nesmazatelná a znaky musí být snadno rozluštitelné. Na značce musí být uveden název země, ve které se zařízení nachází, a to buď plným názvem, nebo dvěma písmeny kódu,

v případě členských států se jedná o kódy BE, BG, CZ, DK, DE, EE, GR, ES, FR, HR, IE, IT, CY, LV, LT, LU, HU, MT, NL, AT, PL, PT, SI, SK, FI, RO, SE a UK(NI). Na označení musí být uvedeno číslo schváleného zařízení. Pokud označení umísťuje zařízení nacházející se v Unii, musí být označení oválné a obsahovat zkratku Evropské unie („EU“) v jednom z úředních jazyků Unie, a sice takto: EC, EU, EL, UE, EE, AE, ES, EÚ. Podle veterinárního zákona identifikační značka umístěná na živočišné produkty v podniku, závodě, popřípadě jiném zařízení v České republice musí obsahovat zkratku „EU“. Je stanoveno přechodné období, dokdy mohou být označeny zkratkou „ES“ a to do 31. prosince 2028.

Identifikační označení pro balení vajec není nezbytné, pokud jsou balení opatřena kódem balírny/třídírny.

r) Další údaje stanovené zvláštními právními předpisy pro danou komoditu potravin.

2. Zabalené potraviny

Provozovatel potravinářského podniku, pod jehož jménem nebo obchodní firmou je potravina zabalená bez přítomnosti spotřebitele pro účely bezprostředního prodeje podle nařízení č. 1169/2011 uváděna na trh, popř. dovozce potraviny na trh Evropské unie, je povinen podle podmínek stanovených pro balené potraviny v nařízení č. 1169/2011 zajistit na obalu potraviny určeném pro spotřebitele uvedení těchto údajů:

- jméno a příjmení nebo název anebo obchodní firma a adresa sídla provozovatele potravinářského podniku, který potravinu vyrobil – nevztahuje se na nezpracovaný produkt,
- název potraviny,
- čisté množství,
- seznam složek,
- země nebo místo původu,
- způsob uchování, jde-li o potraviny, u nichž by při nesprávném uchování mohla být ohrožena bezpečnost nebo zhoršená jakost stanovená prováděcím právním předpisem nebo výrobcem,
- datum použitelnosti nebo datum minimální trvanlivosti,
- údaje podle čl. 10 odst. 1 nařízení (EU) č. 1169/2011 (např. u potravin, jejichž trvanlivost byla prodloužena pomocí balicích plynů povolených podle nařízení (ES) č. 1333/2008 se uvede údaj "baleno v ochranné atmosféře" nebo u zmrazeného masa datum zmrazení),
- alergenů,
- údaj o množství hlavní složky v hmotnostních procentech,
- údaj o třídě jakosti, je-li stanoven zvláštními právními předpisy (drůbež, šunky),
- další údaje stanovené zvláštními právními předpisy pro danou komoditu potravin.

3. Nebalené potraviny

Provozovatel potravinářského podniku, který uvádí na trh nebalenou potravinu, je povinen tam, kde je tato potravina přímo nabízena k prodeji spotřebiteli, v její těsné blízkosti viditelně umístit snadno čitelné údaje (např. u cenovky):

- jméno nebo obchodní název a adresu sídla provozovatele potravinářského podniku, který potravinu vyrobil – nevztahuje se na nezpracovaný produkt,
- údaj o množství hlavní složky v hmotnostních procentech,
- údaj o třídě jakosti, stanoví-li tak prováděcí právní předpis nebo přímo použitelný předpis Evropské unie,
- název potraviny dle podmínek stanovených pro balené potraviny nařízením č. 1169/2011,
- země nebo místo původu dle podmínek stanovených pro balené potraviny nařízením č. 1169/2011, lze také v těsné blízkosti skupiny potravin uvést jako souhrnnou informaci vztahující se ke skupině potravin, kdy z této informace bude jasné a srozumitelně zřejmá souvislost mezi poskytnutými údaji a konkrétními potravinami.
- údaje podle čl. 10 odst. 1 nařízení (EU) č. 1169/2011 (např. „se sladidlem),
- údaj o čistém množství u pekařských a cukrářských výrobků,
- seznam složek a alergenů podle nařízení (EU) č. 1169/2011, jde-li o potravinu nabízenou k prodeji samoobslužným způsobem.

Dále je povinen v blízkosti místa nabízení nebalené potraviny k prodeji viditelně zpřístupnit podle podmínek stanovených pro balené potraviny v nařízení č. 1169/2011 snadno čitelné údaje (např. prostor kolem prodejního pultu – na vitrínu, vedle pultu, na zdi apod.):

- datum použitelnosti nebo datum minimální trvanlivosti, lze také uvést pouze na etiketě nebo obalu potraviny zabalené v místě prodeje na žádost spotřebitele,
- alergenů,
- další údaje stanovené zvláštními právními předpisy pro danou komoditu potravin.

Dále je povinen na vyžádání spotřebitele sdělit nebo v blízkosti místa nabízení nebalené potraviny k prodeji viditelně a snadno čitelně zpřístupnit (např. osobní sdělení od obsluhy nebo v šanonu u pultu, na nástěnce apod.):

- seznam složek,
- údaj o množství složek (zdůrazněné).

Závěr

Legislativa oblasti potravin se neustále mění, a proto je důležité, aby se ti, co uvádějí potraviny na trh, pravidelně seznamovali se změnami a novými právními předpisy. Jsou to provozovatelé potravinářských podniků, kdož jsou v celém komplexu zacházení s potravinami zodpovědní za potraviny uváděné do tržní sítě a oni nesou následky plynoucí z porušování závazných právních předpisů.

Literatura

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 05-08-2025]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení směrnice Komise

87/250/EHS, směrnice Rady 90/496/EHS, směrnice Komise 1999/10/ES, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES, směrnic Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a nařízení Komise (ES) č. 608/2004. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 04-08-2025]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Nařízení Komise (ES) č. 543/2008, ze dne 16. června 2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 1234/2007, pokud jde o obchodní normy pro drůbeží maso. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 04-08-2025]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 05-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>.

Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 05-08-2025]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>.

Kontaktní adresa

MVDr. Petra Mačáková, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ochrany zvířat a welfare a veřejného veterinárního lékařství, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: macakovap@vfu.cz

Značení jakosti potravin

Food Quality Labelling

Novotná Kružíková, K., Mačáková, P.
Veterinární univerzita Brno

Abstrakt

Příspěvek se zabývá označováním jakosti potravin, která jsou upravena platnými právními předpisy. Jedná se o značení kvality potravin napříč všem komoditami např. „bio/eko“, „bez lepku“ či značky kvality s odkazem na původ, kam patří např. „česká potravina“, „chráněné označení původu“, „chráněné zeměpisné označení“ či „zaručená tradiční specialita“. U konkrétních komodit je jakost potravin v některých případech charakterizována značením konkrétních vlastností např. např. u šunky (% čistých svalových bílkovin), vajec (čerstvost) či mléka (obsah tuku), olivový olej (metoda získávání). Spotřebiteli je tak jasně poskytována informace o jakosti potravině, podle které se rozhoduje, kterou potravinu upřednostní ve svém výběru. Jakostní potraviny upřednostňuje asi 24 % spotřebitelů a 25 % respondentů upřednostňuje ve svém rozhodování původ. Proto označování jakosti při uvádění potraviny na trh hraje klíčovou roli.

Klíčová slova: *jakost, bio, bez lepku, CHOP, CHZO*

Abstract

The paper deals with the labelling of food quality, which is regulated by valid legal regulations. These are quality labels across all commodities such as "bio/eco", "gluten-free" or quality marks with reference to origin, which include, for example, "Czech food", "protected designation of origin", "protected geographical indication" or "traditional specialty". In the case of specific commodities, the quality of foodstuffs is in some cases characterized by marking specific properties, e.g. e.g. ham (% of pure muscle protein), eggs (freshness) or milk (fat content). The consumer is thus clearly provided with information about the quality of the foodstuff, on the basis of which he decides which foodstuff he prefers in his choice. About 24% of consumers prefer quality food to price and origin, and therefore quality labelling also plays a key role in the marketing of foodstuffs.

Key words: *quality, bio, gluten free, PDO, PGI.*

Úvod

Kvalita potravin je pro spotřebitele významná. Proto vznikly značky kvality potravin, které mají vyzdvihnout danou jakost/kvalitu potraviny a umožnit tak spotřebiteli jasné vodítko k výběru té správné potraviny. Postupem času bylo vytvořeno různými institucemi či spolky mnoho značek a není tak výjimkou, že na obalu výrobku najdeme i více jak čtyři značky dokladující kvalitu výrobku. Některé označení však vyplývá z platných právních předpisů, a to národních i mezinárodních. Cílem příspěvku je stručně shrnout legislativně upravené značky odkazující na kvalitu, které se mohou vykytovat na českých výrobcích případně ty, které jsou známy v celé šíři Evropské unie a je možné se s nimi na výrobcích v České republice setkat. Právní předpisy i odkazy na webové stránky k jednotlivým uváděným značkám jsou uvedeny v tab. č. 1.

Značení kvality

Logo EU a ČR pro ekologickou produkci

Produkty a výrobky pocházející z ekologické produkce a splňující legislativní podmínky nařízení (EU) 2018/848 se označují v češtině jako „ekologické“ nebo „biologické“ přičemž odvozeniny od těchto slov (např. eko, bio) jsou přípustné. V angličtině je používán výraz „organic“. V případě produktů a potravin vyrobených v souladu s tímto nařízením je možno kromě samotného označení použít logo Evropské unie pro ekologickou produkci „eurolist“. Podle článku 23 nařízení (EU) 2018/848 se musí na obalu uvést zemědělská produkce a kód kontrolní organizace. Výrazy odkazující na ekologickou produkce se nesmí uvádět na produktech (případně jeho složkách), který obsahuje geneticky modifikovaný organismus nebo je z něj získán. Použití označení či loga je podmíněno získáním certifikátu od certifikační organizace, která tímto potvrzuje, že produkt či výrobek byl vyprodukován či vyroben podle zásad ekologické produkce a v souladu s nařízením o ekologické produkci a označování ekologických produktů. V České republice jsou v současnosti čtyři soukromé kontrolní certifikační organizace, které na základě veřejnoprávní smlouvy s Ministerstvem zemědělství ověřují v rámci celého procesu ve všech fázích produkce, přípravy a distribuce, zda produkty a výrobky byly vyprodukovány v souladu s tímto nařízením. Základním pravidlem je, že označení se nesmí použít, pokud výrobky obsahují méně než 95 % bio surovin.

Pokud je potravina vyrobená v České republice a splňuje požadavky zákona č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství uvádí na svém obalu označení „produkt ekologického zemědělství“, tzv. „biozebru“, logo ČR pro ekologickou produkci (tab. č. 1; Vyhláška č. 16/20006 Sb.). Označení „bio“ nebo „eko“ lze na obal biopotraviny uvést tehdy, pokud na výrobu bylo použito více než 95 % hmotnosti nebo objemu bioproduktů, přídatných látek a pomocných látek.

Systém chráněných značení potravin

Evropská unie používá systém chráněných značení potravin, jehož pravidla jsou stanovena v několika právních předpisech. Jedná se o:

- nařízení (EU) 2024/1143 o zeměpisných označeních pro víno, lihoviny a zemědělské produkty, jakož i zaručené tradiční speciality, a o nepovinných údajích o jakosti pro zemědělské produkty, kterým se mění nařízení (EU) č. 1308/2013, (EU) 2019/787 a (EU) 2019/1753 a zrušuje nařízení (EU) č. 1151/2012
- nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2025/27, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1143 o pravidla týkající se zápisu a ochrany zeměpisných označení, zaručených tradičních specialit a nepovinných údajů o jakosti a kterým se zrušuje nařízení v přenesené pravomoci (EU) č. 664/2014
- prováděcí nařízení Komise (EU) 2025/26 ze dne 30. října 2024, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1143, pokud jde o zápisy, změny, rušení, prosazování ochrany, označování a oznamování v souvislosti se zeměpisnými označeními a zaručenými tradičními specialitami, a kterým se mění prováděcí nařízení (EU) 2019/34, pokud jde o zeměpisná označení v odvětví vína, a zrušují prováděcí nařízení (EU) č. 668/2014 a (EU) 2021/1236.
- národní legislativa: zákon č. 452/2001 Sb., o ochraně označení původu a zeměpisných označení a o změně zákona o ochraně spotřebitele, ve znění pozdějších předpisů.

V rámci EU jsou uplatňovány dva režimy jakosti používající ochranné známky, a to Chráněné označení původu (Protected designation of origin – PDO) a Chráněné zeměpisné označení Protected geographical indication – PGI). Potraviny zapsané v Seznamu všech chráněných názvů je pak uveden v on-line databázi eAmbrosia (<https://ec.europa.eu/agriculture/eambrosia/geographical-indications-register/>).

Jedná se o registr vín, registr zemědělských produktů a potravin a registr lihovin, kde jsou tyto potraviny zapsány a chráněny v celé EU. Databáze poskytuje přímý přístup k informacím o všech zapsaných zeměpisných označeních, včetně právních nástrojů ochrany a specifikací produktů. Zobrazuje také data a odkazy na žádosti a zveřejnění před zápisem zeměpisných označení. K 5. září 2025 zde bylo celkem 3946 záznamů, z toho 3601 záznamů registrovaných názvů původem z EU a z toho 44 z České republiky.

Chránění označení původu (CHOP)

Značkou chráněné označení původu se označuje produkt, který pochází z určitého místa či regionu (země) jehož jakost nebo vlastnosti jsou zásadně nebo výlučně, jehož jakost nebo vlastnosti jsou zásadně nebo výlučně dány konkrétním zeměpisným prostředím s jeho vlastními přírodními a lidskými činiteli a u něhož všechny fáze produkce probíhají ve vymezené zeměpisné oblasti. Označení CHOP nese např. Pohořelický kapr vyznačující se velmi dobrou zmasilostí, vysokohřbetostí a malou hlavou, jež je výhradně chován v okresech Břeclav a Znojmo v Jihomoravském kraji.

Chráněné zeměpisné označení (CHZO)

Produkt pocházející z určitého místa, regionu nebo země, jehož danou jakost, pověst nebo jiné vlastnosti lze přičíst především jeho zeměpisnému původu a u něhož alespoň jedna z fází produkce probíhá ve vymezené zeměpisné oblasti lze označit ochrannou známkou Chráněné zeměpisné označení. Příkladem je Český modrý mák vyznačující se výjimečnými senzorickými a výživovými vlastnostmi, jež jsou vázány na kombinaci specifických půdních typů a daných klimatických podmínek v dané zeměpisné oblasti

Zaručená tradiční specialita

Jedním z dalších režimů je zaručená tradiční specialita (ZTS), která má za cíl zachovat tradiční metody produkce a tradiční receptury, chránit potraviny s tradičním charakterem a propagovat jejich jedinečný profil na trhu. Produkty s označením ZTS nemusejí být spjaty s konkrétní geografickou oblastí, avšak jejich receptura, složení či postup přípravy musí být tradiční a významně se odlišující od obdobných produktů na trhu. Označení ZTS můžeme vidět například na výrobku Pražská šunka, která se od ostatních výrobků odlišuje způsobem výběru a opracování suroviny, finální výrobek je pak spojován s charakteristickým tvarem a chutí.

Značení zvláštních vlastností

Bez lepku

Pojem „bez lepku“ je regulován prováděcím nařízením (EU) č. 828/2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům. Tvzení bez lepku lze použít, pokud potravina neobsahuje ve stavu, v němž je prodávána konečnému spotřebiteli, více než 20 mg/kg lepku. Potravinu lze také označit tvzením „velmi nízký obsah lepku“ za předpokladu, že u potravin, jež sestávají z jedné nebo více složek vyrobených z pšenice, žita, ječmene, ovsa nebo jejich kříženců, které byly speciálně zpracovány tak, aby v nich byl snížen obsah lepku, nebo tyto složky

obsahují, činí obsah lepku v potravine ve stavu, v němž je prodávána konečnému spotřebiteli, nejvýše 100 mg/kg.

Bez laktózy

Potraviny s nízkým obsahem laktózy nebo bezlaktózové upravuje vyhláška č. 54/2004 Sb. o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití. Potraviny mohou být označeny jako „bezlaktózové“ pokud obsahují méně než 10 mg laktózy ve 100 g nebo 100 ml potraviny nebo jako „s nízkým obsahem laktózy“ pokud obsahují méně než 1 g laktózy ve 100 g nebo 100 ml.

Značení původu

Česká potravina

Výrobek původem z České republiky lze dobrovolně označit výrazem „Česká potravina“ nebo grafickým znázorněním české vlajky se slovním spojením „Česká potravina“, které je uvedeno na obr. č 1. Toto označení je zakotveno v zákoně č. 110/1997 Sb., v § 9b a další podrobnosti uvádí vyhláška č. 417/2016 Sb. o některých způsobech označování potravin.

Tabulka 1: Značky kvality, jejich loga a právní předpis, který je upravuje

Značka	Logo	Právní předpis	Použití
Česká potravina		zákon č. 110/1997 Sb.	ČR
Eurolist „organic“		nařízení (EU). 848/2018	EU
Biozebra „eko“ „bio“		zákon č. 242/2000 Sb. vyhláška č. 16/2006 Sb.	ČR
Chráněné označení původu (CHOP)			EU
Chráněné zeměpisné označení (CHZO)		nařízení (EU) č. 2024/1143	EU
Zaručená tradiční specialita (ZTS)			EU
Bez lepku/ Gluten free	„bez lepku“ „velmi nízký obsah lepku“	nařízení (EU) č. 828/2014	EU
S nízkým obsahem laktózy/ bezlaktózové	Nízký obsah: bezlaktózové:	vyhláška č. 54/2004 Sb.	ČR

EP=evropský parlament; Sb.= sbírka; R=Rada, K=Komise

Takto lze označit v případě nezpracované potraviny tu potravinu, pokud 100 % všech složek celkové hmotnosti nezpracované potraviny, vinařských produktů nebo mléka pochází z České republiky, a prvovýroba, narození, chov, porážka zvířat a všechny fáze výroby proběhly na území České republiky. S výjimkou vinařských produktů lze takto označit i zpracované potraviny, pokud součet hmotnosti složek pocházejících z České republiky tvoří nejméně 75 % celkové hmotnosti všech složek a výroba proběhla na území České republiky. Podle zákona o potravinách lze potravinu označit slovním spojením

„vyrobena v České republice“ nebo slovy se stejným významem pro spotřebitele, pokud výroba proběhla na území ČR, přičemž výroba zahrnuje čištění, třídění, upravování, opracování, a zpracování včetně balení nebo krájení či jiném způsobu dělení potravin a dalšího balení, pokud proběhly na území ČR.

Značení jakosti

U některých potravin právní předpisy stanovují třídy jakosti. Na základě těchto jakostních tříd si pak spotřebitel danou potravinu vybírá podle svých preferencí. Třídy jakosti jsou u některých komodit stanovené právním předpisem, v EU se jedná o tzv. harmonizované předpisy a jsou v nařízení (EU) č. 1308/2013 o společné organizaci trhu. Třída jakosti se na obalu potravin musí uvést, v současné době jde o uvedení písemné. Označení tříd jakosti pro dané komodity a jejich právní předpis uvádí tabulka č. 2. U některých potravin je potřeba uvést třídu jakosti podle národních právních předpisů, např. u šunky podle vyhlášky č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich.

Tabulka 2: Komodity s třídami jakosti a právní předpis, který je upravuje

Komodita	Třídy jakosti	Právní předpis
Vejce	třída A (čerstvá) třída B pouze do potr. průmyslu	nařízení (EU) č. 1308/2013
Panenský olivový olej	extra panenský olivový olej panenský olivový olej lampantový olivový olej	nařízení (EU) č. 1308/2013
Drůbež	třída A třída B	nařízení (EU) č. 543/2008
Mléko	plnotučné: min 3,5 % tuku polotučné 1,5-1,8 % tuku odstředěné: max 0,5 % tuku	nařízení (EU) č. 1308/2013
Šunky	nejvyšší jakost: obsah čistých svalových bílkovin min 16 % výběrová: obsah čistých svalových bílkovin min 13 % standardní: obsah čistých svalových bílkovin nejméně 10 % výběrová jakost	vyhláška č. 69/2016 Sb.
Ovoce/zelenina	jakost I jakost II	nařízení (EU) 2023/2429

Závěr

Značení kvality potravin představuje významný prvek v systému informování spotřebitele, jehož cílem je podpořit transparentnost trhu a důvěru v potravinářské produkty. Legislativně zakotvené označení jakosti a kvality, jako jsou ekologická produkce, chráněná označení původu, zeměpisná označení a zaručené tradiční speciality, česká potravina, potravina bez lepků apod. reflektují nejen požadavky na jakost, ale také kulturní a regionální specifika výroby. Jejich aplikace je podmíněna splněním přesně definovaných právních kritérií, vycházejících z národní i evropské legislativy. Tyto systémy značení umožňují spotřebiteli kvalifikovanou volbu na základě ověřených informací.

Literatura

Evropská Unie. Nařízení evropského parlamentu a rady (EU) 2018/848 ze dne 30. května 2018 o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 834/2007. *Úřední věstník Evropské unie L 152*, 14/6/2018, s. 1-91.

Evropská Unie. nařízení evropského parlamentu a rady (EU) 2024/1143 o zeměpisných označeních pro víno, lihoviny a zemědělské produkty, jakož i zaručené tradiční speciality, a o nepovinných údajích o jakosti pro zemědělské produkty, kterým se mění nařízení (EU) č. 1308/2013, (EU) 2019/787 a (EU) 2019/1753 a zrušuje nařízení (EU) č. 1151/2012. *Úřední věstník Evropské unie L*, 23/4/2024, s. 1-76.

Evropská Unie. Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2025/27, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1143 o pravidla týkající se zápisu a ochrany zeměpisných označení, zaručených tradičních specialit a nepovinných údajů o jakosti a kterým se zrušuje nařízení v přenesené pravomoci (EU) č. 664/2014. *Úřední věstník Evropské unie L*, 15/1/2025, s. 1-10.

Evropská Unie. Prováděcí nařízení Komise (EU) 2025/26 ze dne 30. října 2024, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1143, pokud jde o zápisy, změny, rušení, prosazování ochrany, označování a oznamování v souvislosti se zeměpisnými označeními a zaručenými tradičními specialitami, a kterým se mění prováděcí nařízení (EU) 2019/34, pokud jde o zeměpisná označení v odvětví vína, a zrušují prováděcí nařízení (EU) č. 668/2014 a (EU) 2021/1236. *Úřední věstník Evropské unie L*, 15/1/2025, s. 1-70.

Evropská Unie. Prováděcí nařízení Komise (EU) č. 828/2014 ze dne 30. července 2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepků v potravinách spotřebitelům. *Úřední věstník Evropské unie L228*, 31/7/2014, s. 5-8.

Evropská Unie. Nařízení evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty a zrušují nařízení Rady (EHS) č. 922/72, (EHS) č. 234/79, (ES) č. 1037/2001 a (ES) č. 1234/200. *Úřední věstník Evropské unie L347*, 17/12/2013, s. 671-853.

Evropská Unie. Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2023/2429 ze dne 17. srpna 2023, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, pokud jde o obchodní normy pro odvětví ovoce a zeleniny, některé výrobky z ovoce a zeleniny a odvětví banánů, a zrušuje nařízení Komise (ES) č. 1666/1999 a prováděcí nařízení Komise (EU) č. 543/2011 a prováděcí nařízení Komise (EU) č. 1333/2011. *Úřední věstník Evropské unie L*, 3/11/2023, s. 1-77.

Česká republika. Zákon č. 242/2000 Sb., ze dne 29. června 2000 o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů*, 2000, č. 73, s. 3499-3512.

Česká republika. Zákon č. 110/1997 Sb., ze dne 24. dubna 1997, o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. *Sbírka zákonů*, 1997, č. 38.

Česká republika. Vyhláška č. 54/2004 Sb. o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití. *Sbírka zákonů*, 2004, č. 17.

Kontaktní adresa

Ing. Kamila Novotná Kružíková, Ph.D. Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství potravin, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, palackého třída 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: novotnakruzik@vfu.cz

Jak spotřebitelé rozumí údajům na obalech? *How Do Consumers Interpret the Information on Packaging?*

Havlová, L.¹, Singrová, E.², Tremlová, B.¹

¹Veterinární univerzita Brno

²Státní zemědělská a potravinářská inspekce Brno

Souhrn

Cílem této práce bylo ověřit, zda jsou informace uvedené na obalech potravin dostatečně srozumitelné pro běžného spotřebitele. Úvodní část je věnována obecným preferencím spotřebitelů při nákupu potravin. Dále se práce zaměřuje na vnímání konkrétních pojmů uváděných na etiketách potravin. Pomocí dotazníkového šetření, kterého se zúčastnilo celkem 614 respondentů různých věkových kategorií, bylo zjištěno, že některé údaje na obalech potravin nejsou dostatečně jasné a srozumitelné. Více než 70 % dotázaných nerozumělo označení výrobku „Mana“ a „lipos(z)omální“. Pojmu „Frizzante“ rozumělo 44,6 % dotázaných, kteří zvolili variantu, že se jedná o víno. Téměř 32 % oslovených spotřebitelů si je vědoma, že při nákupu potravin přes internet nemusí být uvedeno datum spotřeby či minimální trvanlivosti. Většina respondentů (59,6 %) dále uvedla, že neví, co znamená pojem „Nejnižší 30D“ uváděný na regálové etiketě a 77,7 % spotřebitelů vnímá jako klamavý údaj o množství, který je sice uveden správně, ale obal je naplněn jen z části a není do něho vidět. Průzkum dále ukázal, že 67 % dotázaných není nakloněno konzumaci hmyzu. Dotazníkové šetření ukázalo, že na etiketách potravin se vyskytují údaje, které nejsou pro spotřebitele dostatečně srozumitelné a jednoznačné a je potřeba se konkrétními pojmy v rámci značení potravin dále zabývat, aby nedocházelo k uvádění spotřebitele v omyl a byla tak naplněna podstata nařízení (EU) č. 1169/2011.

Klíčová slova: *značení potravin, srozumitelnost, dotazníkové šetření*

Abstract

The aim of this work was to verify whether the information provided on food packaging is sufficiently comprehensible for the average consumer. The introductory section focuses on the general preferences of consumers when purchasing food. Furthermore, the work examines the perception of specific terms stated on food labels. A questionnaire survey was conducted with a total of 614 respondents from various age groups, revealing that some information on food packaging is not sufficiently clear or understandable. More than 70% of respondents did not understand the product designations “Mana” and “lipos(z)omal.” The term “Frizzante” was understood by 44.6% of respondents, who identified it as a type of wine. Almost 32% of the surveyed consumers are aware that, when purchasing food online, the use-by or best-before date may not be indicated. The majority of respondents (59.6%) also stated that they do not know what the term “Lowest 30D” on a shelf label means, and 77.7% of consumers consider the indication of quantity to be misleading when it is formally correct but the packaging is only partially filled and not transparent. The survey further showed that 67% of respondents are not inclined to consume insects. The questionnaire survey revealed that food labels often contain information that is not sufficiently clear and unambiguous for consumers, and that specific terms used in food labelling need to be further addressed in order to prevent consumer deception and to ensure compliance with Regulation (EU) No. 1169/2011.

Key words: *food labelling, research survey, comprehensive*

Úvod

V současné době jsou obecné zásady, požadavky a povinnosti v oblasti označování potravin dány nařízením Evropského parlamentu (EP) a Rady Evropské unie (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům (Evropská unie, 2011; Míková, 2024). Nařízení (EU) č. 1169/2011 (Evropská unie, 2011) stanovuje pravidla týkající se dostupnosti a umístění povinných informací o potravinách, způsobu jejich uvádění včetně velikosti písma a jazykových požadavků. Toto nařízení rovněž vyžaduje, aby informace byly jasné a srozumitelné, protože jsou zásadní při výběru potravin a pro správnou orientaci mezi výrobky. I přes to, že se nařízení (EU) č. 1169/2011 snaží mimo jiné také chránit spotřebitele před uváděním v omyl, některá ustanovení jsou příliš obecná a nedořešené otázky mohou být problémem také pro provozovatele potravinářských podniků, kteří nesou plnou zodpovědnost za správné označení výrobků. Stejně tak může způsobit velký problém výklad některých obecně formulovaných požadavků, který není vždy jednotný (Míková, 2024) a není vždy jednoduché ani pro kontrolní organizace zaujmout jednoznačné stanovisko.

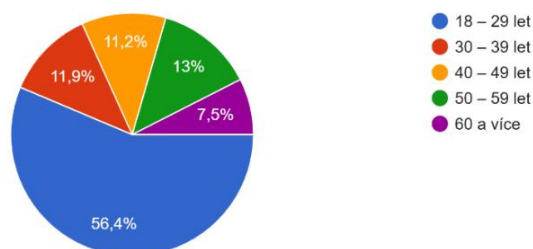
Cílem této práce bylo zjistit, jak spotřebitelé rozumí konkrétním informacím uvedeným na obalech potravin a zda jsou tyto údaje pro spotřebitele dostatečně srozumitelné. Výsledky dotazníkového šetření mohou poskytnout odpověď na to, zda je konkrétní značení potravin dostatečně jednoznačné a srozumitelné a naplňuje tak podstatu nařízení (EU) č. 1169/2011 (Evropská unie, 2011). Získané poznatky mohou také přispět k lepší orientaci spotřebitelů mezi používanými pojmy, případně kontrolním orgánům usnadnit posuzování vhodnosti používaných označení na etiketách potravin.

Materiál a metodika

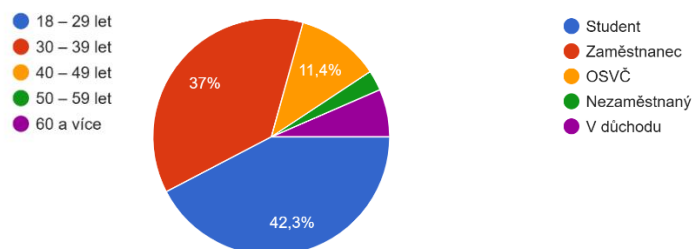
Dotazy pro respondenty byly připraveny ve spolupráci se Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí (SZPI) a data byla shromážděna prostřednictvím dotazníkového šetření pomocí formuláře vytvořeného v aplikaci Google Forms. Distribuce dotazníku byla zajištěna studenty Veterinární univerzity Brno v rámci předmětu Značení potravin. Dotazníkového šetření se zúčastnilo celkem 614 respondentů v průběhu let 2024 a 2025. Demografické údaje respondentů jsou shrnuty v úvodní části kapitoly Výsledky a diskuze.

Výsledky a diskuze

Do dotazníkového šetření se zapojilo 63,2 % (n = 388) žen a 36,8 % (n = 226) mužů v různých věkových kategoriích, kdy největší část respondentů tvořila kategorie ve věku 18 – 29 let (56,4 %; n = 346). Další věkové skupiny byly zastoupeny v menší míře, jak ukazuje Graf 1. Většina dotazovaných 68,6 % (n = 421) měla středoškolské vzdělání, 24,9 % (n = 153) dosáhlo vysokoškolského vzdělání a 6,5 % (n = 40) mělo vzdělání základní. Zastoupení respondentů dle aktuálního pracovního statusu zobrazuje Graf 2.

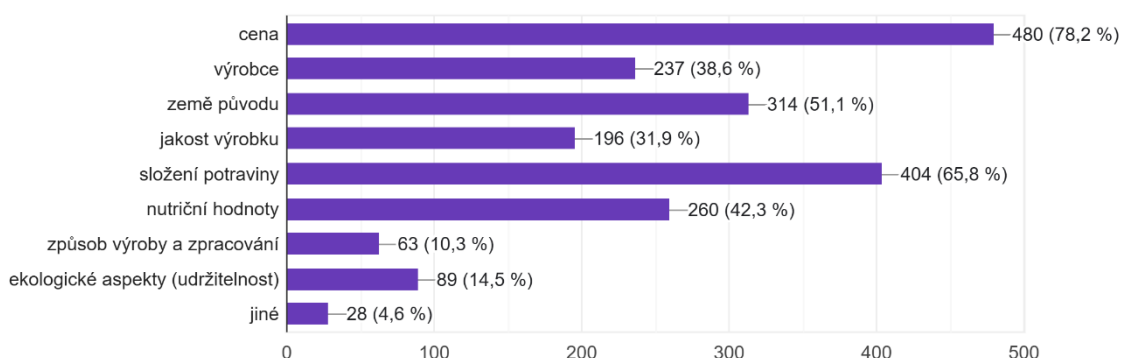


Graf 1: Věk respondentů.



Graf 2: Pracovní status respondentů.

Úvodní dotazy se týkaly obecných preferencí při nákupu potravin. Jedna z úvodních otázek byla zaměřena na to, zda respondenti vůbec čtou informace na etiketách potravin, kdy téměř 70 % dotázaných zvolilo kladnou odpověď (25,6 % určitě ano; 44,3 % spíše ano), zatímco odpověď spíše ne upřednostnilo 26,9 % a určitě ne 3,3 % tázaných spotřebitelů. Další otázka se týkala informací o potravinách, které spotřebitele zajímají nejvíce. V tomto případě bylo možné označit více odpovědí. Výsledky ukázaly (Graf 3), že nejvíce respondenty zajímá cena (78,2 %) a složení potraviny (65,8 %), dále se na předních místech umístily také země původu (51,1 %), nutriční hodnoty (42,3 %) a výrobce (38,6 %) a následovaly informace o jakosti výrobku s 31,9 %. Studie Ipsos Food Trends, která monitorovala trendy ve stravování uvádí, že tři čtvrtiny spotřebitelů se zajímá o zemi původu potraviny s tím, že preferují lokální produkty (Petrová, 2024).



Graf 3: Odpověď na otázku: Jaké informace o potravinách Vás nejvíce zajímají?

Zajímavé výsledky byly zjištěny u dotazu, zda spotřebitelé důvěřují informacím uvedeným na potravinách. Nejvíce respondentů zvolilo odpověď spíše ano (66,9 %) a určitě ano (22,1 %), nicméně 9,9 % respondentů se přiklonilo k možnosti „spíše ne“. Většina dotázaných (72,7 %) dále upřednostňuje výrobky s označením např. český výrobek, vyrobeno v ČR, regionální potravina apod. před stejnými výrobky bez takového označení. Zatímco potraviny označené jako „tradiční“, „vyrobeno podle tradiční receptury“ nebo „retro“ vnímá jako kvalitativně lepší výrobek pouze 29,3 %, naopak 54,6 % respondentů tyto výrobky nevnímá jako kvalitativně lepší a 16,1 % dotázaných uvedlo, že neví.

Podle průzkumu agentury Ipsos zhruba desetina Čechů omezuje konzumaci masa (Kneblíková, 2022). V rámci našeho šetření byly některé dotazy zaměřeny také na konkrétní údaje na obalech potravin týkající se alternativ živočišných výrobků s cílem zjistit, jak těmto konkrétním sdělením běžný spotřebitel rozumí. Naše výsledky ukázaly, že 73,8 % dotázaných považuje označení výrobků „smetana“, „smetanový“, u kterých byla použita pouze rostlinná náhražka smetany, jako klamavé. U dotazu, jak spotřebitel rozumí označení výrobků: „hrachový párek“, „vege burger“, „ne-rybí fileť“, „veganský řízek“, „sójové maso“ apod. Dle výsledků, 87 % respondentů zvolilo možnost, že potravina vypadá jako masný výrobek, ale místo masa obsahuje rostlinnou složku (hrách, sóju...). Zatímco potravina označená jako „burger v kuřecím stylu“, „burger a lá kuře“, „rostlinný Gyros chicken style“ dle 53,9 % dotázaných neobsahuje kuřecí maso, ale podle 25,7 % respondentů kuřecí maso obsahuje a 20,4 % uvedlo že neví.

Nejednoznačné odpovědi byly u dotazu, jak spotřebitel vnímá označení „nutričně kompletní jídlo“, např. na potravině „**Mana**“. Nejvíce 35,3 % respondentů zvolilo možnost, že se jedná o doplněk stravy, 27,4 % uvedlo, že neví, 26,2 % vybralo možnost, že jde o běžnou potravinu a 11,1 % se přiklonilo k variantě, že se jedná o potravinu pro zvláštní lékařské účely. Termínu „**lipos(z)omální**“ (lepší vstřebatelnost) na etiketě potraviny jasně rozumí pouze 17,1 % dotázaných, zatímco 82,9 % tomuto označení nerozumí.

Z dotazníkového šetření dále vyplývá, že spotřebitelé převážně rozumí (69,4 %) výrazu „**flavour**“ („příchuť“), „**flavoured**“ („ochucený“), na etiketě výrobku. Pouze 20,5 % dotázaných uvedlo, že výrazu nerozumí a 10,1 % zvolilo odpověď nevím. Rozdíl ve složení potraviny označené jako „**jahodová**“ a „**s příchutí jahod**“ vnímá 79 % oslovených, zatímco 14,5 % rozdíl v označení nereflektuje a 6,5 % uvedlo, že neví. Podobný výsledek byl zaznamenán u dotazu, zda je rozdíl mezi „**sorbetem**“ a „**vodovou**“ zmrzlinou, kdy 71,8 % vnímá rozdíl v označení, 14 % zvolilo možnost nevím a 14,2 % v pojmech nevnímá žádný rozdíl.

Označení „**decaf**“ (bezkofeinový) na nápoji rozumí správně 60,9 % respondentů, kteří zvolili možnost, že nápoj neobsahuje kofein. Tomuto označení ale nerozumělo 34,2 % spotřebitelů a 4,9 % si myslí, že takto označený nápoj kofein obsahuje.

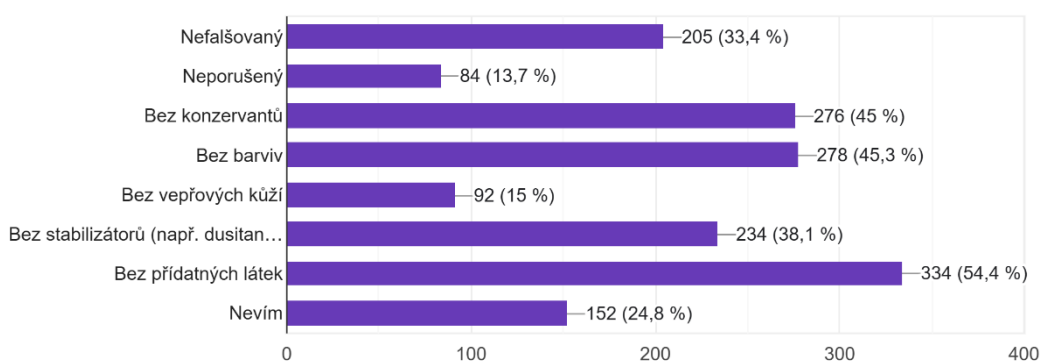
Další dotazy byly zaměřeny na označování nápojů ať už s obsahem alkoholu nebo bez. Pojem „**nealkoholický destilát**“ legislativa nedefinuje podobně jako označení „0,0 % alk.“. Jedná se o dobrovolné označení výrobce, kdy by se mělo jednat o výrobek, který neobsahuje alkohol (resp. max. 0,5 % obj. alkoholu), a byl vyroben destilací. Limit pro obsah alkoholu u nealkoholických nápojů je dle vyhlášky č. 248/2018 Sb. stanoven na 0,5 % obj. alkoholu. Pokud je výrobek označen „0,0 % alc.“ nesmí výrobek obsahovat alkohol žádný (Česká republika, 2018; SZPI, 2025).

Pomocí dotazníkového šetření bylo zjištěno, že většina spotřebitelů (88,8 %) od nápojů označených jako „**nealkoholický destilát**“ (nápoj, který obsahuje max. 0,5 % obj. alkoholu a byl vyroben destilací) očekává nápoj, který obsahuje max. 0,5 % obj. alkoholu. Co se týká označení nápojů, u kterých je uvedeno „**0.0% alc.**“ (nápoj, který neobsahuje žádný alkohol), 84 % dotazovaných očekává nápoj, který obsahuje 0,0 % obj. alkoholu a 16 % se přiklonilo k variantě, že nápoj obsahuje max. 0,5 % obj. alkoholu. Pod označením nápoje „**Frizzante**“ nebo „**Frízo**“ (jemně perlivé víno) 44,6 % dotázaných uvedlo, že jde o víno, zatímco 31,9 % si myslí, že se jedná o jiný alkoholický nápoj než víno a 23,5 % neví o jaký výrobek se jedná. Na dotaz, jestli spotřebitel považuje pojmy „**Švestka**“, „**Meruňka**“ či „**Hruška**“ používané při označování lihovin za označení ovocného destilátu, zvolilo 69,7 % respondentů možnost ano, 19,9 % zvolilo variantu ne a 10,4 % odpověď nevím.

Většina respondentů (69,7 %) nevnímá při výběru vína vyobrazení sklepa, zámku, vinohradu s kapličkou nebo krajiny jako odkaz na původ výrobku a víno vybírá podle názvu výrobce, či jiných atributů, zatímco 30,3 % vybírá tuzemská vína podle těchto vyobrazení. U vína označeného názvem tuzemského vinařství (např. Vinařství Brno, Zámecké vinařství Milotice, ...) 79,8 % dotázaných očekává, že víno bude pouze českého původu, zatímco 14,5 % neočekává že víno bude pouze tuzemského původu a 5,7 % neví. Zajímavé zjištění bylo u dotazu, co si oslovení spotřebitelé představují pod pojmem „**Svařák**“. Nejvíce dotázaných (60,7 %) zvolilo odpověď, že se jedná o výrobek pouze z vína a koření, dalších 33,9 % si pod tímto pojmem představuje výrobek z vína, koření a dalších surovin (např. voda) a zbývajících 5,4 % si myslí, že výrobek víno obsahovat nemusí.

Průzkum dále ukázal, že 43,6 % dotázaných dává přednost potravinám s označením „bez přidaného cukru“ nebo „nízký obsah cukru“, 29 % je to jedno a 27,4 % takto označeným potravinám přednost nedává.

Co si spotřebitel představí pod označením „Pure“ (bez přídavných látek) uvedeným konkrétně na etiketě masného výrobku, zobrazuje Graf 4. Z nabízených možností bylo možné označit více odpovědí. Z Grafu 4 vyplývá, že pod pojmem „Pure“ si 54,4 % dotázaných představí výrobek bez přídavných látek, dalších 45,3 % zvolilo také možnost bez barviv a podobně 45 % vybralo variantu bez konzervantů. Zároveň 24,8 % dotázaných uvedlo, že neví, co označení znamená.



Graf 4: Odpověď na otázku: Co podle Vás znamená označení „PURE“ na etiketě masného výrobku? Lze označit více odpovědí.

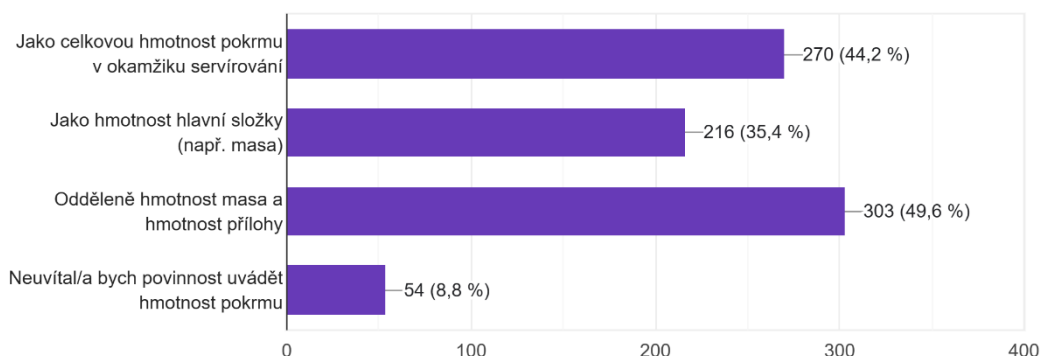
Následující dotaz se zabýval nákupem potravin na internetu, kde podle 64,5 % respondentů musí být k dispozici všechny povinné údaje o potravině stejně jako na etiketě výrobku kupovaného v kamenné prodejně. Správnou variantu odpovědi, že k dispozici musí být všechny povinné údaje o potravině stejně jako na etiketě výrobku kupovaného v kamenné prodejně s výjimkou "data minimální trvanlivosti" nebo "data použitelnosti" zvolilo 31,6 % dotázaných.

Dotazníkové šetření dále ukázalo, že 56,7 % spotřebitelů považuje doplňky stravy, které lze zakoupit v lékárně za léčiva, zatímco 43,3 % je považuje za potraviny.

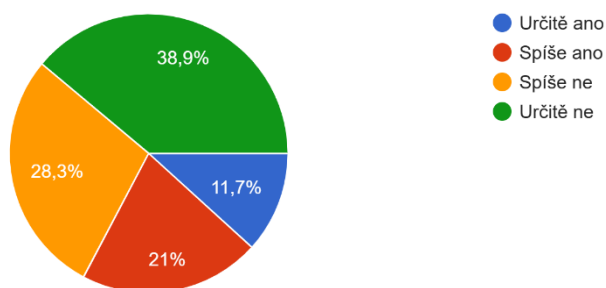
Nevhodný způsob označení slevových akcí může být pro spotřebitele také klamavý, proto byly respondenti tázáni, jak vnímají v případě slevové akce cenu, která je zpravidla „přeškrtnutá“. Většina respondentů (59,6 %) uvedla, že v případě slevové akce cenu, která je „přeškrtnutá“ vnímá jako cenu před slevou, která ale nemusí být běžná. Stejný počet dotázaných 59,6 % také neví, co na regálové etiketě v případě slevové akce znamená „**Nejnižší 30D**“ (nejnižší cena za posledních 30 dní). Jako klamavou prezentaci výrobku vnímá 77,7 % dotázaných údaj o množství, který je uvedený správně, ale obal je naplněný jen zčásti a není do něho vidět (např. neprůhledná litrová láhev obsahuje jen 0,9 l výrobku).

Dotazník zahrnoval také otázku týkající se pokrmů, kde bylo možné označit více odpovědí. Z výsledků (Graf 5) je zřejmé, že spotřebitelé by uvítali povinnost uvádět odděleně hmotnost masa a hmotnost přílohy (49,6 %), případně celkovou hmotnost pokrmu v okamžiku servírování (44,2 %). Většina respondentů (58,8 %) při objednávce pokrmu z jídelního lístku, u kterého je uvedeno: „100 g Horácký závit, rýže“ předpokládá, že označení hmotnosti se vztahuje k masové složce pokrmu před tepelným opracováním, dalších 25,1 % uvedlo, že označení hmotnosti se vztahuje k masové složce pokrmu po tepelném opracování. Pouze 13 % dotázaných zvolilo variantu, že se označení

hmotnosti vztahuje k celému pokrmu a 3,4 % zvolilo možnost, že se označení hmotnosti vztahuje k příloze (rýži). Poslední dotaz byl zaměřen na konzumaci hmyzu. Z výsledků vyplývá (Graf 6), že většina dotázaných konzumaci hmyzu nakloněna není (67,2 %).



Graf 5: Odpověď na otázku: Uvítali byste u pokrmů povinnost uvádět gramáž v následujících případech? Lze označit více odpovědí.



Graf 6: Odpověď na otázku: Jste ochotni konzumovat hmyz jako potravinu nebo součást potraviny?

Závěr

Dotazníkové šetření potvrdilo, že ne všechny používané pojmy v rámci označování potravin jsou pro spotřebitele dostatečně srozumitelné a jednoznačné. Z výsledků vyplývá, že spotřebitelé dávají přednost českým či regionálním potravinám vyrobeným v České republice (72,7 %) a zajímají se nejvíce o cenu, složení a zemi původu potraviny. Naproti tomu nerozumí některým výrazům jako „**lipos(z)omální**“ (82,9 %), „**Mana**“ (73,8 %) nebo „**Frizzante**“ (55,4 %), menší podíl respondentů nerozumí termínům „**decaf**“ (39,1 %) nebo „**flavour**“, „**flavoured**“ (30,6 %). Více jak 68 % spotřebitelů neví, že při nákupu potravin přes internet nemusí být uvedeno datum spotřeby či minimální trvanlivosti a 59,6 % dotázaných neví, co na regálové etiketě znamená „**Nejnižší 30D**“. Jako klamavý údaj o množství, které je sice uvedeno správně, ale obal je naplněný jen z části a není do něho vidět, vnímá 77,7 % spotřebitelů. Průzkum dále ukázal, že 67,2 % dotázaných není nakloněn konzumaci hmyzu. Výsledky ukázaly, že některé pojmy nejsou pro spotřebitele dostatečně srozumitelné, a proto by bylo vhodné se touto problematikou dále zabývat.

Literatura

Česká republika. 2018. Vyhláška č. 248/2018 Sb., o způsobu označování potravin a tabákových výrobků. In *Sbírka zákonů*, č. 125.

Evropská unie. 2011. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. In: *Úřední věstník Evropské unie L* 304, 22/11/2011. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169&from=cs>

Kneblíková, M. 2022. Vepřo-knedlo-zelo, nebo veganský burger?’, *Marketing and Media*. vol. 33, p. 23. Available at: <https://mam.mam.cz/33-2022-1/strana-1>

Míková, K. 2024. *Označování potravinářských výrobků včetně vzorů etiket*. Dashöfer Holding, Ltd. and Verlag Dashöfer. ISBN:978-80-7635-171-4.

Petrová, A. 2024. Informace na obalech potravin: Co očekávají spotřebitelé?’, *RetailNews*. pp. 46–47.

SZPI. 2025. *Používání informací o potravině „ZERO ALKOHOL“, „BEZ ALKOHOLU“, „NO ALKOHOL“, „NEALKOHOLICKÝ“, „0 % alkoholu“, „0,0 % alkoholu“ na nealkoholických nápojích*.
<https://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=3750373&doctype=ART&#ftnref2>

Kontaktní adresa

Ing. Lenka Havlová, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: havloval@vfu.cz

Rozhodnutia súdov v oblasti označovania výživovej hodnoty na potravinách

Court Decisions in the Area of Nutritional Labelling on Food

Rybníkář, S.

Trnavská univerzita v Trnave, Právnická fakulta

Súhrn

Autor v príspevku ponúka právny rozbor rozhodovacej činnosti Súdneho dvora Európskej únie a vybraných nemeckých súdov v oblasti označovania výživovej hodnoty na potravinách. Označenie výživovej hodnoty na balených potravinách sa týka informácií o energetickej hodnote a prítomnosti určitých živín v potravinách. Povinné poskytovanie informácií o výživovej hodnote na balení potravín by malo, ako sa uvádza v recitáli nariadenia o poskytovaní informácií o potravinách spotrebiteľom, napomáhať opatreniam v oblasti výživy v rámci politik verejného zdravia. Tento cieľ je možné naplniť len vtedy, ak budú informácie týkajúce sa označovania výživovej hodnoty na potravinách presné, zrozumiteľné pre spotrebiteľov a uvádzané v súlade s právnou úpravou a rozhodovacou praxou orgánov úradnej kontroly potravín a súdov. Cieľom tohto príspevku je preto ponúknuť čitateľovi ucelený prehľad záverov rozhodovacej činnosti Súdneho dvora Európskej únie a vybraných nemeckých súdov v oblasti označovania výživovej hodnoty na potravinách.

Kľúčové slová: *výživové údaje, opakovanie výživových údajov na prednej strane balenia, bielkoviny, potravinové právo, označovanie potravín.*

Abstract

In this article, the author offers a legal analysis of the case law of the Court of Justice of the European Union and selected German courts in the area of nutrition labelling on food. Nutrition labelling on prepackaged food concerns information about the energy value and the presence of certain nutrients in food. The mandatory provision of nutrition declaration on food packaging should, as stated in the recitals of the Regulation on the provision of food information to consumers, contribute to nutrition measures within public health policies. This objective can only be achieved if the nutrition declaration on food is accurate, understandable to consumers, and provided in accordance with the legislation and decision-making practice of official food control authorities and courts. The aim of this article is therefore to provide the reader with a comprehensive overview of the conclusions of the case law of the Court of Justice of the European Union and selected German courts in the area of nutritional labelling on food.

Key words: *Nutrition Declaration, Repetition of Nutrition Declaration on the Front of the Package, Protein, Food Law, Food Labelling.*

Úvod

Základná právna úprava označovania potravín výživovými údajmi je obsiahnutá v Nariadení Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1169/2011 z 25. októbra 2011 o poskytovaní informácií o potravinách spotrebiteľom, ktorým sa menia a dopĺňajú nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a ktorým sa zrušuje smernica Komisie 87/250/EHS, smernica Rady 90/496/EHS, smernica Komisie 1999/10/ES, smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/13/ES, smernice Komisie 2002/67/ES a 2008/5/ES a nariadenie Komisie (ES) č. 608/2004 (ďalej

len ako „*nariadenie FIC*“), ktoré tvorí spolu so Smernicou Európskeho parlamentu a Rady 2005/29/ES z 11. mája 2005 o nekalých obchodných praktikách podnikateľov voči spotrebiteľom na vnútornom trhu, a ktorou sa mení a dopĺňa smernica Rady 84/450/EHS, smernice Európskeho parlamentu a Rady 97/7/ES, 98/27/ES a 2002/65/ES a nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 2006/2004 („*smernica o nekalých obchodných praktikách*“) všeobecný rámec označovania potravín v Európskej únii (Rybníkář, 2024). Právna úprava označovania potravín výživovými údajmi v nariadení FIC nahradila Smernicu Rady 90/496/EHS z 24. septembra 1990 o nutričnom označovaní potravín (ďalej len ako „*smernica 90/496/EHS*“), ktorá bola prvý komplexným právny aktom ktorý upravoval označovanie výživovej hodnoty na potravinách. Označovanie výživovej hodnoty na potravinách bolo však podľa smernice 90/496/EHS na balených potravinách nepovinné (Venhartová, 2022).

Výživové údaje sú povinným údajom podľa článku 9 ods. 1 písm. l) nariadenia FIC (Vehartová, 2022). To znamená, že ich uvádzanie na potravinách je povinné, okrem výnimiek, ktoré sú stanovené v právnych normách. Výnimky z povinného uvádzania výživových údajov na potravinách sú obsiahnuté v článku 16 nariadenia FIC. V tejto súvislosti rozlišujeme dve skupiny potravín.

Prvú skupinu potravín tvoria potraviny, na ktorých nie je povinnosť uvádzať výživové údaje za žiadnych okolností. Jedná sa o potraviny, ktorých obaly alebo nádoby majú najväčšiu plochu balenia menšiu ako 10 cm² (článok 16 ods. 2 nariadenia FIC). Napríklad na lízanke predávanej jednotlivo, ktorej najväčšia plocha balenia je menšia ako 10 cm² nie je povinné uvádzať výživové údaje. Cieľom tejto právnej úpravy je oslobodiť prevádzkovateľov potravinárskych podnikov od povinnosti uvádzať výživové údaje na potravinách, ktorých plocha balenia je príliš malá.

Druhú skupinu potravín tvoria potraviny, na ktorých nie je povinnosť uvádzať výživové údaje podľa iných ustanovení nariadenia FIC. Ak však osobitné právne predpisy (iné ako nariadenie FIC) stanovujú povinnosť uviesť za splnenia určitých podmienok výživové údaje, musia byť aj na týchto potravinách uvedené výživové údaje, ak sú splnené tieto podmienky. Túto skupinu potravín tvoria potraviny uvedené v piatej prílohe nariadenia FIC (ide napríklad o soľ, droždie, bylinné čaje alebo potraviny, ktorých najväčšia plocha balenia je menšia ako 25 cm²) a nápoje, ktoré obsahujú viac ako 1,2 objemového percenta alkoholu (článok 16 ods. 4 nariadenia FIC).

Ďalšie ustanovenia o výživových údajoch (okrem prvého oddielu štvrtej kapitoly nariadenia FIC) sú uvedené v treťom oddieli štvrtej kapitoly nariadenia FIC a v príslušných prílohách tohto nariadenia (Príloha I, Príloha V, Príloha XIII, Príloha XIV, Príloha XV). Rozsah pôsobnosti tejto právnej úpravy je stanovený v článku 29 nariadenia FIC. Právna úprava obsiahnutá v treťom oddieli štvrtej časti nariadenia FIC sa nevzťahuje na výživové doplnky (právna úprava je obsiahnutá v Smernici Európskeho parlamentu a Rady 2002/46/ES z 10. júna 2002 o aproximácii právnych predpisov členských štátov týkajúcich sa potravinových doplnkov) a na prírodné minerálne vody (právna úprava je obsiahnutá v Smernici Európskeho parlamentu a Rady 2009/54/ES z 18. júna 2009 o využívaní a uvádzaní na trh prírodných minerálnych vôd).

Ďalej sa v texte budeme venovať len vybraným otázkam označovania výživovej hodnoty na potravinách, a to v nadväznosti na dve rozhodnutia Súdneho dvora Európskej únie, vec Margareta Scherndl – C-40/02 a vec Dr. August Oetker Nahrungsmittel – C-388/20 a rozhodnutia nemeckých krajinských súdov v oblasti opakovania výživových údajov na prednej strane balenia potravín.

Výsledky a diskusia

Povinnými údajmi, ktoré musia obsahovať výživové údaje sú energetická hodnota potraviny a množstvo určených živín v potravine. Živinou sa podľa nariadenia FIC rozumie bielkovina, sacharid, tuk, vláknina, sodík a vitamíny a minerálne látky, ktoré sú uvedené v Bode 1. Časti A Prílohy XIII nariadenia FIC. Živinou sú taktiež látky, ktoré patria do jednej z týchto kategórií alebo sú zložkami jednej z týchto kategórií (článok 2 ods. 2 písm. s) nariadenia FIC). Vo výživových údajoch sa povinne uvádza množstvo len niektorých živín. Povinne sa vo výživových údajoch uvádza množstvo tuku, množstvo nasýtených mastných kyselín, množstvo sacharidov, množstvo cukrov, množstvo bielkovín a množstvo soli (sodík sa vyjadruje vo forme soli). V odbornej literatúre sa možno stretnúť pri pomenovaní týchto povinných údajov (energetická hodnota a množstvo šiestich živín), ktoré musia obsahovať výživové údaje, s výrazom „*Big 7*“, ktorý odkazuje na ich počet.

Povinné údaje môžu byť vo výživových údajoch potraviny doplnené o jeden alebo viacero nepovinných údajov, ktoré sú uvedené v článku 30 ods. 2 nariadenia FIC. Sú nimi množstvo mononasýtených mastných kyselín, polynasýtených mastných kyselín, alkoholických cukrov (polyolov), škrobu, množstvo vlákniny a množstvo vitamínov a minerálnych látok, ktoré sú uvedené v Prílohe XIII nariadenia FIC. Osobitne možno uviesť, že vitamín alebo minerálna látka môžu byť živinou v zmysle článku 2 ods. 2 písm. s) nariadenia FIC ale aj zložkou potraviny (pridávanie vitamínov a minerálnych látok do potravín). Rovnaký záver bol vyslovený aj v rozsudku Súdného dvora (siedma komora) z 24. marca 2022, Upfield Hungary, C-533/20, ECLI:EU:C:2022:211.

Uvádzané hodnoty sú priemernými hodnotami

Hodnoty uvádzané vo výživových údajoch predstavujú v jednotlivých prípadoch priemerné hodnoty (článok 31 ods. 4 nariadenia FIC). Priemerná hodnota je definovaná v Bode 13. Prílohy I nariadenia FIC ako hodnota, ktorá najlepšie vyjadruje množstvo určitej živiny obsiahnuté v danej potravine a odráža prípustné sezónne výkyvy, spotrebiteľské návyky a ďalšie faktory, ktoré môžu spôsobiť kolísanie skutočných hodnôt. Tieto priemerné hodnoty musia byť založené na analýze potravín výrobcom, na výpočte zo známych alebo skutočných priemerných hodnôt používaných zložiek alebo na výpočte vychádzajúcom zo všeobecne ustanovených a akceptovaných údajov.

Táto právna úprava už od svojho počiatku (v smernici 90/496/EHS) spôsobovala v potravinárskej praxi nemalé problémy. V súvislosti s určovaní priemernej hodnoty výživových údajov vznikol súdny spor, v rámci ktorého bola predložená Súdnemu dvoru Európskej únie otázka, či za priemernú hodnotu možno považovať hodnotu živiny, ktorú má výrobok na konci svojej minimálnej trvanlivosti (rozsudok Súdného dvora (šiesta komora) z 23. októbra 2003, Scherndl, C-20/02, ECLI:EU:C:2003:584).

Skutkový stav veci bol nasledovný: pani Scherndl bola uznaná vinnou za to, že v Stockerau (Rakúsko) uviedla na trh 100% ananásovú šťavu Premium Ananassaft, ktorej obsah vitamínu C (Kyseliny askorbovej) sa líšil od deklarovaného množstva na označení približne o 40%. Zatiaľ čo na označení bol uvedený obsah Kyseliny askorbovej 300 mg/l, vykonaná analýza preukázala obsah Kyseliny askorbovej v ananásovej šťave 430 mg/l. Pani Scherndl predložila v konaní pred vnútroštátnym súdom znalecký posudok, z ktorého vyplývalo, že obsah Kyseliny askorbovej sa v ananásovej šťave významne menil a preto bola na označení uvedená hodnota, ktorá mala byť dodržaná na konci minimálnej trvanlivosti výrobku. Podľa kontrolného orgánu sa však hodnoty živín ku

koncu trvanlivosti výrobku považujú za zostatkové hodnoty a spotrebiteľia vo všeobecnosti nekonzumujú potraviny posledný deň ich dátumu minimálnej trvanlivosti. Súdny dvor uviedol, že v prípade vo veci samej bola deklarovaná hodnota založená na analýze potraviny vykonanej výrobcom. Toto je v súlade aj v súčasnosti účinnou právnou úpravou článku 31 ods. 4 písm. a) nariadenia FIC. Ďalej Súdny dvor uviedol, že žiadne z ustanovení smernice 90/496/EHS nešpecifikuje referenčný dátum, ktorý sa má zohľadniť pri určovaní priemernej hodnoty, ani rozdiely, ktoré možno tolerovať medzi hodnotou uvedenou na balení potraviny a hodnotou zistenou pri analýze vykonanou orgánmi úradnej kontroly potravín. Tieto závery platia aj pre nariadenie FIC. Napokon, Súdny dvor skonštatoval, že Európska komisia neprijala vykonávacie akty, ktorými by tieto otázky upravila. Splnomocňovacie ustanovenie článku 31 ods. 4 nariadenia FIC Európska komisia dodnes rovnako nevyužila.

Za týchto okolností je podľa Súdneho dvora na členských štátoch, aby s cieľom zabezpečiť plnú účinnosť právnej úpravy, v prípade potreby definovali pre každú živinu referenčný dátum, ktorý sa má zohľadniť pri výpočte priemernej hodnoty, ako aj prípustné rozdiely medzi deklarovanou hodnotou a hodnotou zistenou pri úradnej kontrole potravín. Podľa Súdneho dvora členskému štátu nič nebráni, aby bol za referenčný dátum určený dátum zodpovedajúci koncu minimálnej trvanlivosti potraviny. Podľa Súdneho dvora sa nezdá byť nevhodný tento dátum, a to najmä v prípade vitamínu C (Kyseliny askorbovej), keďže je nesporné, že pod vplyvom rôznych faktorov sa množstvo obsiahnuté v potravine môže počas doby jej trvanlivosti značne znížiť.

Pokiaľ ide o prípustné rozdiely medzi deklarovanou hodnotou živiny a skutočne zistenou hodnotou počas úradnej kontroly potravín, pokiaľ Európska komisia neprijme vykonávacie akty je na členských štátoch, aké pravidlá stanoví. Podľa Súdneho dvora však Európska komisia správne uvádza, že rozsah prípustných rozdielov by mal zohľadňovať dobu trvanlivosti príslušnej živiny ako aj jej vlastnosti. Európska komisia do dnešného dňa neprijala vykonávacie akty, ktoré by nastolené otázky objasňovali. Pre prevádzkovateľov potravinárskych podnikov je zverejnené len právne nezáväzný usmerňovací dokument pre príslušné orgány na kontrolu súladu s právnymi predpismi EÚ pokiaľ ide o stanovenie tolerancií pre nutričné hodnoty uvedené na etikete (Európska komisia, 2012).

Vyjadrenie výživových údajov potraviny v stave po príprave

Energetická hodnota a množstvo živín musia zodpovedať hodnotám pri predaji potravín (článok 31 ods. 3 nariadenia FIC). Uvedené hodnoty výživových údajov na balení sa teda vzťahujú na potravinu v stave, v ktorom sa predáva spotrebiteľom. Z tohto pravidla je stanovená výnimka, podľa ktorej sa informácie môžu týkať potraviny po jej príprave v stave určenom na konzumáciu, ak je na balení uvedený dostatočne podrobný návod na jej prípravu.

V súvislosti s uvedenou výnimkou vznikol v potravinárskej praxi súdny spor, v rámci ktorého bola predložená Súdnemu dvoru Európskej únie otázka, či sa stanovená výnimka uplatňuje len na potraviny, ktoré si vyžadujú prípravu a pre ktoré je vopred stanovený spôsob prípravy (rozsudok Súdneho dvora z 11. novembra 2021, Dr. August Oetker Nahrungsmittel, C-388/20, EU:C:2021:913).

Skutkový stav veci bol nasledovný: Dr. Oetker, nemecký potravinársky podnik, vyrábala a predávala müsli pod názvom „*Dr. Oetker Vitalis Knuspermüsli Schoko+Keks*“ (chrumkavé müsli s čokoládou a sušienkami). Obal tohto výrobku tvorila kartónová škatuľa v tvare kvádra. Na bočnej strane obalu (úzka strana kartónu) pod názvom

„Informácia o výživovej hodnote“ boli uvedené údaje o energetickej hodnote a množstvách tukov, nasýtených mastných kyselín, sacharidov, cukrov, bielkovín a soli, a to jednak na 100 g výrobku v stave pri predaji a jednak na jednu porciu 40 g mäsa pripraveného so 60 ml mlieka s obsahom tuku 1,5%.

Podľa Súdneho dvora možno výrobok, o ktorý ide vo veci samej, pripraviť rôznymi spôsobmi, a to najmä pridaním mlieka, jogurtu, tvarohu, ovocnej šťavy, ovocia, džemu alebo medu. Môže sa tiež konzumovať aj bez akejkoľvek prípravy. Je preto potrebné rozhodnúť, či v prípade, keď existujú rôzne spôsoby prípravy potraviny, sa výživové údaje môžu obmedziť len na jeden z týchto spôsobov prípravy.

Podľa článku 31 ods. 3 nariadenia FIC sa „v príslušných prípadoch“ môžu poskytnúť informácie o výživovej hodnote potraviny po príprave namiesto potraviny v stave pri predaji, ak je uvedený dostatočne podrobný návod na prípravu a informácie sa týkajú potraviny pripravenej na konzumáciu.

Znenie tohto ustanovenia neuvádza žiadnu skutočnosť, ktorá by mohla poskytnúť jasnú a jednoznačnú odpoveď na otázku, či sa toto ustanovenie vzťahuje len na potraviny, ktoré majú vopred stanovený jediný spôsob prípravy, alebo aj na potraviny, ktoré možno pripravovať rôznymi spôsobmi, najmä prostredníctvom ďalších prísad pridaných k týmto potravinám. Odpoveď podľa Súdneho dvora a najmä zmysel výrazu „v príslušných prípadoch“, ktorý sa nachádza v článku 31 ods. 3 nariadenia FIC, teda možno nájsť len s prihliadnutím na teleologický výklad.

Pokiaľ ide o cieľ sledovaný článkom 31 ods. 3 nariadenia FIC, treba ho posudzovať tak s ohľadom na účel tohto ustanovenia, ako aj s ohľadom na ciele dotknutej právnej úpravy, medzi ktoré patrí aj cieľ spočívajúci v zabezpečení vysokej úrovne ochrany spotrebiteľa vzhľadom na informácie o potravinách, pri rešpektovaní ich rozdielov vo vnímaní. Cieľom článku 31 nariadenia FIC je tiež uľahčiť porovnanie potravín a informovať spotrebiteľov.

Z týchto skutočností podľa Súdneho dvora EÚ vyplýva, že v prípade, o aký ide v prejednávanej veci, keď potravinu možno pripraviť rôznymi spôsobmi, platí, že na základe informácií o energetickej hodnote potraviny a množstva živín po príprave podľa návrhu výrobcu nemožno vykonať porovnanie s príslušnými potravinami iných výrobcov, keďže výpočet energetickej hodnoty a množstva živín výrobku, ktorý možno pripraviť rôznymi spôsobmi, je už z povahy veci premenlivý, keďže sa totiž nevyhnutne líši v závislosti od spôsobu prípravy. Potraviny, ktoré možno pripraviť rôznymi spôsobmi (teda aj potravina, o akú ide vo veci samej), musia byť preto vylúčené z pôsobnosti článku 33 ods. 2 nariadenia FIC.

Opakovanie výživových údajov na prednej strane balenia

Ak sa na balených potravinách uvádzajú výživové údaje, ktoré obsahujú povinné údaje podľa článku 30 ods. 1 nariadenia FIC, môžu sa na týchto potravinách dobrovoľne opakovať niektoré výživové údaje (článok 30 ods. 3 nariadenia FIC). Opakovať možno samostatne energetickú hodnotu alebo energetickú hodnotu spolu s množstvami tuku, nasýtených mastných kyselín, cukrov a soli. Tú istú informáciu je možné zopakovať na balení potraviny aj viac ako raz, avšak nemožno zopakovať súčasne energetickú hodnotu a následne aj energetickú hodnotu spolu s množstvami tuku, nasýtených mastných kyselín, cukrov a soli (Oznámenie Komisie 3.3.8.). Ak chce prevádzkovateľ potravinárskeho podniku zopakovať výživové údaje na balení potraviny, musí si vybrať, či zopakuje samostatne energetickú hodnotu alebo energetickú hodnotu spolu s množstvami tuku, nasýtených mastných kyselín, cukrov a soli.

Iné ako uvedené výživové údaje nemožno na potravinách opakovať (napríklad množstvo bielkovín, sacharidov). Rovnako nemožno opakovane uviesť na balení potraviny len množstvo jednej zo živín, aj ak by boli uvedené v článku 30 ods. 3 písm. b) nariadenia FIC (napríklad množstvo tuku alebo cukrov) (Oznámenie Komisie 3.3.9.). Toto pravidlo sa však neuplatní, ak právna úprava stanovuje povinnosť uviesť množstvo niektorej živiny. Napríklad podľa ustanovenia § 4 ods. 3 vyhlášky Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky č. 343/2016 Z. z. o niektorých výrobkoch z mlieka sa v názve kozieho mlieka alebo v jeho blízkosti musí uviesť množstvo tuku v % hmotnosti slovami „tuk ... %“.

Výživové údaje, ktoré sa môžu dobrovoľne opakovať na potravinách musia byť uvedené v hlavnom zornom poli (na prednej strane balenia) a je povinnosť ich uviesť písmom takej veľkosti, že stredná výška písma podľa Prílohy IV nariadenia FIC je väčšia alebo sa rovná 1,2 mm – tzv. „x-height“ (článku 34 ods. 3 nariadenia FIC). Výživové údaje, ktoré sa opakujú na prednej strane balenia nie je potrebné prezentovať v podobe tabuľky s číslami pod sebou alebo v riadkoch za sebou, môžu sa uvádzať aj v inej podobe, ktorú si zvolí prevádzkovateľ potravinárskeho podniku (článok 34 ods. 3 druhá zarážka nariadenia FIC).

V súvislosti s opakovaním výživových údajov na prednej strane balenia vznikli v nemeckej potravinárskej praxi viaceré súdne spory. Do dnešného dňa boli v Nemecku vydané nasledovné rozsudky:

- a) rozsudok Hanseatisches Oberlandesgericht 30. júla 2024 sp. zn. 3 U 82/23,
- b) rozsudok Oberlandesgericht München z 19. decembra 2024 sp. zn. 6 U 3363/23,
- c) rozsudok Oberlandesgerichts Stuttgart z 30. januára 2025 sp. zn. 2 U 145/23.

Predmetom nášho záujmu bude ďalej len rozsudok Oberlandesgericht München z 19. decembra 2024 sp. zn. 6 U 3363/23, ktorý bol napadnutý opravným prostriedkom pred Najvyšším spolkovým súdom Nemecka I ZR 2/2025. Ten do dnešného dňa o podanom opravnom prostriedku nerozhodol.

Skutkový stav veci bol pred Oberlandesgericht München nasledovný: Na viečku výrobku sa nachádzal pod obchodným názvom nápis „HIGH PROTEIN“ vpravo od označenia sa nachádzala marketingová okrúhla značka s nápisom „14G PROTEIN“. Na bočnej strane téglíku sa rovnako nachádzal pod obchodným názvom nápis „HIGH PROTEIN“ vpravo od označenia sa nachádzala marketingová okrúhla značka s nápisom „14G PROTEIN“. Na bočnej strane téglíku sa tiež nachádzala tabuľka s výživovými údajmi, z ktorej okrem iného vyplývalo, že obsah bielkovín je 7,7 g na 100 g, resp. 14 g na 1 téglík = 1 porcia (180 g). Žalobca sa domnieval, že označenia „14G PROTEIN“ porušujú nariadenie FIC, keďže množstvo bielkovín nemôže byť uvedené opakovane na obale potravín pri tabuľke s výživovými údajmi ani izolovane na balení. Žalovaná sa proti žalobe bránila najmä tým, že údaj „14G PROTEIN“, ktorý žalobca namietal, nemôže porušovať nariadenie FIC, pretože je povolený podľa Nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 z 20. decembra 2006 o výživových a zdravotných tvrdeniach o potravinách (ďalej len ako „nariadenie NHC“).

Podľa Oberlandesgericht München uvádzanie výživových údajov, ktoré nespĺňajú požiadavky na dobrovoľné opakovanie údajov na prednej strane balenia podľa článku 30 ods. 3 nariadenia FIC neporušujú tento článok, ale sú porušením článku 30 ods. 1 v spojení s článkom 34 ods. 1 nariadenia FIC, podľa ktorých musia byť výživové údaje uvedené v jednom zornom poli (vyššie uvedené výrazy sú uvádzané izolovane od tabuľky výživových údajov). Podľa Oberlandesgericht München uvádzanie týchto výživových údajov nemožno odôvodniť ani tým, že ide o výživové tvrdenia podľa nariadenia NHC

z dôvodu využitia osobitnej právnej úpravy. Nariadenie NHC a nariadenie FIC v tejto otázke nie sú podľa Oberlandesgericht München vo vzťahu *lex specialis – lex generalis*.

Záver

Ako sme uviedli vyššie, ak sa na balených potravinách uvádzajú výživové údaje, môžu sa na týchto potravinách dobrovoľne opakovať aj vybrané výživové údaje, a to v rozsahu a vo forme presne stanovenej nariadením FIC. Prebiehajúce konanie pred Najvyšším spolkovým súdom Nemecka I ZR 2/2025 a jeho výsledok, môžu zásadným spôsobom zmeniť prax pri dobrovoľnom opakovaní niektorých výživových údajov na prednej strane balenia a rozlúsknuť otázku, ktoré výrazy (tvrdenia) alebo znázornenia (obrázky) a za akých podmienok budú posudzované podľa režimu právnej úpravy nariadenia FIC (dobrovoľné opakovanie výživových údajov na prednej strane balenia) a ktoré podľa režimu právnej úpravy nariadenia NHC (uvádzanie výživových tvrdení na balení potravín). Cieľom tohto príspevku však nie je ponúknuť riešenie na predostretý právny problém ale zhrnúť doterajšiu rozhodovaciu prax súdov v oblasti označovania výživovej hodnoty na potravinách a ponúknuť právny rozbor týchto rozhodnutí vo svetle právnej úpravy označovania potravín EÚ.

Literatúra

Európska komisia. Oznámenie Komisie o otázkach týkajúcich sa uplatňovania nariadenia (EÚ) č. 1169/2011 o poskytovaní informácií o potravinách spotrebiteľom (C/2018/3241). *Úradný vestník EÚ* C 196, 8.6.2018, s. 1-14.

Európska únia. Smernica Rady 90/496/EHS z 24. septembra 1990 o nutričnom označovaní potravín. *Úradný vestník ES* L 276, 6/10/1990, s. 40-44.

Európska únia. Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2002/46/ES z 10. júna 2002 o aproximácii právnych predpisov členských štátov týkajúcich sa potravinových doplnkov. *Úradný vestník ES* L 183, 12.7.2002, s. 51-57.

Európska únia. Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2005/29/ES z 11. mája 2005 o nekalých obchodných praktikách podnikateľov voči spotrebiteľom na vnútornom trhu, a ktorou sa mení a dopĺňa smernica Rady 84/450/EHS, smernice Európskeho parlamentu a Rady 97/7/ES, 98/27/ES a 2002/65/ES a nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 2006/2004 („smernica o nekalých obchodných praktikách“). *Úradný vestník EÚ* L 149, 11/6/2005, s. 22-39.

Európska únia. Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 z 20. decembra 2006 o výživových a zdravotných tvrdeniach o potravinách. *Úradný vestník EÚ* L 404, 30.12.2006, s. 9-25.

Európska únia. Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/54/ES z 18. júna 2009 o využívaní a uvádzaní na trh prírodných minerálnych vôd (Prepracované znenie). *Úradný vestník EÚ* L 164, 26.6.2009, s. 45-58.

Európska únia. Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1169/2011 z 25. októbra 2011 o poskytovaní informácií o potravinách spotrebiteľom, ktorým sa menia a dopĺňajú nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a ktorým sa zrušuje smernica Komisie 87/250/EHS, smernica Rady 90/496/EHS, smernica Komisie 1999/10/ES, smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/13/ES, smernice Komisie 2002/67/ES a 2008/5/ES a nariadenie Komisie (ES) č. 608/2004. *Úradný vestník EÚ* L 304, 22/11/2011, s. 18-63.

Súdny dvor Európskej únie. Rozsudok Súdneho dvora (šiesta komora) z 23. októbra 2003, Scherndl, C-20/02, ECLI:EU:C:2003:584.

Súdny dvor Európskej únie. Rozsudok Súdneho dvora (ôsma komora) z 11. novembra 2021, Dr. August Oetker Nahrungsmittel, C-388/20, ECLI:EU:C:2021:913.

Súdny dvor Európskej únie. Rozsudok Súdneho dvora (siedma komora) z 24. marca 2022, Upfield Hungary, C-533/20, ECLI:EU:C:2022:211.

Rozsudok Hanseatisches Oberlandesgericht 30. júla 2024 sp. zn. 3 U 82/23.

Rozsudok Oberlandesgericht München z 19. decembra 2024 sp. zn. 6 U 3363/23.

Rozsudok Oberlandesgerichts Stuttgart z 30. januára 2025 sp. zn. 2 U 145/23.

Rybníkár, S. Vzájomné uznávanie názvov potravín v Európskej únii. In: Adamová, Z. 2024. Nové technológie, internet a duševné vlastníctvo (6): označovanie produktov. 1. vydanie. Trnava: Trnavská univerzita v Trnave. Typi Universitatis Tyrnaviensis, spoločné pracovisko Trnavskej univerzity v Trnave a Vedy, vydavateľstva Slovenskej akadémie vied.

Venhardtová, J., Rybníkár, S., Gábriš, T. a kol. 2022. Potravinové právo. 1. vydanie. Bratislava: C. H. Beck.

<https://www.bmleh.de/EN/topics/food-and-nutrition/food-labelling/EU-wide-food-labelling-lmiv-fic.html#doc80780bodyText11> (Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat Deutschland, navštívené dňa 6/9/2025).

https://food.ec.europa.eu/document/download/3eb7952a-43b8-4c6a-8091-349ea707a9a7_en?filename=labelling_nutrition-vitamins_minerals-guidance_tolerances_1212_en.pdf (Európska komisia, navštívené dňa 6/9/2025).

Kontaktná adresa

Mgr. Samuel Rybníkár, PhD., Trnavská univerzita v Trnave, Právnická fakulta, Ústav duševného vlastníctva, technológií a produktového práva, Hornopotočná 23, 918 43 Trnava, Slovenská republika, e-mail: samuel.rybnikar@truni.sk

**Význam a účinnosť digitalizácie pre zlepšenie výkonnosti
v potravinárskom priemysle**
***The Importance and Effectiveness of Digitalization for Improving
Performance in the Food Industry***

Golian, J.

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre

Súhrn

V práci popisujeme dôležitosť a účinnosť digitalizácie pre zlepšenie výkonnosti v potravinárskom priemysle. Identifikácia spoločných znakov medzi rôznymi typmi systémov výroby potravín umožnila rozlíšiť dôležitosť a účinnosť digitalizácie v potravinárskom priemysle. Zatiaľ čo digitalizácia potravinového systému je chápaná ako riešenie svetovej potravinovej neistoty, environmentálnych a etických problémov spojených s výrobou potravín, mnohým rizikám, ktoré predstavujú digitálne inovácie, sa venuje len malá pozornosť. Hoci súčasné intervencie v oblasti potravinovej politiky, ako napríklad Spoločná poľnohospodárska politika (SPP) Európskej únie (EÚ), sa primárne zameriavajú na digitálne inovácie, dôkladné posúdenie rizík a prínosov spojených s takýmito inováciami ešte nebolo poskytnuté. EÚ je vynikajúcim príkladom zástancu digitalizácie potravinového systému. Podľa EÚ má digitalizácia európskeho poľnohospodárskeho sektora potenciál spôsobiť revolúciu. Potravinové systémy (PS) zahŕňajú celú škálu aktérov a ich vzájomne prepojených činností s pridanou hodnotou, ktoré sa podieľajú na výrobe, agregácii, spracovaní, distribúcii, spotrebe a likvidácii potravinárskych výrobkov, ktoré pochádzajú z poľnohospodárstva, lesníctva alebo rybného hospodárstva a z častí širšieho ekonomického, spoločenského a prírodného prostredia, v ktorom sú zakotvené. Udržateľný potravinový systém je potravinový systém, ktorý zabezpečuje potravinovú bezpečnosť a výživu pre všetkých takým spôsobom, že nie sú ohrozené ekonomické, sociálne a environmentálne základy pre vytváranie potravinovej bezpečnosti a výživy pre budúce generácie.

Kľúčové slová: *digitalizácia, transformácia, potravinárska výroba, riziká*

Abstract

In this paper, we describe the importance and effectiveness of digitalization for improving performance in the food industry. The identification of common features between different types of food production systems has made it possible to distinguish the importance and effectiveness of digitalization in the food industry. While the digitalization of the food system is celebrated as a solution to global food insecurity, environmental and ethical issues associated with food production, little attention has been paid to the many risks posed by digital innovations. Although current food policy interventions, such as the European Union (EU) Common Agricultural Policy (CAP), primarily focus on digital innovations, a thorough assessment of the risks and benefits associated with such innovations has not yet been provided. The EU is a prime example of a proponent of digitalization of the food system. According to the EU, the digitalization of the European agricultural sector has the potential to revolutionize. Food systems (FS) encompass the full range of actors and their interrelated value-added activities involved in the production, aggregation, processing, distribution, consumption and disposal of food products that originate from agriculture, forestry or fisheries and from parts of the wider economic, social and natural environment in which they are embedded. A sustainable

food system is a food system that ensures food security and nutrition for all in such a way that the economic, social and environmental foundations for creating food security and nutrition for future generations are not compromised.

Key words: *digitalization, transformation, food production, risks*

Úvod

Digitálna transformácia organizácií a dodávateľských reťazcov si v posledných desaťročiach získala značnú pozornosť akademických pracovníkov a odborníkov z praxe (Cheng et al., 2024; Tabrizi et al., 2019). Digitalizácia produktov, procesov a služieb sa považuje za prostriedok na zlepšenie konkurencieschopnosti a vytvorenie trhovej diferenciácie (Cano-Marin et al., 2023; Llopis-Albert et al., 2021), čo vysvetľuje široký záujem. Vznik štvrtej priemyselnej revolúcie, bežne označovanej ako Priemysel 4.0, sa vyznačuje integráciou nových digitálnych technológií, napr. Internet vecí – IoT (sieť zariadení, ktoré sa navzájom prepájajú a vymieňajú si údaje medzi sebou a s internetom), big data (veľké, komplexné a neustále rastúce štruktúrované, neštruktúrované alebo pološtruktúrované súbory údajov) a umelá inteligencia (súbor technológií, ktoré umožňujú strojom vykonávať úlohy, ktoré si zvyčajne vyžadujú ľudskú inteligenciu), čo vytvára vysoké očakávania týkajúce sa vplyvu digitalizácie na zlepšenie výkonnosti (Fettermann et al., 2018; Fitouri, 2023; Garzoni et al., 2020; Qin, 2023). Preto sa vynakladá čoraz väčšie úsilie na zvýšenie automatizácie a prepojenia v rôznych priemyselných odvetviach, hoci skutočná implementácia sa môže výrazne líšiť v závislosti od konkrétneho kontextu každej organizácie a digitalizácia nemusí byť úplne zavedená (Colli et al., 2019; Hussain and Papastathopoulos, 2022; Medina Molina et al., 2023). Tortorella et al. (2022) v skutočnosti naznačili, že výber digitálnych technológií, ktoré sa majú implementovať, závisí od typu zavedeného výrobného systému.

Digitalizácia v potravinárskom priemysle predstavuje špecifické výzvy pri dosahovaní zlepšenia výkonnosti (Bannor and Amponsah, 2023; Romanello and Veglio, 2022). Napríklad Gartner (2021) uvádza, že 87 % potravinárskych organizácií má nízku úroveň vyspelosti v oblasti obchodnej inteligencie a analytiky, čo naznačuje ich neschopnosť využívať užitočné poznatky v reálnom čase s využitím dostupných údajov. Okrem toho niektoré charakteristiky potravinárskeho priemyslu, ako napríklad vyvíjajúce sa regulačné normy a prísne bezpečnostné požiadavky v rámci fragmentovaného hodnotového reťazca, predstavujú prekážky pre úspešné digitalizačné úsilie (Demartini et al., 2018; Kayikci et al., 2022). V súčasnosti sa väčšina digitalizačných iniciatív v potravinárskom priemysle zameriava výlučne na elektronický obchod, ale tie predstavujú iba 2 % z celkového predaja (Martindale et al., 2022). Potravinársky sektor, ako vysoko komplexné a viacúrovňové odvetvie s významnými globálnymi sociálno-ekonomickými dôsledkami (WFP, 2023), ponúka jedinečný scenár digitalizácie, ktorej účinnosť (t. j. aká je rozsiahla) a potenciál na zvýšenie (t. j. aký dôležitý) výkon ešte nie sú úplne pochopené (Aaldering and Song, 2021; Henrichs et al., 2022; Lioutas et al., 2021).

Pre pochopenie širokého dopadu digitalizácie je dôležité špecifikovať, čo sa pod pojmom digitalizácia rozumie, a spomenúť niektoré oblasti jej použitia v agropotravinárskom sektore. Digitalizácia je využitie digitálnych technológií na zmenu obchodného modelu a poskytnutie nových príležitostí na tvorbu príjmov a hodnoty (Verhoef et al., 2021). Digitalizácia sa líši od „digitalizácie“, ktorá sa vzťahuje na zmenu analógového procesu na digitálnu formu bez zmeny samotného procesu. Na základe tejto definície sa digitalizácia primárne týka obchodných a manažérskych modelov, a preto je založená aj

na tvrdých vedách aj na mäkkých vedách (ekonómia, sociológia, psychológia, právo, antropológia). Digitálne technológie sú definované ako elektronické nástroje, systémy, zariadenia a zdroje, ktoré generujú, ukladajú alebo spracovávajú dáta, čo znamená, že produkcia a distribúcia dát sú jadrom digitálnych inovácií a digitalizácie. Dáta sú teda kľúčovým zdrojom na mobilizáciu procesu digitalizácie a umožnenie nových spôsobov privlastňovania si mimo zisku (Zuboff, 2019). Medzi príklady digitálnych technológií patrí internet vecí, cloud computing, pokročilá robotika, umelá inteligencia, sociálne médiá, inovatívne digitálne platformy, blockchainové technológie, geografické informačné systémy, bezdrôtové senzorové siete, výpočtové technológie, rádiový frekvenčný identifikácia, analýza veľkých dát a technológie diaľkového prieskumu Zeme, ako sú drony.

Digitalizácia môže podporovať konsolidáciu v rámci potravinového dodávateľského reťazca a ponúkať mnoho príležitostí na protisúťažné praktiky a zneužívanie trhovej sily. Digitálne technológie poskytujú niekoľko zdrojov zneužívania trhovej sily. Niektoré zdroje, ako sú patenty, úspory z rozsahu, sieťové externality, asymetrické informácie, priemyselné tajomstvá a efekty uzamknutia, sú ekonómom dobre známe a sú spoločné pre iné technológie. Iné, ako je škálovateľnosť, posilňovanie sieťových efektov a koprodukcia hodnôt, sú novšie a vznikajú v dôsledku vývoja digitálnych platforiem. Väčšina digitálnych technológií je v súkromnom vlastníctve, vďaka čomu sú patenty významným zdrojom trhovej sily. Spoločnosti predávajúce digitálne produkty profitujú z úspor z rozsahu; po spustení softvéru, aplikácií a platforiem každý nový zákazník znižuje priemerné výrobné náklady digitálnych platforiem. Kontrola nad digitálnymi platformami ponúka firmám extrémne konkurenčné výhody a ziskovosť vďaka vysokej škálovateľnosti a posilňovaniu sieťových efektov (Verhoef et al., 2021; Runck et al., 2022).

Vplyv digitálnej transformácie na výrobu

Digitálna transformácia má vplyv na každú časť podniku. Okrem zlepšenej profitability ide o:

- Zvýšenú efektivitu výroby (až o 30 %) vrátane zníženia emisií a odpadov, zlepšenej energetickej účinnosti, vyššej bezpečnosti a zlepšenia pracovných podmienok.
- Znížené prevádzkové náklady (až o 25 %) spolu s flexibilnou a decentralizovanou výrobou a hodnotovým reťazcom integrovaným prostredníctvom digitálneho vlákna.
- Lepšie využitie nákladov znížením prestojov a optimalizáciou zásob.
- Vyššiu kvalitu vďaka efektívnejšiemu riadeniu a kontrole procesov.
- Nové obchodné modely a zdroje príjmov využívajúce modely príjmov na základe služieb a predplatného.

Spoločne môžu tieto výhody znížiť celkové náklady na vlastníctvo (TCO), posilniť zabezpečenie, rozšíriť škálovateľnosť, zlepšiť užívateľskú skúsenosť a poskytnúť väčšiu mobilitu – čo prináša skutočný a hmatateľný vplyv na celú spoločnosť. Digitálna transformácia môže tiež prispieť ku kľúčovým cieľom vrátane kvality produktov, bezpečnosti pracovníkov, efektivity, výkonnosti a udržateľnosti.

Príklady digitalizácie vo výrobe

Digitalizácia vo výrobe vyzerá v každej spoločnosti inak. Všeobecne má však silu posilniť postavenie zamestnanca, zapojiť zákazníkov, optimalizovať operácie a transformovať produkty a služby.

Priemyselné senzory IoT

IoT je základnou technológiou pre iniciatívy Priemyslu 4.0, ktorá využíva prepojené inteligentné senzory, akčných členov a ďalšie zdroje dát na prepojenie ľudí, produktov a procesov. Pomocou platforiem IoT sa môžete pripojiť, monitorovať, analyzovať a reagovať na priemyselné dáta, aby ste dosiahli nasledujúce výhody:

- Maximalizácia výnosov odstránením neplánovaných prestojov a prevádzkových prekážok, pre udržanie rastu výnosov. IoT môže pomôcť rozšíriť sa na nové trhy, zlepšiť priepustnosť a odomknúť nové obchodné modely.
- Rýchlejšie uvedenie výrobku na trh aj vďaka rýchlejšiemu vývoju aplikácií. Platformy IoT umožňujú rozšíriť staršie aktíva o nové funkcie.
- Zníženie prevádzkových nákladov odblokovaním priemyselných dát z pripojených produktov a systémov, zvýšenie produktivity a efektivity a zároveň udržanie nízkych nákladov odstránením úzkych miest a zvýšením efektivity.
- Zvýšenie kvality škálovaním produktov, služieb a výrobných operácií.

Inteligentná výroba

Inteligentné výrobné riešenia umožňujú nové úrovne inovácií, produktivity a rastu prostredníctvom rôznych stratégií neustáleho zlepšovania. Tieto riešenia pomáhajú spoločnostiam držať krok a zostať konkurencieschopní tým, že:

- Znížia prevádzkové náklady pomocou prepojeného monitorovania a analýzy na zníženie nákladov na prácu, materiál a režijné náklady až o 12 %.
- Maximalizujú rast tržieb a zvýšia výkon výroby až o 30 % skrátením dodacích lehôt, veľkosťou šarží a doby uvedenia na trh.
- Zvýšia efektívnosť aktív tým, že skrátia doby prechodu, neplánované prestoje a znížia objem nedokončenej výroby.

Prediktívna údržba

Prediktívna údržba nepretržite analyzuje stav pripojeného majetku a zariadenia, aby sa znížila pravdepodobnosť neplánovaných prestojov alebo zlyhania stroja. Ide o transformatívnu aplikáciu IoT s obrovskými výhodami, ako sú:

- Zníženie prestojov: Prediktívna údržba umožňuje technikom odhaliť problémy vopred a vyriešiť problémy skôr, než dôjde k poruche zariadenia.
- Vyššia produktivita pracovníkov: Nie je potrebné narúšať produktivitu pracovníkov kvôli neočakávanej poruche alebo akejkoľvek inej poruche. Prediktívne plány údržby podľa plánov pracovníkov.
- Znížené náklady na servis v teréne: Predvídaním údržby stroja môžu servisné oddelenia generovať značné úspory nákladov a zvýšiť návratnosť investícií.
- Vylepšený dizajn produktu: Využitím IoT dát zhromaždených prostredníctvom senzorov stroja môžu produktoví návrhári použiť tieto dôležité informácie k inováciám výrobkov.
- Zvýšená bezpečnosť pracovníkov: Neočakávaná porucha alebo havária môže viesť k nebezpečným pracovným podmienkam pre zamestnancov. Vďaka predpovedi, kedy môže dôjsť k poruche, môže byť servis dokončený skôr, ako sa stroj stane nebezpečným.

Výhody digitálnej transformácie

Výhody digitálnej transformácie či digitalizácie vyplývajú z vyššie uvedeného:

- vyššia efektivita práce,
- flexibilita,
- priestor pre zisk nových zákazníkov,
- otvorenie nových komunikačných kanálov,
- eliminácia opakovanej či fyzicky náročnej práce,
- udržateľný rozvoj firmy,
- uľahčenie a urýchlenie rozhodovania.

Význam a kladný prínos digitalizácie firiem potvrdzuje aj celý rad výskumov. Všeobecne sa uvádza 12 % nárast produktívnych zamestnancov, 20 % nárast inovatívnych snáh zamestnancov a 35 % nárast strategických návrhov. Z toho vyplýva celkové zlepšenie motivácie zamestnancov a s tým aj úspešnosti ich činnosti.

Riziká digitalizácie a digitálnej transformácie firiem

S rastom množstva digitálnych dát a manipulácie s nimi mimo firmy vzniká vyššie bezpečnostné riziko. Bezpečnostné riziko, ktoré je v mnohých prípadoch predmetom kritiky cloudových riešení, rovnako ako prístupu „BYOD“ čiže práca na vlastných zariadeniach – počítačoch a podobne. Nedostatočné zabezpečenie totiž môže viesť k napadnutiu celej infraštruktúry a zneužitiu dát. Je teda dôležité tieto riziká nepodceňovať a starostlivo celú štruktúru premyslieť. Digitalizácia firmy by sa preto nemala uponáhľat' a mala by vzniknúť na základe konzultácie s kvalifikovaným partnerom, ktorý na základe skúseností dokáže navrhnúť vhodné, bezpečné riešenie.

Základom digitálnej transformácie aj digitalizácie firmy je premyslený koncept. Tomuto konceptu by mal veriť nielen manažér, ktorý ho má na starosti, ale aj vedenie firmy, ktorá by mala ísť ostatným príkladom. Zásadné je však vzdelávanie pre všetkých zamestnancov, ktoré odstráni všetky prípadné pochybnosti a motivuje pracovníkov k spolupráci v rámci zavádzania inovácií. Toto vzdelávanie môže slúžiť ako nástroj na odstránenie mýtov o umelej inteligencii, kde stále prevláda predstava o tom, že nahradí ľudský faktor. Tá je však nesprávne chápanie, pretože zmyslom AI nie je prácu brať, ale uľahčiť ju a pomôcť ďalšiemu rastu firmy.

S digitalizáciou firmy by malo dôjsť aj k premene firemnej kultúry, ktorá by sa mala stať aj digitálnou. Pokiaľ sa zamestnanci zvládnu adaptovať a prijmú ponúkané zmeny, začnú mať pocit, že ich práca má zmysel. Stáva sa tak pre nich zábavou a nie iba osemhodinovou povinnosťou, ktorú si musia odsedieť v kancelárii, aby sa následne mohli venovať svojim koníčkam. Vyššia spokojnosť z práce ďalej vedie ku kvalitnejšej činnosti a samostatnosti.

Záver

Digitálna transformácia umožňuje výrobným firmám automatizovať a optimalizovať výrobné procesy. Týmto spôsobom sa znižuje riziko ľudského faktora a zvyšuje sa rýchlosť a presnosť výroby. Digitálne technológie umožňujú aj presnejšie plánovanie výroby a využívania zdrojov, čo ďalej zvyšuje efektivitu a produktivitu. Digitalizácia výrobných procesov umožňuje znižovanie nákladov na výrobu, ako je spotreba energie, vody a materiálov. Vďaka sledovaniu a riadeniu týchto procesov je možné napríklad znížiť množstvo odpadu alebo minimalizovať straty energie. Toto znižovanie nákladov má pozitívny vplyv na ziskovosť a konkurencieschopnosť firiem. Digitálne technológie umožňujú sledovať a riadiť kvalitu výroby pomocou senzorov a ďalších technológií. Týmto spôsobom je možné získať presné údaje o stave výrobných procesov a využívať

ich na to, aby sa minimalizovalo riziko chýb a reklamácií. Vďaka lepšej kontrole kvality výroby je možné tiež zvyšovať spokojnosť zákazníkov a posilňovať reputáciu firmy. Digitálne technológie umožňujú sledovať a riadiť dodávateľský reťazec. Vďaka tomu výrobné firmy získavajú lepší prehľad o stave zásob a môžu lepšie plánovať využívanie zdrojov. Týmto spôsobom je možné minimalizovať zbytočné skladovanie a znižovať náklady spojené s využívaním dodávateľského reťazca. Digitalizácia výrobných procesov umožňuje výrobným firmám rýchlejšie reagovať na meniace sa potreby trhu. Vďaka automatizácii a flexibilnejšiemu využívaniu zdrojov je možné rýchlo prispôbiť výrobu a využiť napríklad výrobu na zákazku. To vedie k zvýšeniu konkurencieschopnosti a úspešnosti na trhu. Digitálna transformácia firmy ako vo vnútri, tak navonok zvyšuje efektivitu služieb a zároveň významným spôsobom znižuje náklady. Digitálna transformácia otvára cestu k novým trhom a zákazníkom a zabezpečuje dlhodobý úspech v odbore.

Literatúra

- Aaldering, L. J., Song, C. H. 2021. Of leaders and laggards – Towards digitalization of the process industries. *Technovation*, vol. 105, 102211.
- Bannor, R. K., Amponsah, J. 2023. The emergence of food delivery in Africa: A systematic review. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, 100062.
- Cano-Marin, E., Sánchez-Alonso, S., Mora-Cantallos, M. 2023. Unleashing competitive intelligence: News mining analysis on technology trends and digital health driving healthcare innovation. *IEEE Transactions on Engineering Management*, forthcoming.
- Cheng, Y., Zhou, X., Li, Y. 2024. The effect of digital transformation on intrapreneurship in real economy enterprises: A labour input perspective. *Management Decision*, vol. 62, no. 8, pp. 2578–2598.
- Colli, M., Berger, U., Bockholt, M., Madsen, O., Møller, C., Wæhrens, B. V. 2019. A maturity assessment approach for conceiving context-specific roadmaps in the Industry 4.0 era. *Annual Reviews in Control*, vol. 48, pp. 165–177.
- Demartini, M., Pinna, C., Tonelli, F., Terzi, S., Sansone, C., Testa, C. 2018. Food industry digitalization: From challenges and trends to opportunities and solutions. *IFAC-PapersOnLine*, vol. 51, no. 11, pp. 1371–1378.
- Fettermann, D., Cavalcante, C., Almeida, T., Tortorella, G. 2018. How does Industry 4.0 contribute to operations management? *Journal of Industrial and Production Engineering*, vol. 35, no 4, pp. 255–268.
- Fitouri, M. 2023. Intrapreneurial behaviours and the innovative performance of technology enterprises: Employee characteristics' moderating effect. *International Journal of Technoentrepreneurship*, vol. 4, no. 4, pp. 321–343.
- Gartner. 2021. Digital IQ: Social marketing benchmarks. Retrieved May 1, 2023. <https://insights.globalspec.com/article/17059/digitalization-challenges-and-opportunities-in-food-and-beverage>
- Garzoni, A., De Turi, I., Secundo, G., Del Vecchio, P. 2020. Fostering digital transformation of SMEs: A four levels approach. *Management Decision*, vol. 58, no. 8, p. 1543–1562.
- Henrichs, E., Noack, T., Pinzon Piedrahita, A. M., Salem, M. A., Stolz, J., Krupitzer, C. 2022. Can a byte improve our bite? An analysis of digital twins in the food industry. *Sensors*, vol. 22, no. 1, p. 115.

- Hussain, M., Papastathopoulos, A. 2022. Organizational readiness for digital financial innovation and financial resilience. *International Journal of Production Economics*, vol. 243, 108326.
- Kayikci, Y., Subramanian, N., Dora, M., Bhatia, M. 2022. Food supply chain in the era of Industry 4.0: Blockchain technology implementation opportunities and impediments from the perspective of people, process, performance, and technology. *Production Planning & Control*, vol. 33, no. 2-3, pp. 301–321.
- Lioutas, E., Charatsari, C., De Rosa, M. 2021. Digitalization of agriculture: A way to solve the food problem or a trolley dilemma? *Technology in Society*, vol. 67, 101744.
- Llopis-Albert, C., Rubio, F., Valero, F. 2021. Impact of digital transformation on the automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 162, 120343.
- Martindale, W., Duong, L., Jagtop, S. 2022. *Food industry 4.0: Unlocking advancement opportunities in the food manufacturing sector*. CABI.
- Medina Molina, C., Ribeiro Soriano, D., Blanco González-Tejero, C. 2023. Multi-level corporate entrepreneurship in SMEs: An intra-metropolitan analysis. *Review of Managerial Science*, vol. 17, no. 7, pp. 2185–2213.
- Romanello, R., Veglio, V. 2022. Industry 4.0 in food processing: Drivers, challenges and outcomes. *British Food Journal*, vol. 124, no. 13, pp. 375–390.
- Qin, R. 2023. Overcoming the digital transformation paradoxes: A digital affordance perspective. *Management Decision*, (forthcoming).
- Runck, B. C., Joglekar, A., Silverstein, K. A. T., Chan-Kang, C., Pardey, P. G., Wilgenbusch, J. C. 2022. Digital agriculture platforms: driving data-enabled agricultural innovation in a world fraught with privacy and security concerns. *Agron. J.* vol. 114, pp. 2635–2643. doi: 10.1002/agj2.20873
- Tabrizi, B., Lam, E., Girard, K., Irvin, V. 2019. Digital transformation is not about technology. *Harvard business review*, vol. 13 (March), pp. 1-6.
- Tortorella, G., Kurnia, S., Trentin, M., Oliveira, G. A., Setti, D. 2022. Industry 4.0: What is the relationship between manufacturing strategies, critical success factors and technology adoption? *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 33, no. 8, pp. 1407–1428.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N., et al. 2021. Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda. *J. Bus. Res.* vol. 122, pp. 889–901. doi: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022
- WFP – World Food Programme. 2023. *WFP at a glance*. United Nations. Retrieved May 1, 2023. <https://www.wfp.org/stories/wfp-glance>.
- Zuboff, S. 2019. *The age of surveillance capitalism*. London: Profile Books Book Company

Kontaktná adresa

prof. Ing. Jozef Golian, Dr., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre. Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail: jozef.golian@uniag.sk

Účínok obsahu soli a spôsobu balenia na senzorickú kvalitu mäkkých mäsových výrobkov

Effect of Salt Content and Method of Packaging on the Sensory Quality of Meat Products

Reitznerová, A.¹, Mastilák, T.², Regecová, I.¹, Semjon, B.¹, Výrostková, J.¹,
Nosková, E.¹, Marcinčák, S.¹

¹Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81, Košice

²Dalton spol. s.r.o, Napajadlá 1/A, 042 47 Košice

Abstrakt

Cieľom štúdie bolo zhodnotiť vplyv zníženého obsahu soli, spôsobu balenia (vákuovo a modifikovaná atmosféra plynov) a dĺžky skladovania na senzorickú kvalitu mäkkých mäsových výrobkov. Hodnotené boli štyri varianty párkov s obsahom soli 1,5; 1,7; 1,8 a 2,1 % počas 1., 14., 21. a 28. dňa skladovania. Senzorické hodnotenie zahŕňalo vonkajší vzhľad, vzhľad na reze, konzistenciu, vôňu, chuť a celkovú prijateľnosť. Pri porovnaní hodnotenia jednotlivých parametrov u výrobkov s koncentráciou soli 1,5 a 1,7 % a u výrobkov s koncentráciou 2,1 % (kontrola) sme nezaznamenali v hodnotených parametre štatistický významný rozdiel a medzi výrobkami počas celej doby skladovania boli zaznamenané v chuti, vône a celkovej prijateľnosti výrobku len mierne vyššie hodnoty u kontroly ($p > 0,05$). Výsledky potvrdili, že zníženie obsahu soli na úroveň 1,5 a 1,7 % môže byť realizovateľné bez výraznej straty senzorickej kvality párkov, pri využití vákuového balenia a balenia v modifikovanej atmosfére plynov.

Kľúčové slová: mäsové výrobky, soľ, balenie

Abstract

The aim of the study was to evaluate the effect of reduced salt content, packaging method (vacuum and modified atmosphere of gases) and storage duration on the sensory quality of soft meat products. Four variants of frankfurters with salt contents of 1.5, 1.7, 1.8 and 2.1% were evaluated on the 1st, 14th, 21st and 28th day of storage. The sensory evaluation included external appearance, appearance when cut, consistency, aroma, taste and overall acceptability. When comparing the evaluation of individual parameters for products with a salt concentration of 1.5 and 1.7% and products with a concentration of 2.1% (control), we did not find any statistically significant differences in the evaluated parameters, and only slightly higher values were recorded for the control in terms of flavour, smell and overall acceptability of the product ($p > 0.05$). The results confirmed that reducing the salt content to 1.5% and 1.7% is feasible without a significant loss of sensory quality of the frankfurter when using vacuum packaging and modified atmosphere of gases packaging.

Key words: meat products, salt, packaging

Úvod

Mäsový výrobok definujeme ako technologicky spracovaný produkt, ktorý okrem mäsa obsahuje vodu, soliace zmesi, rôzne potravinárske prísady a aditívne látky, pričom po spracovaní na reze nevykazuje vlastnosti čerstvého mäsa (Zeľňáková et al., 2010). Tieto výrobky sú zároveň charakteristické špecifickým tvarom a organoleptickými vlastnosťami, ktoré sú dôsledkom použitia prísad a špecifických technologických

postupov (Lát et al., 1984). Potreba výroby mäsových produktov vznikla z potreby predĺžiť trvanlivosť mäsa po jeho porážke, spracovať odrezky z mäsa a rozšíriť sortiment potravín. Tieto faktory v minulosti viedli k vzniku širokého spektra mäsových výrobkov, ktoré sa každoročne dopĺňajú o nové typy produktov (Pipek a Jirotková, 2001). Trh s mäsovými výrobkami sa v posledných rokoch rozširuje a diverzifikuje, reagujúc na rastúci dopyt po rôznych typoch výrobkoch, ktoré zohľadňujú nielen tradičné chute, ale aj zdravie a ekologické faktory. Z týchto nových mäsových výrobkoch, ktoré sú na trhu možno uviesť: bezlepkové a bezlaktózové mäsové výrobky, mäsové výrobky s nízkym obsahom soli a tuku, mäsové výrobky s pridanými funkčnými zložkami (omega-3 mastné kyseliny, kolagén, vitamíny, vláknina, prírodné antioxidanty), alternatíva k mäsovému výrobku (vegatariánske a vegánske výrobky). Hoci výroba mäsových výrobkov vyžaduje dôsledné dodržiavanie technologického postupu a zásad správnej výrobnjej praxe, soľ zohráva pri ich výrobe nenahraditeľnú úlohu. Okrem toho, že prispieva k senzorickým vlastnostiam, najmä chuti, plní aj viaceré technologické a konzervačné funkcie. Soľ zvyšuje väzbovú schopnosť bielkovín, čím pozitívne ovplyvňuje textúru a štruktúru výrobku. Zároveň prispieva k zníženiu aktivity vody (a_w), čím inhibuje rast nežiaducich mikroorganizmov a predlžuje trvanlivosť produktu. Významnú úlohu zohráva aj pri stabilizácii farby a emulgačných vlastnostiach mäsa (Dostálová a kol., 2014). Hlavným dôvodom znižovania obsahu soli v mäsových výrobkoch je obmedzenie jej príjmu v strave, nakoľko jej nadmerná konzumácia je spojená so zdravotnými rizikami (hypertenzia a riziko kardiovaskulárnych ochorení (Graudal et al., 2014), rakovina žalúdka (Han et al., 2015), obličkové kamene a poškodenie obličiek (Saggari-Malik et al., 1996). Cieľom tejto štúdie bolo posúdiť vplyv redukovaného obsahu soli a spôsobu balenia na mikrobiologickú a senzorickú kvalitu mäkkých mäsových výrobkov, konkrétne párkov. Hodnotený bol štandardný produkt s obsahom soli 2,1 % a tri varianty so zníženým obsahom soli (1,5 %, 1,7 % a 1,8 %), ktoré boli balené vákuovo (28. dní) a v ochrannej atmosfére plynu (21. dní), a skladované v chladničke pri teplote 4 °C.

Materiál a metodika

Pri realizácii experimentu boli použité 4 šarže mäkkých mäsových výrobkov – Baby párky, ktoré vznikli v spolupráci s producentom mäsových výrobkov. Jedna šarža obsahovala tradičnú dávku soli na úrovni 2,1 %. Zvyšné tri šarže boli pripravené podľa rovnakej receptúry, pričom obsah soli bol upravený tak, aby výsledná koncentrácia v hotovom výrobku bola 1,5 %, 1,7 % a 1,8 %. Tepelné opracovanie bolo vykonané v súlade s Vyhláškou č. 83/2016 (2016) pri dosiahnutí 70 °C v jadre výrobku po dobu 10 minút. Po tepelnom opracovaní boli výrobky ochladené sprchovaním a následne zabalené vákuovo a v ochrannej atmosfére plynu (zloženie atmosféry: 80 % N₂ a 20 % CO₂). Vzorok boli skladované v chladničke pri teplote do 4 °C po dobu 21 dní (balené v ochrannej atmosfére) a 28 dní (balené vo vákuu). Analýzy boli vykonané na 1., 14. a 21. prípadne 28. deň skladovania.

Senzorické hodnotenie pripravených mäsových výrobkov bolo vykonané v špeciálne vybavenom senzorickom laboratóriu na Univerzite veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach. Pri zostavovaní protokolu pre posudzovanie experimentálnych vzoriek párkov sa postupovalo podľa autorov Lawless a Heymann (2010). Pred hodnotením boli vzorky ohrievané po dobu 3 minút na teplotu 90 °C. Celkovo bolo hodnotených 6 atribútov: vzhľad povrchu, vzhľad rezu, vôňa, konzistencia, chuť a celková prijateľnosť vzoriek. Hodnotenie prebiehalo na základe 9-bodovej hedonickej škály (1 = veľmi zlá, 9 = veľmi dobrá).

Štatistická analýza bola vykonaná v štatistickom programe Graph Pad Prism 8.3 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA). Výsledky analýz sú vyjadrené ako priemery a smerodajná odchýlka (SD). Pre štatistické vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov bola použitá štatistická metóda dvojcestnej analýzy rozptylov hodnôt (ANOVA) a Tukeyho test pre viacnásobné porovnávanie priemerov. Pri hodnotení fyzikálno – chemických parametrov, kolorimetrických parametrov a senzorických parametrov experimentálnych vzoriek párkov sme ako hlavné faktory zvolili vplyv skladovania a vplyv obsahu soli v mäsovom výrobku. Za štatisticky významnú hladinu významnosti bola nastavená úroveň $p < 0,05$.

Výsledky a diskusia

Výsledky hodnotenia senzorických parametrov experimentálnych vzoriek párkov s rozdielnym obsahom soli balených v ochrannej atmosfére plynu sú uvedené v tabuľke 1. Na začiatku skladovania dosiahla najvyššiu celkovú prijateľnosť vzorka s obsahom soli 2,1 % ($8,70 \pm 0,48$). Avšak v parametri celkovej prijateľnosti nebol zistený štatisticky významný rozdiel medzi vzorkami hodnotenými na 1. deň experimentu ($p < 0,05$). Najnižšia hodnota bola zaznamenaná pri obsahu soli 1,5 % a 1,8 % koncentrácií.

Tabuľka 1: Senzorické hodnotenie experimentálne vyrobených párkov so zníženým obsahom soli, balené v ochrannej atmosfére a skladované pri teplote 4 °C 21 dní

Obsah soli (%)	Vzhľad (vonk.)	Vzhľad (rez)	Konzistencia	Vôňa	Chuť	Celková prijateľnosť
1. 1.deň						
1,5	$7,60 \pm 0,97^b$	$8,70 \pm 0,48^a$	$8,20 \pm 0,63^a$	$7,80 \pm 0,92^{ab}$	$8,00 \pm 0,82^{ab}$	$8,00 \pm 0,47^{abc}$
1,7	$8,20 \pm 0,79^{ab}$	$8,70 \pm 0,48^a$	$7,90 \pm 0,32$	$7,80 \pm 0,79^{ab}$	$8,30 \pm 0,82^{ab}$	$8,30 \pm 0,67^{ab}$
1,8	$8,60 \pm 0,52^{ab}$	$8,50 \pm 0,53^a$	$7,80 \pm 0,42^a$	$7,20 \pm 0,63^{bcd}$	$7,60 \pm 1,07^{bcd}$	$8,00 \pm 0,67^{abc}$
2,1	$8,50 \pm 0,97^{ab}$	$8,50 \pm 0,53^a$	$8,50 \pm 0,53^a$	$8,60 \pm 0,70^a$	$8,30 \pm 0,82^a$	$8,70 \pm 0,48^a$
14.deň						
1,5	$8,20 \pm 0,79^{ab}$	$8,40 \pm 0,52^a$	$8,20 \pm 0,42^a$	$7,40 \pm 0,52^{abc}$	$7,40 \pm 1,35^{abc}$	$7,80 \pm 1,03^{abc}$
1,7	$8,40 \pm 0,52^{ab}$	$8,40 \pm 0,52^a$	$8,10 \pm 0,57^a$	$7,20 \pm 0,63^{bcd}$	$7,10 \pm 1,20^{bcd}$	$7,60 \pm 1,07^{abc}$
1,8	$8,60 \pm 0,52^{ab}$	$8,50 \pm 0,53^a$	$8,20 \pm 0,42^a$	$7,30 \pm 0,67^{bcd}$	$6,30 \pm 1,06^{bcd}$	$7,00 \pm 1,05^c$
2,1	$8,70 \pm 0,48^a$	$8,50 \pm 0,53^a$	$8,20 \pm 0,42^a$	$7,70 \pm 0,48^{abc}$	$7,60 \pm 0,84^{abc}$	$7,90 \pm 1,10^{abc}$
21.deň						
1,5	$8,20 \pm 0,63^{ab}$	$8,10 \pm 0,32^a$	$8,30 \pm 0,67^a$	$6,50 \pm 0,97^{cd}$	$6,90 \pm 1,20^{cd}$	$7,30 \pm 0,82^{bc}$
1,7	$8,10 \pm 0,99^{ab}$	$8,10 \pm 0,57^a$	$8,20 \pm 0,79^a$	$6,10 \pm 0,99^d$	$6,80 \pm 1,03^d$	$6,90 \pm 0,88^c$
1,8	$8,40 \pm 0,70^{ab}$	$8,10 \pm 0,57^a$	$8,30 \pm 0,67^a$	$6,10 \pm 0,99^d$	$6,60 \pm 0,97^d$	$7,10 \pm 0,74^{bc}$
2,1	$8,30 \pm 0,67^{ab}$	$8,10 \pm 0,57^a$	$8,30 \pm 0,67^a$	$6,80 \pm 1,40^{bcd}$	$7,20 \pm 1,32^{bcd}$	$7,50 \pm 1,08^{abc}$
p hodnota: vplyv prídavku soli						
	< 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,01	< 0,05	< 0,05
p hodnota: vplyv doby skladovania						
	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Výsledky naznačujú, že znížený obsah soli negatívne neovplyvnil vnímanú kvalitu výrobku na začiatku skladovania. Na 14. deň bola najvyššia celková prijateľnosť zaznamenaná u vzorky s 2,1 % soli ($7,90 \pm 1,10$), zatiaľ čo najnižšiu hodnotu dosiahla vzorka s 1,8 % ($7,00 \pm 1,05$) ($p < 0,05$). Po 21 dňoch skladovania sa opäť potvrdilo, že vzorka s 2,10 % soli dosiahla najvyššiu celkovú prijateľnosť ($7,50 \pm 1,08$), zatiaľ čo najnižšiu mala vzorka s 1,70 % a to $6,90 \pm 0,88$. Celkovo bol zaznamenaný štatisticky

významný pokles v hodnotení vône, chuti a prijateľnosti počas skladovania ($p < 0,001$), bez ohľadu na prídavok soli. Najvyššiu hodnotu vône dosiahla vzorka s 2,1 % soli na 1. deň skladovania ($8,60 \pm 0,70$), pričom ku koncu skladovania hodnota klesala na $6,80 \pm 1,40$. Naopak, najnižšia hodnota vône bola zaznamenaná pri 1,7 % a 1,8 % soli ($6,10 \pm 0,99$ b) po 21 dňoch. Vôňa bola významne ovplyvnená tak koncentráciou soli ($p < 0,01$), ako aj dĺžkou skladovania ($p < 0,001$). Hodnotenie chuti sa pohybovalo v rozmedzí $6,30 \pm 1,06$ až $8,30 \pm 0,82$, pričom sa tiež preukázal štatisticky významný vplyv koncentrácie soli ($p < 0,05$) a doby skladovania ($p < 0,001$) na intenzitu chuti. Najlepšie hodnotenú chuť mali výrobky s 1,7 % a 2,1 % soli na 1. deň s hodnotou $8,30 \pm 0,82$. Vo všetkých sledovaných vzorkách bol zaznamenaný pokles v hodnotení chuti a vône, čo poukazuje na negatívny vplyv skladovania na senzorickú kvalitu. Parametre vzhľadu (vonkajší a na reze) a konzistencie sa medzi jednotlivými vzorkami líšili len minimálne. Hodnotenia boli vysoké vo všetkých prípadoch (v rozmedzí od 7,60 – 8,70), pričom sa nepreukázal štatisticky významný vplyv koncentrácie soli ani doby skladovania. To poukazuje na stabilitu týchto vizuálnych a texturálnych vlastností produktov počas celej doby skladovania. Pri porovnaní hodnotenia jednotlivých parametrov u výrobkov s koncentráciou soli 1,5 a 1,7 % a s koncentráciou 2,1 % (kontrola) sme nezaznamenali ani v jednom hodnotenom parametre štatistický významný rozdiel a medzi výrobkami počas celej doby skladovania boli zaznamenané v chuti, vône a celkovej prijateľnosti výrobku len mierne vyššie hodnoty u kontroly ($p > 0,05$).

Tabuľka 2: Senzorické hodnotenie experimentálne vyrobených párkov so zníženým obsahom soli, balené vo vákuu a skladované pri teplote 4 °C 28 dní

Obsah soli (%)	Vzhľad (vonk.)	Vzhľad (rez)	Konzistencia	Vôňa	Chuť	Celková prijateľnosť
1.deň						
1,5	$7,60 \pm 0,97^a$	$8,70 \pm 0,48^a$	$8,20 \pm 0,63^{ab}$	$7,80 \pm 0,92^{ab}$	$8,00 \pm 0,82^a$	$8,00 \pm 0,47^{ab}$
1,7	$8,20 \pm 0,79^a$	$8,70 \pm 0,48^a$	$7,90 \pm 0,32^{ab}$	$7,80 \pm 0,79^{ab}$	$8,30 \pm 0,82^a$	$8,30 \pm 0,67^{ab}$
1,8	$8,60 \pm 0,52^a$	$8,50 \pm 0,53^a$	$7,80 \pm 0,42^b$	$7,20 \pm 0,63^{abcd}$	$7,60 \pm 1,07^{ab}$	$8,00 \pm 0,67^{ab}$
2,1	$8,50 \pm 0,97^a$	$8,50 \pm 0,53^a$	$8,50 \pm 0,53^{ab}$	$8,60 \pm 0,70^a$	$8,30 \pm 0,82^a$	$8,70 \pm 0,48^a$
14.deň						
1,5	$8,30 \pm 0,95^a$	$7,20 \pm 0,42^b$	$8,20 \pm 0,79^{ab}$	$7,30 \pm 1,06^{abc}$	$7,20 \pm 1,23^{ab}$	$7,70 \pm 1,06^{abc}$
1,7	$8,10 \pm 1,20^a$	$7,90 \pm 1,10^{ab}$	$8,30 \pm 0,67^{ab}$	$7,00 \pm 0,82^{abcd}$	$6,70 \pm 1,06^{ab}$	$7,20 \pm 0,92^{abc}$
1,8	$7,80 \pm 1,03^a$	$8,20 \pm 1,14^a$	$8,50 \pm 0,53^{ab}$	$6,70 \pm 1,06^{bcd}$	$6,00 \pm 1,25^b$	$6,80 \pm 0,92^{bc}$
2,1	$8,30 \pm 0,82^a$	$8,10 \pm 0,88^{ab}$	$8,30 \pm 0,67^{ab}$	$7,10 \pm 1,20^{abcd}$	$7,60 \pm 1,07^{ab}$	$7,60 \pm 1,07^{abc}$
28.deň						
1,5	$7,90 \pm 0,88^a$	$7,90 \pm 0,32^{ab}$	$8,60 \pm 0,52^{ab}$	$6,30 \pm 1,77^{bcd}$	$7,30 \pm 1,25^{ab}$	$7,30 \pm 1,25^{abc}$
1,7	$7,50 \pm 0,53^a$	$8,20 \pm 0,42^a$	$8,70 \pm 0,48^a$	$5,90 \pm 1,60^{cd}$	$6,80 \pm 1,69^{ab}$	$7,30 \pm 1,34^{abc}$
1,8	$7,80 \pm 0,79^a$	$8,30 \pm 0,48^a$	$8,60 \pm 0,52^{ab}$	$5,40 \pm 1,51^d$	$5,90 \pm 1,79^b$	$6,30 \pm 1,42^c$
2,1	$8,10 \pm 0,74^a$	$8,20 \pm 0,42^a$	$8,70 \pm 0,48^a$	$6,80 \pm 1,69^{abcd}$	$7,40 \pm 1,35^{ab}$	$7,50 \pm 1,35^{abc}$
p hodnota: vplyv prídavku soli						
	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,01	< 0,001	< 0,01
p hodnota: vplyv doby skladovania						
	> 0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Výsledky hodnotenia senzorických parametrov experimentálnych vzoriek párkov s rozdielnym obsahom soli balených vákuovo sú uvedené v tabuľke 2. Najvyššia celková prijateľnosť bola zistená na 1. deň pri vzorke s 2,1 % soli ($8,70 \pm 0,48$), najnižšia bola po

28 dňoch pri 1,8 % soli ($6,30 \pm 1,42$). Pri vzorke s najnižšou koncentráciou soli 1,5 % bola celková prijateľnosť hodnotená hodnotou $8,00 \pm 0,47$ v 1. deň a po 28 dňoch skladovania klesla na $7,50 \pm 1,35$. Celková prijateľnosť sa vplyvom skladovania postupne znižovala u všetkých vzoriek. Celkovo vákuové balenie spomalilo zhoršovanie niektorých vlastností, no po 28 dňoch bol zaznamenaný úbytok senzorickej kvality vo všetkých variantoch, obzvlášť v oblasti vône a chuti. Hodnotenia vonkajšieho vzhľadu sa pohybovali medzi 7,50 až 8,60 v priebehu skladovania, pričom sa nepotvrdil štatisticky významný vplyv prídavku soli ($p > 0,05$) ani doby skladovania pri vonkajšom vzhľade ($p > 0,05$). Naopak, vzhľad na reze a konzistencia boli významne ovplyvnené dobou skladovania ($p < 0,001$), avšak nie koncentráciou soli ($p > 0,05$). Najlepšie hodnotenú konzistenciu na konci skladovania dosiahli vzorky s 1,7 % a 2,1 % soli. Najhoršie konzistentne hodnotenou vzorkou bola vzorka s obsahom soli 1,8 % na začiatku skladovania ($7,8 \pm 0,42$). Výsledky ukazujú, že pri vákuovom balení dochádza k zmene konzistencie počas skladovania, najmä po 14 dňoch, avšak tieto zmeny boli senzorickými hodnotiteľmi vyjadrené ako pozitívne zlepšenie oproti prvému dňu. Vôňa vzoriek bola významne ovplyvnená koncentráciou soli ($p < 0,01$) aj dobou skladovania ($p < 0,001$). Najvyššia hodnota bola zaznamenaná pri 2,1 % koncentrácii na 1. deň ($8,60 \pm 0,70$), na 28. deň skladovania dosiahla vzorka skóre $6,8 \pm 1,69$. Najhoršie hodnotenou bola vzorka s koncentráciou soli 1,8 %, ktorá z pôvodných $7,2 \pm 0,63$ klesla po 28 dňoch na hodnotu $5,40 \pm 1,51$. Vzorka s najnižším obsahom soli mala na 1. deň $7,8 \pm 0,92$, po 28 dňoch skladovania sa hodnotenie vône znížilo na $6,3 \pm 1,77$. Tieto výsledky poukazujú na zhoršenie arómy počas skladovania, pričom vákuové balenie nedokázalo tento pokles výrazne eliminovať. Chuť bola najlepšie hodnotená na 0. deň pri 1,7 a 2,1 % soli ($8,30 \pm 0,82$), pričom na 28. deň klesla najvýraznejšie pri vzorke s 1,8 % soli ($5,90 \pm 1,79$). Vzorka s 1,5 % soli mala v 1. deň $8,00 \pm 0,82$, po 28 dňoch sa hodnotenie chute znížilo na $7,3 \pm 1,25$. Pokles bol viditeľný už po 14 dňoch, pričom pri nižších koncentráciách bol intenzívnejší.

Podobne ani Válková et al. (2007) vo svojej štúdií nezistila štatisticky významný rozdiel medzi obsahom chloridu sodného a senzorickými parametrami šunky. Tobin et al. (2013) vo svojej práci porovnávali rôzne koncentrácie soli v rozmedzí od 0,8 do 2,2 % (w/w) v bravčových párkoch na senzorické vlastnosti. Za najchutnejšie vzorky boli označené párky s 1,4 % obsahom soli. Kameník et al. (2017) vo svojej práci uvádza, že vnímanie slanosti mäsového výrobku je ovplyvňovaná aj inými faktormi, ako len obsah soli, a to podielom tuku, obsahom vody, textúrou a inými. Handique et al. (2023), uvádza, že vyšší podiel chudej svaloviny, výber vhodného aditíva alebo prídavných látok a prísad (koreninové zmesi, zvýrazňovače chuti) môžu prispieť k zachovaniu atraktívnej chuti i pri zníženom obsahu NaCl.

Záver

Výsledky senzorickeho hodnotenia mäkkých mäsových výrobkov s rozdielnym obsahom soli (1,50 – 2,10 %) a spôsobom balenia, preukázali, že koncentrácia soli ovplyvňuje celkovú senzorickeú kvalitu výrobkov, najmä ich vôňu, chuť a celkovú prijateľnosť. Najvyššie hodnotenie senzorickeých parametrov bolo zaznamenané u výrobkov so štandardným obsahom soli (2,10 %) počas celej doby skladovania u oboch spôsobov balenia párkov. Zníženie koncentrácie soli na 1,80 % viedlo k zhoršeniu senzorickeých vlastností, najmä po dlhšom skladovaní. Významné rozdiely boli zaznamenané predovšetkým pri parametroch vône, chuti a celkovej prijateľnosti, čo poukazuje na kľúčovú úlohu soli pri stabilizácii senzorickej kvality počas skladovania. Naopak párky

s koncentraciou soli vykazovali dostatočné senzorické hodnotenie v porovnaní s párkami s koncentraciou 2,1 % soli. Získané výsledky a ich porovnanie zároveň poukazujú na možnosť ďalšieho vývoja aj ďalších mäsových výrobkov so zníženým obsahom soli bez významnej straty dôležitých kvalitatívnych vlastností, čo môže prispieť k zlepšeniu výživového profilu týchto potravín.

Literatúra

- Dostálová, J., Kadlec, P. a kol. Potravinářské zbožížnalství: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing, 2014. s 425. ISBN 978-80-7418-208-2.
- Graudal, N. Jürgens, G., Baslund, B., Alderman, M.H. 2014. Compared with usual sodium intake, low- and excessive-sodium diets are associated with increased mortality: a meta-analysis. *American Journal of Hypertension*. ISSN 1941-7225, vol. 27, no. 9, pp. 1129–1137.
- Han, J., Jiang, Y., Liu, X., Meng, Q., Xi, Q., Zhuang, Q., Han, Y., Gao, Y., Ding, Q., Wu, G. 2015. Dietary fat intake and risk of gastric cancer: A meta-analysis of observational studies. *Plos One*. ISSN 1932-6203, vol. 10, no. 9, e0138580.
- Handique, K. M., Muktan, P., Choundhury S., Laskar, S.K., Pame, K. 2023. Strategies for reducing salt in meat and meat products: A review. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*. vol. 8, special issue 5, pp. 282–288.
- Kameník, J., Saláková, A., Vyskočilová, V., Pechová, A., Haruštiaková, D. 2017. Salt, sodium chloride or sodium? Content and relationship with chemical, instrumental and sensory attributes in cooked meat products. *Meat Science*, vol. 131, pp. 196-202.
- Lát, J., et al.: Technologie masa. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1984. s. 404-405. ISBN 04 846-84.
- Lawless, H. T. Heymann, H. 2010. Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. 2. vyd. New York: Springer-Verlag, 596 s. ISBN 978-1-4419-6487-8.
- Pípek, P., Jírotková, D. 2001. Hodnocení jakosti, zpracování a zbožížnalství živočišných produktů (Část III). Hodnocení a zpracování masa, drůbeže, vajec a ryb. 1. vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 136 s. ISBN 80-7040-490-6.
- Saggarr-Malik, A. K., Markandu, N. D., Macgregor, G. A., Cappuccio, F. P. 1996. Moderate salt restriction for the management of hypertension and hypercalciuria. *Journal of Human Hypertension*, vol. 10, č. 12, s. 811–813. ISSN 0950-9240.
- Tobin, B.D., O’Sullivan, M.G., Hamill, R.M., Kerry, J.P. 2013. The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. *Meat Sci.* vol. 3, pp. 145–152.
- Válková, V., Saláková, A., Buchtová, H., Tremlová, B. 2007. Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. *Meat Science*, vol. 77, pp. 608–615.
- Zelenáková, L., Kulichová, K., Kopčková, J. 2010. Influence of soft meat products storage on their microbiological safety. *Potravinářstvo*, roč. 4, č. 3, s. 69–73. ISSN 1338-0230.

Kontaktná adresa

MVDr. Anna Reitznerová, PhD., prof. MVDr., Slavomír Marcincák, PhD., Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: anna.reitznerova@uvlf.sk; slavomir.marcincak@uvlf.sk

Mikrobiální kvalita mletého masa a masných polotovarů z maloobchodu v ČR

Microbial Quality of Minced Meat and Meat Preparations from Retail in the Czech Republic

Kameník, J., Veselá, H., Dušková, M., Krejčí, H., Ondruchová, S.

Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární
hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem studie bylo provést analýzu a srovnání mikrobiální kvality komerčních produktů baleného mletého masa a masných polotovarů (MP) typu mělněného masa zakoupených v tržní síti v ČR. Celkem bylo analyzováno 100 vzorků, z toho 50 mletého masa a 50 MP. Analyzovány byly vždy 2 různé šarže jednoho produktu od každého dodavatele. V hodnotách celkového počtu mikroorganismů (CPM) nebyl zjištěn rozdíl mezi skupinami vzorků mleté maso a MP. Ve skupině mletých mas bylo při vyhodnocování výsledků evidentní, že vzorky zakoupené v 1 síti vykazovaly vyšší hodnoty CPM (7,27 log KTJ/g), než tomu bylo u zbylých dvou řetězců (5,77 log KTJ/g), rozdíl byl statisticky významný ($P < 0,001$). Důvodem tak výrazného rozdílu mezi oběma skupinami mletých mas podle prodejců byl evidentně původ zpracovaného masa. Pokud se porovnaly vzorky mletých mas českých zpracovatelů se vzorky dodanými zahraničními provozovateli potravinářských podniků, rozdíl byl statisticky významný v neprospěch zahraničních dodavatelů.

Klíčová slova: *celkový počet mikroorganismů, Enterobacteriaceae,; novela vyhlášky č. 69/2016 Sb., teplota skladování*

Abstract

The aim of the study was to analyse and compare the microbial quality of commercial minced meat products and meat preparations (MP) purchased in the retail in the Czech Republic. A total of 100 samples of minced meat ($n = 50$) or MP ($n = 50$) were analysed, 2 different batches from each supplier. No difference was found in the values of the total viable count (TVC) between the minced meat and MP sample groups. In the minced meat group, when evaluating the results, it was evident that the samples purchased in 1 retail chain showed higher TVC values (7.27 log CFU/g) than in the other two chains (5.77 log CFU/g), the difference was statistically significant ($P < 0.001$). The reason for such a significant difference between the two groups of minced meat, according to the retailers, was evidently the origin of the processed meat. When comparing samples of minced meat from Czech processors with samples supplied by foreign food business operators, the difference was statistically significant to the detriment of foreign suppliers.

Keywords: *total viable count, Enterobacteriaceae, amendment to Decree No. 69/2016 Coll., storage temperature*

Úvod

Mleté maso patří k nejrozšířenějším produktům připraveným z masa (Terjung et al., 2023). Spotřebitelé si oblíbili tento typ produktů díky snadnému a všestrannému použití při kulinárním zpracování. Mleté maso je náchylné k mikrobiálnímu kažení díky vysokému obsahu živin a vysoké hodnotě vodní aktivity (Stoops et al., 2015).

Mikrobiální zátěž zvyšuje proces mletí, při kterém se dostávají bakterie z povrchu masa do celé hmoty, která má tak mnohem větší povrch než celistvé kusy masa (Hansen et al., 2016). K zajištění bezpečnosti mletého masa platí v EU přísné podmínky pro jeho přípravu. Bezprostředně po výrobě musí být mleté maso zchlazeno na vnitřní teplotu nepřekračující 2 °C. Tyto teplotní podmínky musí být během skladování a přepravy zachovány (příloha III, oddíl V nařízení (ES) 853/2004). Teplotní limit 2 °C je v maloobchodní síti docela obtížné zajistit. Proto se v mnohých prodejnách nabízí „mleté“ maso deklarované jako masný polotovár (MP). Pro přepravu a skladování MP platí teplotní limit 4 °C (Nařízení, 2004).

V návrhu novely vyhlášky č. 69/2016 je v §7, článku 4 nově uvedeno: **Mleté maso balené se při prodeji spotřebiteli v maloobchodě uchovává při vnitřní teplotě nejvýše do + 4 °C** (Novela, 2025). Tato úprava se inspirovala rakouským právním předpisem z roku 2024, ve kterém Komise schválila úpravu teploty s limitem 4 °C pro skladování v maloobchodních prodejnách (Verordnung, 2024). Nicméně v Rakousku se tato úprava vztahuje pouze na mleté maso vyrobené v Rakousku. V návrhu vyhlášky č. 69/2016 Sb. požadavek na původ mletého masa chybí.

Cílem studie bylo provést analýzu a srovnání mikrobiální kvality komerčních produktů baleného mletého masa a MP typu mělněného masa zakoupených v tržní síti v ČR.

Materiál a metodika

Materiál

V období březen–červenec 2025 bylo zakoupeno v maloobchodních sítích v ČR 2 × 25 vzorků mletého masa (hovězí, vepřové, kuřecí, krůtí a mix hovězí/vepřové) a 2 × 25 vzorků MP charakteru mělněného masa od různých výrobců. Analýzy byly provedeny u 2 různých šarží od každého dodavatele, celkem bylo analyzováno 100 vzorků mletého masa a MP. Nakoupené vzorky byly transportovány na VETUNI s dodržením chladicího řetězce a skladovány v 2 °C do okamžiku laboratorních analýz. Analýzy byly provedeny poslední den data spotřeby na balení každého produktu.

Metodika

Provedené mikrobiální analýzy se zaměřily na stanovení celkového počtu mezofilních mikroorganismů (CPM) a počtu bakterií čeledě *Enterobacteriaceae*. CPM byl stanoven v souladu s normou ČSN EN ISO 4833-1:2014. Vzorky byly kultivovány při 30 °C po dobu 72 hodin za aerobních podmínek na agar s glukózo-tryptonovým kvasničným extraktem (GTK; Oxoid, Hampshire, UK). Agar s krystalovou violetí, neutrální červení, žlučovými solemi a glukózou (VČŽG agar; Oxoid) byl použit k monitorování počtu bakterií čeledi *Enterobacteriaceae* v souladu s normou ČSN EN ISO 21528-2:2021. Inkubace probíhala při 37 °C po dobu 24 hodin. Z každé plotny bylo náhodně vybráno až 5 kolonií pro potvrzení pomocí oxidázového testu (JK Trading, Praha, ČR).

Všechna data byla zadána do tabulek (Microsoft Office Excel 2019). Získaná experimentální data (KTJ/g) byla transformována na log₁₀ a byly vypočítány průměrné hodnoty a směrodatné odchylky. Rozdíly byly porovnány pomocí t-testu. Statistická významnost byla akceptována při $p < 0,05$.

Výsledky a diskuse

Z tab. 1 je zřejmé, že v hodnotách CPM nebyl zjištěn rozdíl mezi skupinami vzorků mleté maso ($n = 50$) a MP ($n = 50$). Vzorky mletého masa byly zakoupené v prodejnách pouze 3 zahraničních řetězců, vzorky MP byly k dispozici v prodejnách 8 různých

maloobchodních sítí. Ve skupině mletých mas bylo při vyhodnocování výsledků evidentní, že vzorky zakoupené v 1 síti vykazovaly vyšší hodnoty CPM (7,27 log KTJ/g), než tomu bylo u zbylých dvou řetězců (5,77 log KTJ/g). Pokud jsme porovnali výsledky, rozdíl byl statisticky významný ($p < 0,001$; tab. 1). Porovnáním hodnot CPM mletých mas zvlášť podle prodejců s CPM vzorků MP jsme dostali zajímavé výsledky. Při obou srovnáních byly mezi mletým masem a MP rozdíly statisticky významné (tab. 1).

Tabulka 1: Hodnoty celkového počtu mikroorganismů (CPM) ve vzorcích mletého masa nebo masných polotovarů z maloobchodních prodejen v ČR. Hodnoty CPM uvedené jako průměr ± směrodatná odchylka log KTJ/g

typ prodejny	Mleté maso hypermarket (2); diskont (1) n = 50	Masný polotovar hypermarket (2); diskont (2); supermarket (3); řeznictví (1) n = 50	p
CPM	6,37 ± 1,28	6,39 ± 1,07	0,932
CPM hypermarket 1 (n = 20)	7,27 ± 0,97	-	<0,001
CPM (ostatní; n = 30)	5,77 ± 1,10		
CPM hypermarket 1 (n = 20)	7,27 ± 0,97	6,39 ± 1,07	0,003
CPM (ostatní; n = 30)	5,77 ± 1,10	6,39 ± 1,07	0,016

Nicméně mikrobiálně silně kontaminované vzorky z hypermarketu měly o přibližně 1 logaritmický řád vyšší hodnoty CPM, než jsme zjistili ve vzorcích MP. A vzorky mletého masa zakoupené ve 2 ostatních řetězcích vykazaly průměrné hodnoty o přibližně 0,6 log KTJ/g nižší než MP ($P = 0,016$).

Důvodem tak výrazného rozdílu mezi oběma skupinami mletých mas podle prodejců byl evidentně původ zpracovaného masa. Pokud jsme rozdělili vzorky mletého masa podle původu, v podskupině „hypermarket 1“ byly pouze 2 vzorky mletého kuřecího masa české provenience, ostatní vzorky (n = 18) pocházely od 1 zpracovatele (PL), který uvedl různé země původu (Polsko, Španělsko, Portugalsko, Irsko). Celkem bylo 30 analyzovaných vzorků mletých mas původem z ČR a průměrná hodnota CPM byla 5,66 log KTJ/g, 20 vzorků bylo zahraniční provenience s průměrnou hodnotou CPM 7,43 log KTJ/g (tab. 2). V kategorii MP toto srovnání nebylo proveditelné, neboť českého zpracovatele mělo více jak 90 % vzorků.

Tabulka 2: Hodnoty celkového počtu mikroorganismů (CPM) ve vzorcích mletého masa podle země původu vzorků. Hodnoty CPM uvedené jako průměr ± směrodatná odchylka.

	log KTJ/g	p
CPM: původ ČR (n = 30)	5,66 ± 1,04	
CPM: původ země EU* (n = 20)	7,43 ± 0,78	<0,001

Ve skupině mletých mas překročilo 21 vzorků maximální limit podle nařízení (ES) 2073/2005 ve výši 6,70 log KTJ/g (5×10^6 KTJ/g). „Spodní“ limit 5,70 KTJ/g (5×10^5 KTJ/g) překročilo 36 vzorků mletého masa z celkových 50 analyzovaných.

Enterobacteriaceae jsou celosvětově považovány (spolu s *Escherichia coli*) za indikátor fekální kontaminace (Hansen et al., 2016). Vyhodnocení výsledků ukázalo stejné poměry ve skupinách mletých mas a MP (tab. 3).

Z tab. 3 je zřejmé, že ve výskytu bakterií *Enterobacteriaceae* nebyl mezi skupinami mletých mas a MP statisticky významný rozdíl, i když se porovnávaly dvě podskupiny mletých mas podle prodejců. Pokud ale srovnáme mletá masa nakoupená v „hypermarketu 1“ a vzorky získaná ve zbylých 2 řetězcích, rozdíl statisticky významný je ($p = 0,015$).

Tabulka 3: Hodnoty počtu bakterií čeledě *Enterobacteriaceae* ve vzorcích mletého masa nebo masných polotovarů z maloobchodních prodejen v ČR. Hodnoty CPM uvedené jako průměr ± směrodatná odchylka log KTJ/g

typ prodejny	Mleté maso hypermarket (2); diskont (1) n = 50	masný polotovar hypermarket (2); diskont (2); supermarket (3); řeznictví (1) n = 50	p
<i>Enterobacteriaceae</i> (Eb)	3,12 ± 1,03	3,09 ± 1,10	0,893
Eb hypermarket 1 (n = 20)	3,55 ± 0,88	-	0,015
Eb (ostatní; n = 30)	2,83 ± 1,02		
Eb hypermarket 1 (n = 20)	3,55 ± 0,88	3,09 ± 1,10	0,104
Eb (ostatní; n = 30)	2,83 ± 1,02	3,09 ± 1,10	0,305

Závěr

Výsledky analýz 50 vzorků mletých mas a 50 vzorků MP nakoupených v období 03-07/2025 v prodejnách maloobchodních sítí naznačují, že v hodnotách CPM a čeledi *Enterobacteriaceae* není statisticky významný rozdíl. Z toho hlediska navrhovaná změna skladovací teploty (ze 2 na 4 °C) pro mleté maso v maloobchodních prodejnách v rámci novely vyhlášky č. 69/2016 Sb. nepředstavuje riziko zhoršení mikrobiální kvality. Pokud se ale porovnají vzorky mletých mas českých zpracovatelů se vzorky dodanými zahraničními provozovateli, rozdíl statisticky významný je v neprospěch zahraničních dodavatelů. V tomto případě je na místě výjimka platná od roku 2024 v Rakousku, která se týká pouze mletého masa domácí provenience. Je na zvážení, zda úpravu ve vyhlášce č. 69/2016 Sb. nerozšířit o tuto podmínku.

Poděkování

Tato studie byla podpořena grantem č. 216/2025/FVHE Interní grantové agentury Veterinární univerzity Brno.

Literatura

ČSN EN ISO 4833-1 Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda pro stanovení počtu mikroorganismů – Část 1: Technika přelivem a počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C. 2014.

ČSN EN ISO 21528-2 Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda průkazu a stanovení počtu bakterií čeledi *Enterobacteriaceae* – Část 2: Technika počítání kolonií. 2021.

Hansen, T. B., Nielsen, N. L., Christensen, B. B., Aabo, S. 2016. Enterococci as indicator of potential growth of *Salmonella* in fresh minced meat at retail. *Food Microbiology*, vol. 59, pp. 92-96. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.05.010>

Nařízení (2004): Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. *Úřední věstník*, L 139, 30. 4. 2004, s. 55.

Nařízení (2005): Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny. *Úřední věstník*, L 338, 22. 12. 2005, s. 1.

Novela, 2025: Platné znění novelizovaných částí vyhlášky č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. Staženo 29. 8. 2025. Dostupné na: <https://www.zakonyprolidi.cz/media2/file/2504/File75109.pdf?attachment-filename=7959002-2024-12-20-zneni-se-zmenami-8065979.pdf>

Stoops, J., Ruyters, S., Busschaert, P., Spaepen, R., Verreth, C., Claes, J., Lievens, B., Van Campenhout, L. 2015. Bacterial community dynamics during cold storage of minced meat packaged under modified atmosphere and supplemented with different preservatives. *Food Microbiology*, vol. 48, pp. 192-199. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.12.012>

Terjung, N., Witte, F., Heinz, V. 2023.: Eine Obergrenze ist nicht sinnvoll. Untersuchungen zum Einfluss des Feinanteils auf die Qualität von Hackfleisch. *Fleischwirtschaft*, vol. 103; no. 2, pp. 38-40.

Verordnung. 2024. Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über die Anpassung bestimmter Lebensmittelhygienevorschriften (Lebensmittelhygiene-Anpassungsverordnung). Stažení 29. 8. 2025. Dostupné na: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20004635>

Kontaktní adresa

doc. MVDr. Josef Kameník, CSc., MBA, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: kamenikj@vfu.cz

Stanovení procentuálního zastoupení jednotlivých komponent živočišného původu v mletém masu a masných polotovarech

Determination of the Percentage Composition of Individual Animal-Derived Components in Minced Meat and Meat Products

Klanica, M., Svobodová, I., Králík, P., Kameník, J.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Spotřeba masa v posledních desetiletích výrazně narůstá a s ní i potřeba přesné kontroly kvality masných výrobků. Tento příspěvek se zaměřuje na hodnocení nejistot měření při stanovení složení mletého masa a masných výrobků s důrazem na obsah svaloviny, tukové a pojivové tkáně. Projekt využívá kombinaci metod analýzy DNA (qPCR) a chemických postupů, přičemž obě metodiky jsou aplikovány na modelové vzorky s různým podílem hovězího a vepřového masa i na vzorky získané z reálného provozu. Použité metody jsou již zavedené v akreditovaných laboratořích a jejich výsledky budou statisticky vyhodnoceny s cílem vytvořit jednotný interpretační model. Tento model bude zohledňovat vliv všech potenciálních nejistot souvisejících s výrobou a laboratorním zpracováním. Výsledky projektu mají potenciál přispět k vyšší spolehlivosti úředních kontrol a poskytnout metodiku s významem i v mezinárodním kontextu.

Klíčová slova: *mleté maso; masné výrobky; qPCR; chemická analýza; DNA; nejistota měření; statistický model; dozorový orgán*

Abstract

Meat consumption has significantly increased in recent decades, which has also raised the need for accurate quality control of meat products. This paper focuses on the evaluation of measurement uncertainties in determining the composition of minced meat and meat products, with emphasis on muscle tissue, fat, and connective tissue content. The project applies a combination of DNA analysis (qPCR) and chemical methods, tested both on model samples with varying ratios of beef and pork and on samples obtained from real production. All methods used are already established in accredited laboratories, and the results will be statistically evaluated to develop a unified interpretative model. This model will take into account potential uncertainties associated with product manufacturing and laboratory processing. The outcomes of the project are expected to contribute to more reliable official controls and provide a methodology with potential international relevance.

Keywords: *minced meat; meat products; qPCR; chemical analysis; DNA; measurement uncertainty; statistical model; regulatory authority*

Úvod

Za posledních šest dekad došlo v důsledku urbanizace a rostoucí ekonomické úrovně obyvatelstva k výraznému nárůstu celosvětové spotřeby masa (Andreoli et al., 2021; Sans & Combris, 2015). Zatímco v roce 1961 činila průměrná roční konzumace masa 23,1 kg na osobu, v roce 2011 se zvýšila na 42,2 kg. V některých evropských státech, například v Nizozemsku, Španělsku či Itálii, se spotřeba dokonce vyšplhala na dvojnásobek světového průměru (Sans & Combris, 2015). Mezi nejčastěji kupované a spotřebiteli preferované druhy masných produktů patří mleté maso, jehož obliba pramení především z jednoduché přípravy, stabilní kvality a širokých možností použití. Podle německého

šetření provedeného mezi generacemi narozenými v letech 1952–2011 je nejčastěji voleným produktem směs vepřového a hovězího mletého masa (Witte, 2024).

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, které stanovuje specifická hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu, definuje mleté maso jako vykostěné maso, jež bylo mechanicky rozmělněno a obsahuje méně než 1 % soli. Pokud se k čerstvému či rozmělněnému masu přidají další složky, například potraviny, koření nebo přídatné látky, případně je maso ošetřeno způsobem, který nevede k zásadní změně struktury svalových vláken ani k zániku vlastností čerstvého masa, označuje se takový produkt jako „masný polotovar“. Za masné výrobky se naopak považují produkty vzniklé zpracováním masa, popřípadě dalším zpracováním již dříve zpracovaných výrobků, přičemž je na řezu zřejmé, že výrobek již nevykazuje znaky čerstvého masa. Uvedené nařízení rovněž vymezuje požadavky na suroviny určené k výrobě mletého masa, masných polotovarů a strojně odděleného masa (SOM). Přestože legislativa tyto požadavky jasně formuluje, v praxi nelze přítomnost nevhodných odřezků či ořezů v mletém mase účinně ověřit.

V České republice jsou k ověřování druhového složení směsného mletého masa, masných polotovarů či masných výrobků využívány zejména dvě metody: stanovení celkového obsahu masa podle Metodického pokynu (MZE-67807/2021-18122) a komerčně dostupná, akreditovaná qPCR metoda určená ke stanovení druhového složení masa a výrobků z něj. Přestože mezi laboratorně připravenými vzorky a produkty z trhu existují významné rozdíly (čistě bílkoviny vs. komplexní složení potravin), je nezbytné disponovat robustní metodikou, která tuto variabilitu zohledňuje a umožňuje spolehlivou interpretaci výsledků. Tento příspěvek se zaměřuje na přípravu modelových vzorků a následný proces DNA analýzy.

Náplň projektu

Projekt je zaměřen na zpřesnění informací o nejistotách měření, které mohou ovlivnit výsledky analýz z hlediska složení vstupní suroviny (obsah svaloviny, tukové a pojivové tkáně), technologického zpracování a vlastních analytických postupů. Důležitou součástí je posouzení možností kombinace výsledků získaných analýzou DNA a chemickými metodami při interpretaci dat.

V rámci první etapy jsou postupy testovány na modelových vzorcích mletého masa a tepelně opracovaných masných výrobků. Tyto vzorky jsou připravovány v různých podílech svalové a tukové tkáně vybraných živočišných druhů v technologických dílnách a laboratořích Ústavu hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie. Jedná se o směsi hovězího a vepřového masa v poměrech 10:90, 25:75, 50:50, 75:25 a 90:10 %. Paralelně jsou připravovány směsi s rozdílnou tučností – u vepřového <5 %, 5–10 %, >10–20 % a >20–30 %; u hovězího <5 %, 5–10 % a >10–20 %. Tyto směsi pokrývají všechny možné kombinace tučnosti vepřového a hovězího masa v uvedených poměrech.

Do projektu jsou dále zapojeni výrobci mletého masa a tepelně opracovaných masných polotovarů, od nichž budou získány vzorky z reálné výroby. Výsledky z těchto vzorků budou následně porovnány s laboratorně připravenými modelovými směsmi. Součástí je rovněž hodnocení možností kombinovaného využití výsledků qPCR a chemických metod, a to za účelem upřesnění interpretace DNA analýz.

Metodika

Projekt není zaměřen na vývoj či optimalizaci metod, jelikož všechny postupy jsou již k dispozici na pracovištích řešitelů. Na SVÚ se pro izolaci DNA využívá komerčně

dostupná souprava, která je robustní a vhodná pro izolaci DNA z potravin i surovin; stejný postup je uplatňován také na VETUNI.

Používané qPCR postupy zahrnují komerční soupravu, standardně využívanou v akreditovaných laboratořích SVÚ. Tato metoda umožňuje kvantifikaci DNA hovězího a vepřového masa na základě porovnání s referenčním genem a její spolehlivost byla ověřena mezilaboratorními testy. Druhá qPCR metoda, vyvinutá řešiteli z VETUNI v rámci projektu MZe (QJ1530107), umožňuje unikátní kvantifikaci založenou na porovnání se specificky ředěnými standardními vzorky DNA. Výhodou této metodiky je její aplikovatelnost nejen na dvoudruhové, ale také na vícedruhové směsi. V rámci projektu bude tato metoda využita jako srovnávací k akreditované komerční metodě SVÚ. Pro přepočet výsledků qPCR analýz bude jako validační kritérium použito stanovení celkového obsahu masa, které je standardně aplikováno v rámci akreditovaných vyšetření v laboratořích SVÚ. Současně jsou prováděny i chemické analýzy obsahu masa v masných výrobcích, vycházející z Metodického pokynu Ministerstva zemědělství MZE-67807/2021-18122.

Očekávané výsledky a cíle

Cílem projektu je provést analýzu jednotlivých kroků výroby a zpracování mletých mas, Navazující fáze projektu bude zaměřena na statistické vyhodnocení všech získaných dat. Porovnání výsledků z reálných vzorků, laboratorně připravených směsí a deklarovaných údajů na výrobcích umožní vytvoření statistického modelu. Tento model bude sloužit k vytvoření jednotné metodiky interpretace výsledků, která bude zahrnovat vliv všech možných nejistot souvisejících s výrobou produktů i s následným laboratorním zpracováním.

Získané poznatky přispějí k odstranění pochybností, jež se v minulosti i současnosti objevují v souvislosti s úředními kontrolami. Nově vytvořená metodika bude využitelná nejen v rámci akreditovaných vyšetření partnerského pracoviště SVÚ, ale lze předpokládat také její širší mezinárodní význam. Dosud totiž nebyla nikde ve světě realizována studie, která by tuto problematiku řešila v obdobném rozsahu a komplexnosti.

Literatura

Andreoli, V., Bagliani, M., Corsi, A., Frontuto, V. 2021. Drivers of protein consumption: A cross-country analysis. *Sustainability*, vol., 13, no. 13, p. 7399.

Sans, P., Combris, P. 2015. World meat consumption patterns: An overview of the last fifty years (1961–2011). *Meat Science*, vol. 109, p. 106–111.

Witte, F., Terjung, N., Heinz, V. 2024. Tierart beeinflusst Zellzerstörung. Der Feinanteil gibt Rückschluss auf den Anteil an Rindfleisch im Hackfleisch. *Fleischwirtschaft*, vol. 104, no. 1, p. 40–43.

Evropská unie. 2004. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. *Úřední věstník Evropské unie*, L 139, 30.4.2004

Poděkování:

Práce byla zpracována s podporou projektu Ministerstva zemědělství NAZV QL25020035.

Kontaktní adresa:

Mgr. Martin Klanica, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: klanicam@vfu.cz

Výzvy a příležitosti ve škálování produkce kultivovaných buněk *Challenges and Opportunities in Scaling Up the Production of Cultivated Cells*

Strnadová, L.

Bene Meat Technologies a.s.

Souhrn

BeneMeat je prvním registrovaným výrobcem kultivovaných buněk pro petfood na světě. Kompetentní autorita České republiky – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský – registrovala naši výrobu (CZ 802529-01) a náš produkt, jako úplně nový a nezařazený byl zapsán do Evropského registru krmných surovin pod číslem 009569 jako „kultivované buňky savčího původu“.

Škálování produkce kultivovaných buněk je klíčové pro jejich využití jako udržitelného a etického alternativního zdroje bílkovin. Přináší technologické i regulační výzvy – od optimalizace médií a bioreaktorů až po zajištění bezpečnosti a ekonomické efektivity. Zároveň otevírá nové příležitosti v oblasti inovací, stabilní produkce a udržitelnosti.

Prezentace ukáže konkrétní kroky, jak proměnit technologické a regulační výzvy ve škálovatelnou realitu a jak mohou kultivované buňky představovat novou možnost pro lidi, zvířata i planetu.

Abstract

BeneMeat is the world's first registered producer of cultivated cells for pet food. The competent authority of the Czech Republic – the Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture – registered our production (CZ 802529-01), and our product, classified as completely new and previously unlisted, was listed in the European Feed Materials Register under ID number 009569 as “cultivated cells of mammalian origin.”

Scaling up the production of cultivated cells is crucial for their use as a sustainable and ethical alternative source of protein. It brings technological and regulatory challenges – from optimizing media and bioreactors to ensuring safety and economic efficiency. At the same time, it opens opportunities in innovation, stable production, and sustainability. The presentation will show concrete steps for transforming technological and regulatory challenges into scalable reality, and how cultivated cells can represent a new option for people, animals, and the planet.

Kontaktní adresa

Ing. Lucie Strnadová, Kateřina Dvořák Vašová, Bene Meat Technologies a.s., Opuková 1809, Olešovice, 251 68 Kamenice, Czech Republic, e-mail: katerina.dvorak.vasova@benemeat.com, lucie.strnadova@benemeat.com, www.benemeat.com

Monitoring výskytu kyseliny kyanovodíkové v potravinách: Pilotní fáze výzkumu

Monitoring of Hydrocyanic Acid Occurrence in Foods: Pilot Phase of Research

Čížková, H., Klaisnerová, E., Kružík, V., Pivoňka, J.
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Souhrn

Kyanogenní glykosidy, přírodní sloučeniny přítomné v mnoha rostlinách, mohou za určitých podmínek uvolňovat toxický kyanovodík (HCN). Tento příspěvek se zaměřuje na monitoring výskytu HCN v potravinách běžně konzumovaných v České republice, jako jsou peckoviny, lněná semena či mandle. V rámci pilotní fáze projektu probíhá laboratorní analýza vybraných vzorků a dotazníkové šetření zaměřené na konzumní spotřebu. Cílem je odhadnout míru expozice populace a porovnat ji s toxikologickými limity stanovenými EFSA. Výsledky přispějí k ochraně veřejného zdraví a k efektivní regulaci HCN v potravinách.

Klíčová slova: kyanogenní glykosidy, kyselina kyanovodíková, bezpečnost potravin, expozice populace

Abstract

Cyanogenic glycosides, natural compounds found in many plants, can release toxic hydrogen cyanide (HCN) under certain conditions. This paper focuses on monitoring HCN levels in commonly consumed foods in the Czech Republic, such as stone fruits, flax seeds, and almonds. The pilot phase includes laboratory analysis of selected samples and a consumer survey on dietary intake. The aim is to estimate population exposure and compare findings with toxicological reference limits set by EFSA. The results will contribute to public health protection and effective regulation of HCN in food products.

Key words: cyanogenic glycosides, hydrocyanic acid, food safety, population exposure

Úvod

Kyanogenní glykosidy představují skupinu přírodních sloučenin, které se běžně vyskytují v mnoha rostlinách, zejména v semenech peckovin, mandlích, lněných semenech či manioku. Tyto látky jsou samy o sobě netoxické, avšak za určitých podmínek – například při mechanickém narušení rostlinné tkáně, tepelném zpracování, skladování a následně také v zažívacím traktu po konzumaci výrobku – dochází k jejich enzymatickému štěpení, při němž se uvolňuje toxický kyanovodík (HCN, ve vodném roztoku ve formě kyseliny kyanovodíkové) (URL 1). Kyselina kyanovodíková se tak v potravinářských surovinách nevyskytuje ve volné formě, ale je sledována jako produkt rozkladu v nich obsažených kyanogenních glykosidů (např. linamarin v manioku, prunasin v hořkých mandlích nebo amygdalin v meruňkových peckách a hořkých mandlích).

Zdravotní aspekty a limity

Kyanovodík je vysoce toxická látka, která působí na lidský organismus blokadou enzymu cytochromoxidasy v dýchacím řetězci a reakcí s hemoglobinem. Letální dávka HCN je pro člověka 0,5-3,5 mg/kg, což odpovídá 35 až 245 mg u dospělého člověka o hmotnosti 70 kg. Akutní otrava se může projevit nevolností, bolestmi hlavy, poruchami nervového systému a v krajních případech i smrtí (Velíšek a Hajšlová, 2009). Evropská legislativa

proto stanovuje limity pro obsah HCN v potravinách, viz Tabulka 1. Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) stanovil akutní referenční dávku (Acute Reference Dose, ARfD) pro HCN na 20 µg/kg tělesné hmotnosti. To znamená, že pro člověka vážícího 70 kg je bezpečná jednorázová dávka přibližně 1,4 mg HCN (EFSA, 2019).

Tabulka 1: Maximální množství HCN povolené v potravinách a očekávané riziko pro populaci ČR

Potravina	Povolená max. hodnota HCN (mg/kg)	Poznámka k riziku
Potraviny všeobecně*	1	Riziko nízké
Nugát, marcipán a jejich náhrady či podobné potraviny*	50	Riziko nízké, běžně konzumován v malém množství
Alkoholické nápoje*	1 mg/obj. % alkoholu	Např. ovocné pálenky nebo likéry, riziko nízké
Konzervované peckové ovoce*	5	Nízké riziko, běžně konzumované
Nezpracovaná celá, rozdrčená, rozemletá, rozloupnutá a rozsekaná lněná semena neuváděná na trh pro konečného spotřebitele**	250	Vysoké riziko při konzumaci ve větším množství bez tepelné úpravy
Nezpracovaná celá, rozdrčená, rozemletá, rozloupnutá a rozsekaná lněná semena uváděná na trh pro konečného spotřebitele**	150	Častá součást zdravé výživy, riziko při pravidelné konzumaci
Nezpracované celé, rozdrčené, rozemleté, rozloupnuté a rozsekané mandle uváděné na trh pro konečného spotřebitele**	35	Riziko při konzumaci většího množství, zejména u dětí
Nezpracovaná celá, rozdrčená, rozemletá, rozloupnutá a rozsekaná meruňková jádra uváděná na trh pro konečného spotřebitele**	20	Známé případy otravy, často mylně považována za zdroj „vitaminu B17“ (amygdalin)
Kořen manioku (čerstvý, loupaný)**	50	V ČR méně běžný, riziko při nedostatečné úpravě
Manioková a tapioková mouka**	10	Používá se v bezlepkové dietě a jako součást alternativní výživy, nízké riziko

*Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1334/2008 o látkách určených k aromatizaci a některých složkách potravin vyznačujících se aromatem pro použití v potravinách nebo na jejich povrchu, **Nařízení Komise (EU) 2023/915 o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách

Cíl a podstata projektu

Na základě doporučení Evropské komise bylo dle Nařízení Evropské komise a Rady (ES) č. 1334/2008 spuštěno monitorování aromatických látek členskými státy. Cílem je zajistit účinné fungování vnitřního trhu a současně zajištění vysoké úrovně ochrany lidského zdraví a vysokou úroveň ochrany spotřebitele, včetně ochrany zájmu spotřebitele a poctivého jednání v obchodu s potravinami, případně s ohledem na ochranu životního prostředí. Monitoring aromatických látek byl v roce 2024 zahájen pilotní fází, ve které bylo dohodnuto v rámci pracovní skupiny pro potravinářské přídatné látky a aroma, že se bude sledovat těchto pět látek určených k aromatizaci potravin: kofein, pulegon, kumarin, kyselina kyanovodíková, theobromin.

Problematickou sledování výskytu kyseliny kyanovodíkové (tj. vodného roztoku kyanovodíku) v potravinách a konzumní spotřeby se věnuje tento příspěvek. Oproti jiným látkám uvedeným v seznamu výše, kyselina kyanovodíková není přidávána (respektive nesmí být přidávána) do potravin jako aroma, ale uvolňuje se ze složek potravin, které jsou součástí receptury jako jedna ze surovin nebo zastávají pozici aromatizující složky té potraviny. V České republice se kyanogenní glykosidy vyskytují v běžně konzumovaných potravinách, jako jsou jablka, hrušky, meruňky, lněná semena či výrobky z nich. Závažné případy otravy jsou vzácné, avšak byly zaznamenány například po konzumaci doplňků stravy s vysokým obsahem amygdalinu, který je někdy mylně označován jako „vitamin B17“ nebo laetril nebo nitrilosid (Bischofová a Ruprich, 2021). Odhad příjmu kyanovodíku z potravin v ČR není znám, proto je aktuální výzkum zaměřený na:

- a) Vytipování relevantních zdrojů kyanogenních glykosidů ve stravě
- b) Laboratorní stanovení obsahu HCN v těchto potravinách
- c) Zjištění průměrné konzumní spotřeby těchto potravin v reprezentativní části populace ČR
- d) Příprava podkladů pro predikce vlivu těchto látek na zdraví člověka

Metodika pilotní fáze

Průzkum trhu, výběr vzorků, sběr dat

Nejprve bude provedena rešerše zaměřená na výskyt kyanogenních glykosidů v různých typech potravin, která poslouží jako podklad pro výběr vhodného spektra vzorků. Na základě těchto informací budou vybrány konkrétní vzorky s ohledem na jejich dostupnost a očekávaný obsah sledované složky. Poté bude realizován nákup výrobků, které budou následně použity pro laboratorní analýzu.

Stanovení HCN

Základní krok ve stanovení celkové kyseliny kyanovodíkové je kompletní kyselá nebo enzymatická hydrolýza vzorku, separace pomocí extrakce nebo destilace a následná kvantifikace s využitím odměrné, spektrofotometrické nebo chromatografické analýzy. Pro testování bude využita metoda stanovení kyseliny kyanovodíkové podle normy ČSN EN 16160 (2014), která spočívá v extrakci kyanogenních glykosidů z výrobku kyselým roztokem, jejich enzymatickým štěpení pomocí β -glukosidasy za mírně kyselého pH, následné parní destilaci uvolněné HCN do roztoku hydroxidu draselného, derivatizaci kyanidu pomocí taurinu a 2,3-naftalendikarboxaldehydu (NDA), a konečně analýze vzniklého fluorescenčního komplexu pomocí kapalinové chromatografie s fluorescenční detekcí.

Dotazníkové šetření

V první fázi bude proveden průzkum používání a spotřeby potravin, které obsahují kyanogenní glykosidy (a další v rámci projektu sledované látky) buď jako aromatizační složky, nebo v důsledku jejich přirozeného výskytu. Pro tento účel bude navržen frekvenční dotazník zaměřený na konzumaci těchto potravin v průběhu posledního měsíce; technické parametry dotazníku jsou:

- Výběr respondentů: Nepravděpodobnostní (dostupný) výběr pro kvantitativní výzkum
- Primární metoda sběru dat: Online dotazování (CAWI)
- Výzkumný nástroj: Google Forms
- Struktura dotazníku: 1. Dotaz na četnost konzumace za poslední měsíc, najednou zkonzumovanou porci min. 30 výrobků, 2. Dotaz na demografické údaje, výšku a hmotnost respondenta

Ve druhém kroku bude na základě zjištěných koncentračních rozmezí v jednotlivých potravinách proveden odhad expozice jednotlivým látkám.

Očekávané výstupy

Získaná data poskytnou orientační odhady konzumace, které mohou sloužit jako výchozí bod pro modelování potenciální dietární expozice běžné populace HCN, identifikace hlavních potravinových zdrojů a porovnání zjištěných hodnot s příslušnými toxikologickými referenčními limity (např. TDI, ARfD, NOAEL podle EFSA a WHO).

Literatura

URL 1: Kyanogenní glykosidy v potravinách. Informační centrum bezpečnosti potravin, 2007 [online]. Dostupné na: [<https://bezpecnostpotravin.cz/kyanogenni-glykosidy-v-potravinach/>]

Velíšek J., Hajšlová J. 2009. Chemie potravin II, 3. vydání Tábor: OSSIS, ISBN 2009.978-80-86659-16-9

EFSA 2019. Evaluation of the Health Risks Related to the Presence of Cyanogenic Glycosides in Foods Other Than Raw Apricot Kernels, Adopted on 18th March 2019, The EFSA Journal 2019; vol. 17, no. 4, p. 5662

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1334/2008 o látkách určených k aromatizaci a některých složkách potravin vyznačujících se aromatem pro použití v potravinách nebo na jejich povrchu. Dostupné na: [www.eur-lex.europa.eu, 21.8.2025]

Bischofová S., Ruprich J. 2021. Nutrivigilance – otrava po konzumaci doplňku stravy s obsahem amygdalinu v České republice. Centrum zdraví, výživy a potravin SZÚ [online]. Dostupné na: [<https://archiv.szu.cz/uploads/CZVP/amygdalin.pdf>, 21. 8. 2025]

ČSN EN 16160 (2014). Stanovení kyselina kyanovodíkové metodou HPLC.

Poděkování

Tato práce vznikla s finanční podporou Národní agentury pro zemědělský výzkum Ministerstva zemědělství České republiky při řešení projektu QL25020024 (Zavedení a implementace monitoringu vybraných složek aromat v relevantních potravinách dostupných na českém trhu pro účely evaluace zdravotních rizik).

Kontaktní adresa

doc. Ing. Helena Čížková, Ph.D., Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha, Technická 3, Praha 6 - Dejvice, 166 28; Tel: +420 220 443 014, email: cizkova@vscht.cz

**Porážka v hospodářství ve farmovém chovu antilopy losí
(*Taurotragus oryx*)**
***An On-Farm Slaughter of Farm Bred Common Eland
(*Taurotragus oryx*)***

Plašilová Říhová, E.

Krajská veterinární správa SVS pro Středočeský kraj, Pracoviště Kladno

Souhrn

Chov antilop losích na farmě Školního zemědělského podniku v Lánech České zemědělské univerzity v Praze byl podmíněn snahou jednak umožnit studentům oboru tropické zemědělství získat praktické zkušenosti s tímto chovem, jednak předávat nabyté zkušenosti a praktické přístupy přímo chovatelům v rámci mezinárodní spolupráce zejména v afrických zemích. V rámci chovu antilop losích se od roku 2009 prováděla porážka jatečních kusů s využitím střelné zbraně. Avšak vybudování porážkového místa spojeného naháněcí uličkou přímo se stájí umožnilo od roku 2019 provádět porážku s možností fixace porážených kusů a omráčení jateční pistolí. Tento způsob porážky má výhodu v mnohem bezpečnější manipulaci s poráženými zvířaty a v snadnějším dodržení požadavků welfare při porážení. Cílem tohoto příspěvku je předat zkušenosti z veterinárního dozoru při porážce antilop losích na farmě Školního zemědělského podniku Lány (ČZU).

Klíčová slova: *Savci, lov, ochránářství; jatky; zvěř*

Abstract

The breeding of common elands at the farm of the Agricultural Enterprise in Lány, Czech Agricultural University in Prague, was conditioned by the effort to enable students of tropical agriculture to gain practical experience with this breeding, and to pass on the acquired experience and practical approaches directly to breeders within the framework of international cooperation, especially in African countries. Since 2009, common eland antelopes have been slaughtered using firearms. However, the construction of a slaughtering area connected to the stable by a drive-through corridor has made it possible since 2019 to slaughter the animals with the option of immobilizing them and stunning them with a captive bolt pistol. This method of slaughter has the advantage of much safer handling of slaughtered animals and easier compliance with welfare requirements during slaughter. The aim of this paper is to share experiences from veterinary supervision during the slaughter of common elands at the farm of the Lány Agricultural Enterprise (Czech Agricultural University in Prague).

Keywords: *Southern eland; antelope; conservation; hunt; mammals; slaughterhouse; game*

Antilopa losí (*Taurotragus oryx*) je velkým druhem přežvýkavého kopytníka, obývajícím africké savany. Běžně dosahuje hmotnosti mezi 300–950 kg, délky těla 200–350 cm a výšky v kohoutku 120–180 cm. Je tak největším druhem antilop. Ve stádech žije často i s jinými druhy antilop či zebrami. Dospělí samci jsou až dvakrát větší než samice a mohou vážit až jednu tunu. Na kohoutku mají tukový hrbol. Typickým znakem je také velký krční lalok, který je u samců větší a výraznější. Srst je krátká, žlutohnědá, u samců až rezavohnědá nebo modravě šedá. Obě pohlaví mohou mít na bocích 2–15 příčných

světlých pruhů a mají dlouhé, rovné, šroubovitě rohy, které jsou kolem 65 cm dlouhé, u samců jsou delší a mohutnější.

Antilopa losí obývá stromové a křovinaté savany, světlé lesy, polopouště i horské oblasti až do výšky přes 4000 m n. m. v pásu přes Etiopii a jižní Kongo až do Jihoafrické republiky. Žije ve stádech, často o velikosti do 25 kusů. Staří samci jsou teritoriální, žijí samotářsky. Hlavní potravu antilopy losí tvoří mladé větvičky a listí, pojídají také ovoce a šťavnaté cibulky. V období sucha si vystačí s vodou, kterou přijmou spolu s potravou. Březost trvá 250–277 dní, pak se rodí jediné mládě. Novorozená mláďata nenásledují svou matku, ale leží v úkrytu, kam jej matka chodí kojit. Matka odstavuje mládě v 6 měsících věku a pohlavní dospělost nastupuje po třech letech. Antilopa losí se může dožít až 25 let. První pokusy o domestikaci tohoto druhu byly učiněny pravděpodobně už ve starém Egyptě.

Česká zemědělská univerzita v Praze začala chovat antilopy losí v roce 2000, kdy na svůj Školní zemědělský podnik v Lánech dovezla jednoho samce a několik samic původem ze zoo. Cílem bylo naučit studenty oboru Tropické zemědělství zacházet s těmito zvířaty. V roce 2006 byl založen farmový chov antilop losích. Zvířata jsou uvykána na lidskou přítomnost a rutinní zákroky. S handlingem se začíná u mladých zvířat a provádí se každé 3-4 týdny, pro lepší welfare zvířat při veterinárních prohlídkách, výzkumných aktivitách, a v neposlední řadě i při porážkách. Smysl chovu těchto zvířat spatřuje univerzita také v souvislosti s možností domestikace tohoto druhu antilop a potenciálu pro jatečné využití v některých afrických zemích, přičemž se své zkušenosti s chovem antilop losích snaží předávat africkým kmenům. Za dva a půl roku jsou tyto antilopy na jateční váze a po porážce lze vytěžít minimálně 250 kilogramů masa.

V současnosti je stádo tvořeno třemi chovnými samci, 23 samicemi v reprodukčním věku, 6 mláďaty a 17 mladými jedinci. Všechny samice jsou schopné mít mládě každoročně. Staří porážených kusů je velmi variabilní, poráží se většinou mladí samci, průměrně do 10 ks ročně. Chov antilop je srovnatelný s chovem skotu. Zvířata jsou vcelku nenáročná. Antilopy mají od jara do začátku zimy volný přístup do výběhů, pouze se jim zakládá celoročně ve stáji krmivo, protože areál není tak velký, aby stádo pastva uživila. Používá se míchaná krmná dávka pro „březi“ jalovice skotu o následující skladbě: kukuřiční siláž (52,1 %), vojtěšková senáž (26 %), luční seno (10,4 %), sláma (10,4 %) a minerálka (1 %). Chovatel se snaží zvířatům zajistit v rámci možností prostředí podobné jejich domovině. Ukazuje se, že na farmách je pro pohodu zvířat lepší mít místo přístřešků stromy, pod kterými je daleko lepší mikroklima.

Specifikem chovu je skutečnost, že porážka antilop se provádí přímo na farmě. Od roku 2009 do roku 2018 se porážka prováděla střelnou zbraní. Od února 2019 se uskutečňuje pouze porážka v hospodářství bez využití střelné zbraně, neboť bylo vybudováno porážkové místo s možností fixace poráženého jedince a omráčení jateční pistolí s upoutaným projektillem. Jedná se o manipulační prostor, který navazuje přímo na stáj. Určené jedince k porážce lze individuálně a bezkontaktně (bezpečně) oddělit, zvážit a ve fixačním boxu omráčit. Na místě dojde k vykvrvení ve visu (s pomocí pojízdného manipulátoru), a tím k usmrcení zvířete. Po porážce se kusy převezou s využitím vozidla s klimatizační jednotkou ke zpracování na Experimentální jatka Výzkumného ústavu živočišné výroby v Praze.

Při porážce je důležité udržovat klid a uvolněnou atmosféru v kolektivu i ke zvířatům. Využívá se nalákání jedinců určených k porážce pomocí atraktivního krmiva. Ve stáji i v naháněcí uličce je zachováno přítomí, což zklidňuje zvířata při manipulaci. Ulička má plné stěny, bez větších otvorů, pouze s průzory k lokalizaci zvířete. Pomocí lehkých

dotyků se jedinci posouvají kupředu, je důležité nenechat zvíře, aby vyhodnotilo situaci. Ve fixačním boxu je potřeba dobře a rovnoměrně rozložit tlak stěn, čímž se zvíře samo zklidní.

Antilopí maso má velmi nízký obsah tuků a vysoký podíl nenasycených mastných kyselin. V Africe totiž antilopy nepotřebují žádný tuk. Jejich maso tak neobsahuje téměř žádný cholesterol. Kvalita masa je obdobná hovězímu masu, maso je křehké, dietní, nutričně hodnotnější. Zároveň je srovnatelně šťavnaté a lépe stravitelné než maso zdomácnělých druhů skotu. Barva antilopího masa je i po tepelné úpravě jasně červená, nezešedne jako u hovězího masa. Než jde maso do prodeje mělo by projít sedmidenním procesem přirozeného zrání při teplotě do 4 °C. Maso antilop je vhodné pro gril, nicméně vzhledem k nízkému obsahu tuku se snadno vysušuje. Dieteticky je vhodné pro růst dětí, pro nemocné lidi, lidi na dietě, v rekonvalescenci nebo v pozdním věku.

S ohledem na malou produkci se většinou řeší odběrem jatečně opracovaných půlí, čtvrtí přímo z jatek soukromými osobami, ale i restauracemi. Seznam zájemců převyšuje nabídku, není problém s odbytem. Na začátku farmového chovu antilop losích na Školním zemědělském podniku se uskutečňoval prodej přes řeznictví, ten se ale neosvědčil s ohledem na vysoké ceny.

Kontaktní adresa

MVDr. Eliška Plašilová Říhová, Krajská veterinární správa SVS pro Středočeský kraj, Pracoviště Kladno, Čechova 1513, 272 01 Kladno, e-mail: e.rihova.kvss@svscr.cz

Celogenomová sekvenace v praxi Státní veterinární správy: Přínosy pro veterinární dozor a bezpečnost potravin

Whole Genome Sequencing in Practice at the State Veterinary Administration: Benefits for Veterinary Controls and Food Safety

Ileninová, Z.
Státní veterinární správa

Shrnutí

Celogenomová sekvenace (Whole Genome Sequencing, WGS) představuje klíčový nástroj pro detailní molekulární typizaci patogenů, sledování jejich genetické příbuznosti a pro šetření epidemií. V oblasti bezpečnosti potravin umožňuje detekovat potravinové klastry, monitorovat hygienu potravinářských provozů, či dohledat zdroj kontaminace potravin. Využití WGS v hygienickém dozoru zahájila Státní veterinární správa (SVS) v roce 2024. Analýza WGS dat na SVS je v současné době využívána pro dotypování mikroorganismů a pro následnou klastrovou analýzu. Ta za období 1. 1. 2024-30. 6. 2025 odhalila již několik klastrů spojených s konkrétními potravinářskými provozy. WGS data jsou průběžně nahrávána do systémů Enterobase a EFSA One Health WGS System, které umožňují porovnávání humánních a potravinových izolátů, co umožňuje efektivní šetření alimentárních epidemií na národní i mezinárodní úrovni mezioborovým přístupem „Jedno zdraví“ (One Health).

Klíčová slova: *celogenomová sekvenace, WGS, alimentární epidemie, klastrová analýza, bezpečnost potravin, hygiena*

Abstract

Whole Genome Sequencing (WGS) is a key tool for detailed molecular typing of pathogens, tracing their genetic relationships, and for investigation of outbreaks. In the field of food safety, it enables the detection of food clusters, monitoring of food hygiene in food establishments, and tracing the source of food contamination. The State Veterinary Administration (SVA) began using WGS in hygiene surveillance in 2024. WGS data analysis at SVA is currently used for microorganism typing and subsequent cluster analysis. Between January 1, 2024, and June 30, 2025, this analysis has already revealed several clusters associated with specific food establishments. WGS data are continuously uploaded to the Enterobase and EFSA One Health WGS System, which allow the comparison of human and food isolates, enabling effective investigation of foodborne outbreaks at national and international level through the interdisciplinary One Health approach.

Key words: *whole genome sequencing, WGS, foodborne outbreaks, cluster analysis, food safety, hygiene*

Úvod

Využití celogenomové sekvenace nabývá v posledních letech na obrovském významu. V laboratorní diagnostice pomáhá metoda WGS analyzovat mikroorganismy na molekulární úrovni, včetně detekce jejich genů pro faktory virulence či genů pro rezistenci vůči antimikrobiálním látkám (AMR). V epidemiologii představuje WGS klíčový nástroj pro určování příbuznosti izolátů, pro detekci klastrů a pro šetření epidemií.

V případě alimentárních epidemií je WGS cenný nástroj pro dohledání zdroje nebo vehikula nákazy. Pro efektivní šetření alimentárních epidemií na národní úrovni je nevyhnutelnou podmínkou používání WGS u všech dozorových orgánů, které odebírají vzorky suspektních potravin, a vzájemné sdílení těchto dat mezi rezorty. Na důležitost tohoto postupu upozorňuje i EK, která novým prováděcím nařízením Komise (EU) 2025/179 o shromažďování a předávání molekulárních analytických údajů v rámci epidemiologického šetření ohnisek choroby vyvolané původcem v potravinách nařizuje všem členským státům (ČS) používat od srpna 2026 metodu WGS pro analýzu non-humánních izolátů salmonel, listerií, kampylobakterů a *E. coli* pro účely šetření alimentárních epidemií. Současně s využitím WGS musí ČS sdílet tato data s Evropským úřadem pro bezpečnost potravin (EFSA) prostřednictvím EFSA OH WGS systému. Databáze EFSA OH WGS systému komunikuje na pravidelné týdenní bázi s databází EpiPulse (ECDC), čímž umožňuje porovnávat WGS data potravinových a humánních izolátů a následně tak detekovat a šetřit alimentární epidemie na mezinárodní úrovni.

Zavedení WGS v hygienickém dozoru SVS

Státní veterinární správa (SVS) jako jeden z dozorových orgánů v oblasti bezpečnosti potravin využívá WGS již několik let pro účely detekce genů rezistence v rámci monitoringu AMR, a také pro dotypování Shiga toxin-produkujících *E. coli* (STEC; určení O- a H-antigenů, určení genů *stx* a jejich subtypů, určení dalších faktorů virulence). V roce 2024 rozšířila SVS své aktivity o využití WGS pro molekulární analýzu salmonel izolovaných z úředních vzorků potravin, a následně v roce 2025 o sekvenaci izolátů salmonel z krmiv a reprodukčních chovů drůbeže. V roce 2025 je plánovaná také sekvenace všech izolátů *Listeria monocytogenes* z úředních vzorků potravin včetně izolátů ze stěrů z povrchů potravinářských podniků.

Sekvenace úředních vzorků SVS zabezpečují příslušné veterinární NRL na Státních veterinárních ústavech v Praze a Jihlavě formou subdodávky v externích laboratořích. Sekvenace vzorků probíhá na platformě Illumina, následně jsou párová data FASTQ paralelně nahrávána do dvou analytických systémů (Enterobase a EFSA One Health WGS System). Pro analýzu dat na národní úrovni je primárně využívána platforma Enterobase.

Využití WGS dat v hygienickém dozoru SVS 01/2024-06/2025

WGS data jsou v současnosti využívána pro tyto aktivity SVS:

1. Dotypování mikroorganismů

Výsledky WGS analýzy poskytují kompletní genetickou informaci sekvenovaných mikroorganismů, což umožňuje jejich následnou podrobnou molekulární typizaci. Jedná se zejména o určení sérotypu, genů pro faktory virulence a genů pro AMR. Molekulární typizace mikroorganismů na základě výsledků WGS poskytuje vyšší citlivost a přesnost informací než tradiční typizační postupy (sérotypizace, biochemická identifikace, PCR). V rámci laboratorní diagnostiky se stává také ekonomicky výhodnější metodou (cena za WGS je levnější než součet nákladů pro sérotypizaci, biochemickou analýzu a PCR). Ekonomická výhodnost se nejlépe demonstruje u kmenů STEC, u kterých je nutné (pro účely genomické surveillance, pro šetření epidemií i pro účely hlášení do evropských databází) dourčit typ a subtyp genu *stx*, sérotyp, a přítomnost genu *eae*.

Z výše uvedených důvodů je použití metody WGS volbou číslo jedna pro dotypování kmenů STEC. V rámci monitoringu zoonóz na jatkách bylo v roce 2024 (červenec-srpen) vyizolováno a následně sekvenováno 14 kmenů STEC: 12 izolátů z JUT prasat a 2 izoláty

z JUT skotu. Z výsledků WGS bylo možné dourčit O- a H-antigeny těchto izolátů (žádný O-antigen z tzv. „top five“ nebyl detekován) a subtypy genů *stx*. U převážné většiny izolátů (11 z 12) z JUT prasat byl potvrzen subtyp *stx2e*, typický pro edémovou chorobu prasat; u jednoho izolátu byl detekován subtyp *stx1a* v kombinaci s genem *eae*. U skotu měl jeden izolát pozitivní gen pro *stx2a* a druhý izolát kombinací genů *stx1a* a *stx2a*, oba izoláty bez přítomnosti genu *eae*. V roce 2025 očekáváme zvýšený záchyt kmenů STEC z důvodu rozšíření monitoringu o vzorky z JUT ovcí a koz a zavedení celoročního odběru vzorků.

WGS data také přispěly k dotypování izolátů salmonel v úředních vzorcích SVS. Ze 138 izolátů salmonel sekvenovaných v období 01/2024-06/2025 bylo na základě WGS dat možné dourčit sérotyp u všech 19 původně netypovatelných izolátů. Nejčastěji byly takto dourčeny sérotypy *S. Infantis*, *S. Kentucky* a *S. Montevideo*. Na základě analýzy WGS dat došlo také k opravě sérotypů 5 izolátů salmonel. Po dotypování a opravě sérotypů salmonel bylo možné vyhodnotit nejčastěji detekované sérotypy salmonel z úředních vzorků potravin v sledovaném období, kterými byly *S. Infantis* (30 izolátů), *S. Enteritidis* (20 izolátů), a *S. Derby* (19 izolátů). Pozn.: pro účely sekvenace izolátů z úředních vzorků SVS byl z každé pozitivní šarže potravin, resp. z každé pozitivní epizootologické jednotky vybrán do sekvenace vždy jenom 1 izolát daného sérotypu.

2. Detekce potravinových klastrů

Kromě molekulárního dotypování mikroorganismů je pro účely hygienického dozoru důležité porovnání izolátů na úrovni cgMLST (core genome multilocus sequence typing) a následná detekce potravinových klastrů. V případě salmonel se pro porovnání izolátů na úrovni cgMLST (schéma Enterobase) porovnává 3002 „klíčových“ genů. Výsledkem tohoto porovnání je pak zařazení konkrétního izolátu salmonely do cgMLST typu, a také určení počtu alel, kterými se izoláty navzájem liší (tj. počet AD, allelic differences). Pro vizualizaci je následně používán tzv. „minimum spanning tree“, který spojí vybrané izoláty do jednoho stromu tak, aby nejpodobnější izoláty byly blízko sebe; číslo na spojenci pak označuje počet odlišných alel mezi nejbližšími izoláty.

Klastrovou analýzu provádíme na SVS průběžně u všech sekvenovaných salmonel, a to zvlášť pro každý sérotyp. Pro definici úzkého klastru používáme limit 5 odlišných alel (5 AD), pro definici rozšířeného klastru 10 odlišných alel (v některých případech až do 12 AD). Z našich výsledků za období 01/2024-06/2025 vyplývá, že se stejné nebo podobné izoláty salmonel opakovaně detekují ve vzorcích některých provozovatelů jatek. Důležité je pro nás sledovat tyto potravinové klastry v delším období, tj. průběžně porovnávat nové izoláty se „starými“. Detekce stejného resp. blízce podobného izolátu v delším období (tj. přibývání izolátů v rámci 1 klastru) naznačuje společný zdroj v daném provozu, tedy perzistentní kontaminaci jatek daným kmenem. V takovém případě informujeme příslušnou KVS a doporučujeme zaměřit se na častější kontrolu hygienických podmínek u daného provozovatele.

3. Sdílení dat s EFSA

Pro účely sdílení WGS dat s EFSA jsou WGS data průběžně nahrávána do EFSA One Health WGS systému. Jedná se o relativně nový systém pro sběr a analýzu WGS dat (spuštěn v červnu 2022), který je pod správou EFSA. Účelem systému je pravidelná výměna WGS dat se systémem EpiPulse (ECDC), čímž dochází k detekci společných klastrů (porovnávány jsou navzájem potravinové a humánní izoláty) na mezinárodní úrovni; to dává předpoklad na efektivnější šetření mezinárodních epidemií. Povinnost používat EFSA OH WGS systém budou mít všechny ČS od srpna 2026 na základě nového prováděcího nařízení Komise (EU) 2025/179 o shromažďování a předávání

molekulárních analytických údajů v rámci epidemiologického šetření ohnisek choroby vyvolané původcem v potravinách. Do EFSA OH WGS systému lze nahrávat jenom data z non-humánních izolátů, a to konkrétně z kmenů *L. monocytogenes*, *Salmonella spp.* a *E. coli*; od ledna 2026 bude systém rozšířen o sběr a analýzu WGS dat z kampylobakterů. Již teď systém funguje na dobrovolné bázi, avšak přístup do systému je umožněn pouze nominovaným odborníkům (tzv. data providerům). Aktuálně mají v ČR do systému přístup zástupci všech dozorových orgánů v ČR, a také zástupci SVÚ a VÚVeL. Systém kromě klastrové analýzy umožňuje také dotypování mikroorganismů (obdobně jako Enterobase). Oba systémy však používají odlišné analytické programy pro analýzu WGS dat, a navíc, vzhledem ke krátkému období fungování EFSA OH WGS systému, je tento systém ještě v procesu průběžného vylepšování.

4. Šetření alimentárních epidemií na národní úrovni

Pro šetření alimentárních epidemií na národní úrovni je nevyhnutelná sekvenace humánních a potravinových izolátů a jejich srovnání na úrovni cgMLST, tj. společná klastrová analýza. Klíčovým předpokladem je však pravidelná sekvenace alimentárních patogenů v obou resortech, tj. izolátů ze vzorků odebraných orgány bezpečnosti potravin, jako i orgány ochrany veřejného zdraví. Aktuálně probíhá nastavení komunikace mezi rezorty pro tuto aktivitu, jako i sestavení pracovní skupiny se zástupci všech dozorových orgánů. Alternativou k společné národní databázi pro WGS data mohou být právě oba výše zmíněné systémy, tj. Enterobase a EFSA OH WGS systém.

Závěr:

Celogenomová sekvenace představuje nenahraditelný nástroj pro dozorové orgány v oblasti bezpečnosti potravin. WGS data alimentárních patogenů umožňují:

- přesnou identifikaci a typizaci mikroorganismů včetně dourčení sérotypů, faktorů virulence a AMR
- detekci klastrů – potravinových, humánních i kombinovaných
- podporu dozorovým orgánům při monitoringu hygieny v potravinářských provozech a pro pochopení zdrojů kontaminace a cest šíření
- výměnu WGS dat s orgány ochrany veřejného zdraví při šetření alimentárních epidemií
- sdílení WGS dat na mezinárodní úrovni pomocí systému EFSA One Health s následnou detekcí mezinárodních epidemií
- cílenější kontrolní opatření a prevenci epidemií

Zavedení metody WGS do rutinní praxe dozorových orgánů, jako i do managementu systémů bezpečnosti provozovatelů, je proto klíčové pro zvyšování kvality a bezpečnosti potravin.

Kontaktní adresa

MVDr. Zuzana Ileninová, PhD., Ústřední veterinární správa Státní veterinární správy, Odbor veterinární hygieny a ochrany veřejného zdraví, Oddělení bezpečnosti potravin, Slezská 100/7, 120 00 Praha 2, e-mail: z.ileninova@svscr.cz

**Hodnocení výsledků veterinárně-hygienického dozoru
v mlékárenských provozech v letech 2020–2023 v rámci okresů
Hodonín a Vyškov**

***Evaluation of the Results of Veterinary and Hygienic Supervision in Dairy
Operations in the Years 2020–2023 within the Districts of Hodonín and
Vyškov***

Bayerová, G.

Krajská veterinární správa Státní veterinární správy pro Jihomoravský kraj

Souhrn

Cílem práce bylo analyzovat výsledky veterinárně-hygienického dozoru ve dvou okresech Jihomoravského kraje – Hodonín a Vyškov. Analýza se týkala období let 2020–2023 a zpracovává výsledky a závěry úředních kontrol prováděných Krajskou veterinární správou v mlékárenských provozech. Účelem bylo vyhodnotit podíl kontrol se závadou z celkového počtu provedených kontrol. Mimo to byl hodnocen i charakter zjištěných závad (nedostatky strukturálního charakteru, dokumentační, nevyhovující laboratorní výsledky z vyšetření vzorků a stěrů úředních či odebraných provozovatelem). V rámci analýzy byly porovnávány provozy malého až rodinného charakteru i velké nadnárodní firmy. Byly zohledněny i možnosti uplatnění pružnosti při veterinárním dozoru s malým objemem výroby a nízkým počtem zaměstnanců. K rozšíření pohledu bylo závěrem provedeno také porovnání četnosti závadových kontrol v obou okresech s celokrajským průměrem.

Klíčová slova: *veterinárně – hygienický dozor, mlékárenské provozy, závady*

Abstract

The aim of the work was to analyse the results of veterinary and hygienic supervision in two districts of the South Moravian Region – Hodonín and Vyškov. The analysis covered the period 2020–2023 and processes the results and conclusions of official inspections carried out by the Regional Veterinary Administration in dairy establishments. The purpose was to evaluate the proportion of inspections with defects out of the total number of inspections carried out. In addition, the nature of the defects detected was also assessed (structural deficiencies, documentation, unsatisfactory laboratory results from the examination of samples and swabs taken by the official or operator). The analysis compared small to family – run operations and large multinational companies. The possibilities of applying flexibility in veterinary supervision with a small production volume and a low number of employees were also taken into account. In order to broaden the perspective, a comparison of the frequency of defect inspections in both districts with the South Moravian Region average was also carried out.

Key words: *veterinary-hygiene supervision, dairy establishments, defects*

Úvod

Úkolem veterinárního hygienického dozoru je zajistit produkci bezpečných mléčných výrobků v celé tržní síti včetně malých množství produktů prvovýroby. Cílem této studie bylo vyhodnotit výsledky veterinárně-hygienického dozoru v provozovnách zpracovávajících mléko ve dvou okresech Jihomoravského kraje v letech 2020 až 2023. Byl srovnán počet úředních kontrol se zjištěnou závadou s celkovým počtem všech

provedených kontrol, popsán charakter závad a provedeno porovnání četnosti závadových kontrol v obou okresech s celokrajským průměrem. Z pohledu četnosti závad byly porovnávány provozy malého až rodinného charakteru a velké nadnárodní firmy a je diskutována možnost uplatnění pružnosti při veterinárním dozoru v provozech s malým objemem výroby.

Materiál a metodika

Ke shromažďování vyhodnocovaných dat byl použit informační systém Státní veterinární správy OIS. Konkrétně byly informace staženy z datového skladu (odlitky datového skladu, registr subjektů, výčet kontrol hygienického dozoru). Analyzována byla data týkající se okresu Hodonín a Vyškov z časového intervalu 1. 1. 2020 až 31. 12. 2023. V okrese Hodonín bylo do hodnocení zahrnuto 8 provozů (H1–H8), z nichž 6 bylo schválených a 2 pouze registrované. V okrese Vyškov to bylo provozů 10 (V1–V10). Zde se jednalo o 3 schválené a 7 registrovaných. V okrese Hodonín tedy převládají provozy schválené, kde je podle krajského víceletého plánu kontrol stanoveno 6 plánovaných kontrol ročně. Na Vyškovsku mají převahu registrované provozovny s 1 plánovanou kontrolou ročně. Do celkového počtu hodnocených kontrol nebyly zahrnuty auditní kontroly, kontroly značek kvality a akce monitoringu cizorodých látek.

Tabulka 1: Přehled hodnocených provozoven okresů Vyškov a Hodonín (období 2020–2023)

	Schválení/ Registrace	Sortiment výroby	Kapacita výroby
H–1	schválení	sýry tavené vč. UHT produktů	300 tun výrobků ze sušeného kravského mléka/měsíc
H–2	schválení	Sýry typu mozzarella, ricotta, mascarpone	25 000 l kravského mléka/den
H–3	schválení	sýry typu halloumi, sýry pařené, čerstvé a zrající, brynz, ricotta	350 l ovčího + 500–1000 l kravského mléka /týden
H–4	schválení	sýry čerstvé, pařené a zrající, tvarohové dezerty, smetana, máslo, zakysaná smetana, jogurty	600 l kravského mléka/týden
H–5	schválení	pasterované mléko, acidofilní mléko, jogurty, sýry čerstvé a zrající, syrovátka, máslo, smetana	200 l koziho mléka/týden
H–6	schválení	pařené sýrové nitě	250 kg výrobků ze sýrové suroviny/týden
H–7	registrace	sýry čerstvé, syrovátka	70–100 l koziho mléka/týden
H–8	registrace	pařené sýrové nitě	70 l koziho mléka/týden
V–1	schválení	sýry pařené	100 kg výrobků ze sýrové suroviny/týden
V–2	schválení	sýry čerstvé a pařené, sýr polotvrdý nezrající, tvaroh, dezerty, kefir	250–600 l kravského + 210–250 l koziho mléka/týden
V–3	schválení	sýry čerstvé, polotvrdé a pařené, kysané mléčné výrobky, pomazánky, dezerty	500 l kravského mléka/týden
V–4	registrace	mléko, domácí máslo, jogurty, tvaroh, sýry čerstvé kravské	350 l kravského mléka/týden
V–5	registrace	sýry, tvarohy	400 l kravského mléka/den
V–6	registrace	pasterované i nepasterované mléko, jogurt, kefir, smetana, podmásli, máslo, tvaroh, sýry čerstvé i zrající	125 l kravského + koziho mléka/den
V–7	registrace	sýry čerstvé a zrající, kysané mléčné výrobky	30 l koziho mléka/den
V–8	registrace	syrové mléko, syrovátka, kefir, sýr čerstvý a pařený, tvaroh, brynz, sýry zrající	10–20 l ovčího a koziho mléka/den
V–9	registrace	mléko, jogurty, tvaroh, sýry čerstvé a pařené	100–150 l kravského mléka/týden
V–10	registrace	sýry přírodní, tvaroh	50 l kravského mléka/den

Pro statistické vyjádření výsledků, porovnání počtu kontrol se závadou a bez závady mezi provozovny obou okresů (H a V) a počty v rámci průměru Jihomoravského kraje byl použit Fischerův přesný test. Statistická analýza byla provedena programem Unistat verze 6.5.

Výsledky a diskuse

Celkem bylo ve sledovaném období v kontrolovaných provozech provedeno 279 kontrol, vyšetřeno 208 parametrů v odebraných vzorcích a 573 parametrů ve stěrech z pracovního prostředí po sanitaci

Počty kontrol bez a se závadou v hodnocených provozovnách jsou shrnuty v tabulce 2.

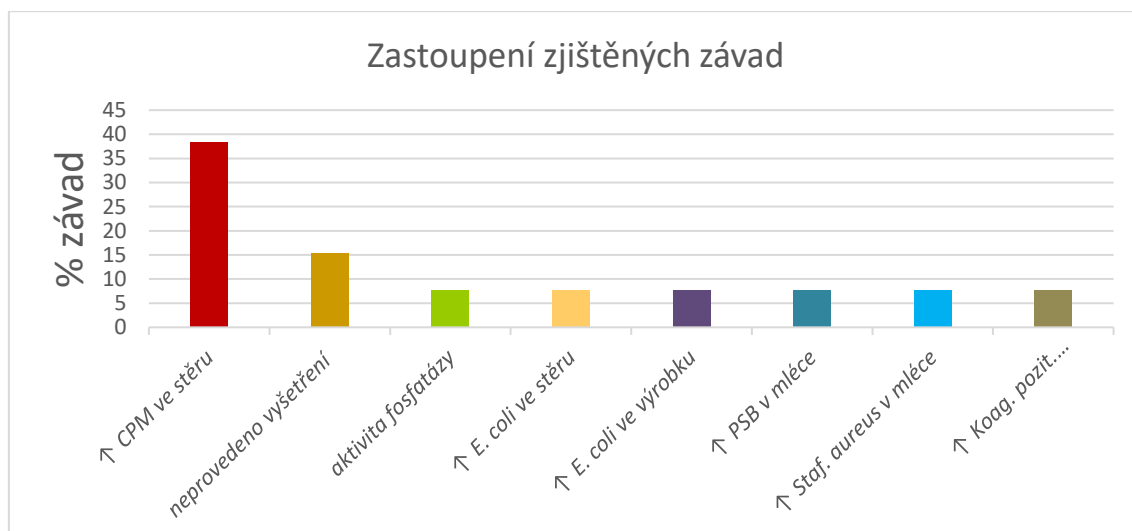
Tabulka 2: Podíl kontrol se závadou a charakter zjištěných závad u sledovaných provozů v okresech Hodonín a Vyškov (H a V) v letech 2020–2023

Provozovna	Celkový počet kontrol	Počet kontrol se závadou	Podíl kontrol se závadou (%)	Zjištěná závada
H1 (S)	32	0	0	Hmotnost pevného podílu (neprokázáno)
H2 (S)	39	0	0	
H3 (S)	24	1	4	Zvýšená aktivita alkalické fosfatázy v mléce Zvýšené počty <i>E. coli</i> v sýru
H4 (S)	24	1	4	Zvýšený CPM ve stěru
H5 (S)	26	0	0	
H6 (S)	16	0	0	
H7 (R)	5	1	20	Zvýšený CPM ve stěru
H8 (R)	5	0	0	
V1 (S)	21	0	0	
V2 (S)	20	0	0	
V3 (S)	20	0	0	
V4 (R)	19	1	5	Zvýšené počty <i>E. coli</i> v sýru
V5 (R)	4	0	0	
V6 (R)	8	1	13	Neprovedeno povinné vyšetření mléka Zvýšený CPM ve stěru Zvýšený PSB v mléce
V7 (R)	5	0	0	
V8 (R)	4	1	25	Zvýšený počet CPM ve stěru
V9 (R)	3	0	0	
V10 (R)	4	1	25	Neprovedeno povinné vyšetření mléka Zvýšený CPM, PSB a <i>Staphylococcus aureus</i> v mléce Zvýšený počet koagulázapozit. stafylokoků v sýru

CPM – celkový počet mikroorganismů; PSB – počet somatických buněk
E. coli – *Escherichia coli*

Nejčastěji byly zjištěny závady v oblasti výsledků laboratorního vyšetření úředně odebraných stěrů z prostředí po sanitaci. Konkrétně se jednalo o nevyhovující parametr

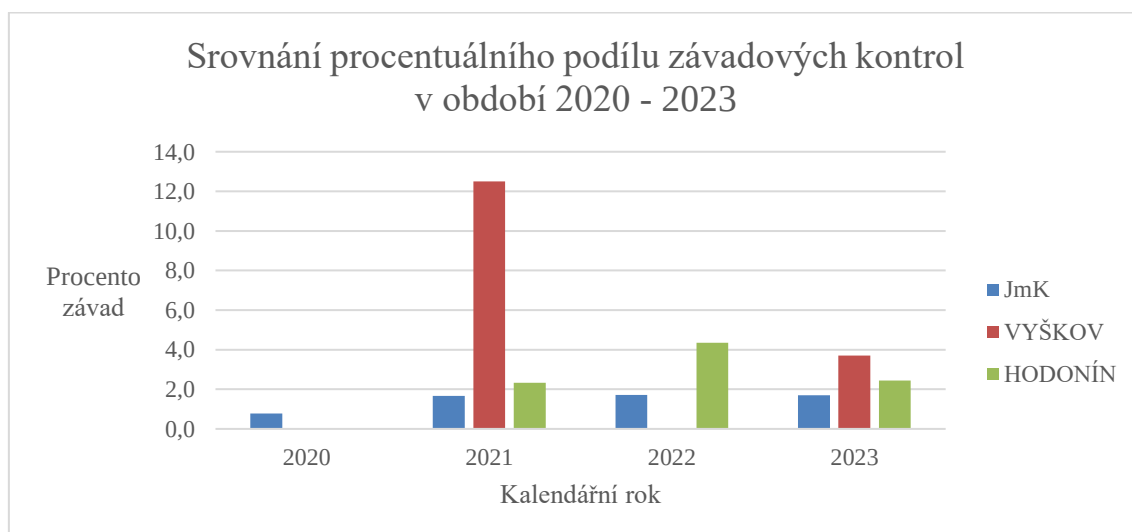
celkový počet mikroorganismů (CPM), který tvořil 38,5 % všech závad. Dále v 15,4 % nebylo provedeno povinné laboratorní vyšetření mléka provozovatelem. Shodně po 7,7 % následovaly ostatní závady – zvýšená aktivita fosfatázy v pasterovaném mléce, nevyhovující nález *Escherichia coli* ve výrobku, zvýšený počet somatických buněk (PSB) v syrovém mléce, nadlimitní počet *Staphylococcus aureus* v syrovém mléce a koagulázapozitivních stafylokoků v sýru. Strukturální nedostatky ani závady dokumentačního charakteru nebyly při úředních kontrolách zjištěny. Procentuální zastoupení závad je shrnuto v grafu č. 1.



Graf 1: Procentuální zastoupení zjištěných závad během úředního dozoru v mlékárenských provozech okresů Hodonín a Vyškov v období 2020–2023

CPM – celkový počet mikroorganismů; PSB – počet somatických buněk

Statistickou analýzou bylo zjištěno, že mezi počty kontrol se závadou a bez závady mezi provozovny H a V není statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$). Rovněž porovnání procentuálního počtu kontrol se závadou a bez závady v okresech Hodonín, Vyškov a v celém Jihomoravském kraji se statisticky významně neliší ($p > 0,05$).



Graf 2: Srovnání procentuálního podílu závadových kontrol v mlékárenských provozech v okresech Vyškov a Hodonín v letech 2020–2023

V obou okresech dochází v souladu s Úředním věstníkem EU C355/2022 ze dne 16. září 2022 a s ohledem na stanovisko Vědecké komise Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) při státním dozoru k zohlednění různých přístupů a možností uplatnění flexibility pro malé provozovny.

Zastoupení provozoven v obou okresech je rozmanité. V okrese Hodonín převažují provozy schválené, na Vyškovsku registrované. Charakter i počet zjištěných závad byl v obou okresech velmi podobný. Největší zastoupení měly závady v oblasti nevyhovujících výsledků laboratorních vyšetření ve vzorcích a stěrech z pracovního prostředí po sanitaci. Nejčastěji byl zaznamenán nevyhovující parametr CPM ve stěrech a dále *E. coli* ve výrobku. Porovnáním počtu závad mezi okresem Hodonín a Vyškov bylo zjištěno, že mezi počty kontrol se závadou a bez závady mezi okresy není statisticky významný rozdíl. Incidence závad se pohybovala v rozmezí 4 až 25 %.

Obecně vzato se závady týkaly ve větší míře malých registrovaných provozoven. V největších schválených provozovnách bylo provedeno nejvíce kontrol, přičemž závady zde zjištěny nebyly. Z výsledků vyplývá, že největší mlékárenské podniky ve vybraných okresech mají velmi dobře nastavené systémy výroby, čištění a sanitace, stejně jako organizaci samokontroly. Problémy se vyskytují především v rodinných podnicích s malými objemy výroby, a to jak schválených, tak registrovaných. Tyto provozovny jsou rodinného typu. Zaměstnanci většinou nemají vzdělání v oboru potravinářství. Dle charakteru zjištěných závad se velmi často jedná o kontaminaci mléka nebo mléčných výrobků. Vzhledem k tomu, že dotčené mlékařské provozy přímo navazují na zemědělskou prvovýrobu, nabízí se jako odůvodnění nedůsledné využívání hygienických smyček při přechodech mezi činnostmi v oblasti prvovýroby a mlékárenské produkce. V tomto směru je nutné s provozovateli takových podniků komunikačně pracovat. Zlepšení povědomí pracovníků o hygienických zásadách při přechodu mezi pracovními činnostmi nečisté a čisté zóny může být důležitým preventivním prvkem veterinárního dozoru.

Uplatňování pružnosti dané nařízeními hygienického balíčku bylo v souladu se stanoviskem Vědecké komise Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) v období 2020–2023 realizováno v několika provozovnách v obou okresech. Při porovnání obou okresů je zřejmé, že ve větším rozsahu je úlev pro malé podniky využíváno na okrese Vyškov. Při uplatňování flexibility pro malé podniky v rámci úředního dozoru nebyl prokázán vliv tohoto na procentuální výši zjištěných závad. Díky pružnosti lze tedy lépe přizpůsobit požadavky konkrétním podmínkám malých provozoven. Podporuje to jejich udržitelnost, konkurenceschopnost a zároveň zachovává vysoký standard ochrany veřejného zdraví.

Závěr

Jelikož nebylo zjištěno, že by v některém z hodnocených okresů byly statisticky významné odlišnosti v počtu závad v porovnání s celým Jihomoravským krajem a procento závadových kontrol je nízké, lze konstatovat, že úřední dozor v letech 2020 až 2023 byl v okresech Hodonín a Vyškov plně funkční a frekvence kontrol dostatečná. Z hodnocení výskytu závad vyplývá, že nejvíce rizikovou oblastí z náplně úředního veterinárně-hygienického dozoru je kontrola účinnosti čištění a sanitace provozu. Problémem bývá také kontaminace výrobních provozů pohybem pracovníků ze zemědělské prvovýroby bez důsledného dodržení hygienické smyčky.

Na základě provedené analýzy bylo potvrzeno, že uplatňování flexibility v úředním dozoru pro malé provozovny nezvyšuje míru výskytu zjištěných závad.

Literatura

Literatura je součástí atestační práce Bayerová G. Hodnocení výsledků veterinárně-hygienického dozoru v mlékárenských provozech v letech 2020–2023 v rámci okresů Hodonín a Vyškov, 2025. 111 s.

Poděkování

Poděkování za trpělivé odborné vedení, cenné rady a podporu patří doc. MVDr. Lence Necidové, Ph.D., Mgr. Petru Linhartovi za pomoc při statistickém zpracování dat, MVDr. Dušanovi Procházkovi za umožnění spoluúčasti na úředních kontrolách.

Kontaktní adresa

MVDr. Gabriela Bayerová, Krajská veterinární správa SVS pro Jihomoravský kraj, Na Pískách 3234/1, 695 01 Hodonín, e-mail: g.bayerova.kvsb@svscr.cz

Včelařův rok a kvalita medu Beekeeper's Year and Quality of Honey

Slepičková, M., Šupíková, Š.

Krajská veterinární správa Státní veterinární správy pro Karlovarský kraj

Souhrn

Med je přírodní sladidlo, jehož složení je ovlivněno mnoha faktory. Mnoha faktory je ovlivněná i jeho kvalita. Jedním ze základních faktorů ovlivňujících kvalitu medu je včelař jako producent medu. Ke zhoršení kvality medu mohou víceméně nevědomě přispět nesprávně provedené zootechnické včelařské postupy, ale i zcela vědomá snaha získat větší množství medu za použití nevhodných metod, čímž dochází k falšování medu. Státní veterinární správa České republiky věnuje kontrole kvality medu již mnoho let vysokou pozornost. Má nastavené systémy pro jeho kontrolu od prvovýroby, přes zpracování až po uvedení do oběhu. Cílem práce bylo vyhodnotit výsledky těchto kontrol za období let 2016 až 2024. Ve sledovaném období bylo vyšetřeno celkem 33 936 analytů, přičemž bylo zjištěno celkem 90 nevyhovujících výsledků. Nejčastěji zjišťované nevyhovující hodnoty byly u HMF, diastázy a vodivosti. Všechny tři parametry souvisí s nesprávnou manipulací s medem nebo jeho nesprávným označením, což lze posoudit jako falšování medu.

Klíčová slova: *med, kvalita, včelař, falšování*

Abstract

Honey is a natural sweetener, the composition of which is influenced by many factors. Its quality is also influenced by many factors. One of the basic factors influencing the quality of honey is the beekeeper as a honey producer. The deterioration of the quality of honey can be contributed to more or less unconsciously by incorrectly performed zootechnical/breeding procedures, but also by a completely conscious effort to obtain a larger amount of honey using inappropriate methods, thereby committing honey adulteration.

The State Veterinary Administration of the Czech Republic has been paying high attention to the investigation of the quality of honey for many years. It has set up systems for its control from primary production, through trading to putting it into circulation. The aim of the work was to evaluate the results of these controls for the period from 2016 to 2024. In the monitored period, a total of 33,936 analytes were examined, with a total of 90 unsatisfactory results found. The most frequently detected unsatisfactory values were for HMF, diastase and conductivity. All three parameters are related to improper handling of honey or its incorrect labeling, which can be assessed as adulteration of honey.

Key words: *honey, quality, beekeeper, adulteration*

Úvod

Med je komodita, se kterou se na celosvětovém trhu čile obchoduje. Jeho cena se v jednotlivých zemích odvíjí od objemu vyprodukovaného medu a nákladů spojených s touto produkcí. Výše ceny medu je do značné míry ovlivněná i vysokými úhyny včelstev v důsledku nemocí včel. Med se tak stává stále vzácnějším zbožím a jeho falšování je ekonomicky motivováno.

Med je jedno z nejstarších přírodních sladidel, které bylo využíváno již v rané civilizaci. Je stále populární mezi spotřebiteli pro jeho pozoruhodné nutriční, léčivé a terapeutické

účinky. Med je potravina, která obsahuje kolem 200 složek. Hlavními složkami medu jsou voda (80 – 85%) a cukry (15 – 17%). Dalšími složkami jsou bílkoviny (enzymy), organické kyseliny, vitamíny (zvláště vitamín B6, thiamin, niacin, riboflavin a kyselina pantothenová), minerály (včetně vápníku, mědi, železa, hořčíku, manganu, fosforu, draslíku, sodíku a zinku), pigmenty, fenoly, velkého množství těkavých sloučenin, ale i pevné částice, které se do medu dostávají v průběhu jeho získávání (Manickavasagam et al., 2024; Silva et al., 2016; Bhalchandra et al., 2022). Směrnice Rady 2001/110/ES (2001) a Codex Alimentarius (2025) definují med jako „přírodní sladkou látku produkovanou včelou medonosnou z nektaru rostlin nebo ze sekretů živých částí rostlin nebo výměšků hmyzu sajícího rostliny na živých částech rostlin, které včely sbírají, přeměňují slučováním se specifickými vlastními látkami, ukládají, dehydratují, skladují a nechají dozrát v plástu“. Z hlediska původu se jedná o med květový, pokud je zdrojem medu nektar z kvetoucích rostlin, zatímco med, u kterého je zdrojem medu výměšek brouků sajících rostliny, je med medovicový. Z hlediska druhu květů, z kterých včely sbírají nektar, se med dělí na jednodruhový a vícedruhový (Manickavasagam et al., 2024). Kvalitu medu a jeho specifický charakter (struktura, barva, vůně a chuť) určuje specifická flóra a vegetace v oblasti původu medu, klimatické podmínky, druh včel podílejících se na sklizni (Silva et al., 2016) a rozmanitost ekosystému, ve kterém se včely chovají. Jestliže botanický původ medu výrazně ovlivňuje jeho organoleptické vlastnosti, zeměpisný původ medu je často spojován s nízkými cenami, protože klimatické podmínky v některých zemích umožňují jeho celoroční produkci. Ve srovnání s Českou republikou (ČR) jsou počty včelstev v těchto zemích obrovské a pracovní síla levná. Přes náklady na dálkovou přepravu by cena takového medu mohla být mnohem nižší než cena medů vyrobených v ČR. Některé kvalitativní ukazatele medu ze vzdálených zemí se však od tradičního českého medu značně liší. To nutně neznamená, že zahraniční med je méně kvalitní, ale nese s sebou určité riziko, že bude z hlediska české legislativy nevyhovující. Značný význam je proto kladen na analýzu geografického a botanického původu medu (Zábrodská a Vorlová, 2014).

Jak bylo již zmiňováno, kvalita medu je ovlivněna mnoha faktory. Kromě přírodních vlivů je to neodlučitelný vliv samotných včelařů, kteří v průběhu roku víckrát zasahují do života včelstev a to zejména zootechnickými a chovatelskými úkony, a vzhledem k výskytu nemocí včel, i úkony spojené se zdravotním stavem včelstev a jejich léčení. Nelze opomenout ani dodržování správné výrobní praxe při samotném získávání medu (sklizeň, technika extrakce) a způsob manipulace s medem. Med podléhá mnoha změnám v průběhu skladování. Ke změnám obvykle dochází v důsledku různých chemických reakcí, včetně fermentace, oxidace a vlivu teploty (Silva et al., 2016). Tyto změny jsou ovlivněné teplotou a délkou skladování, jakožto i výší tepelného ošetření při zpětném ztekucování zkrystalovaného medu a plnění do spotřebitelských obalů.

Již od osmdesátých let minulého století trápí české včelaře některé nemoci včelstev. Mezi nejčastější a nejrozšířenější patří varroáza (parazit *Varroa destructor*) a nose móza (mikrosporidie *Nosema apis*, *Nosema ceranae*). V posledních letech způsobují u včel stále větší problémy spojené často i s hromadnými úhyny včelstev. Včelař svou péčí o včelstva a jejich zdravotní stav ovlivňuje kvalitu medu prakticky v průběhu celého roku. Včelařský rok lze v podstatě rozdělit na dvě období, a to období aktivní a období zimování, kdy včelí královna přestává plodit, včely kolem ní vytváří chomáč a základem je uchránit ji před zimou. Díky křídélkům jsou schopny zahřát jak sebe, tak právě královnu. Uvnitř úlu, vytvoří kouli kolem královny, na jehož vnějších stranách se střídají, aby se mohli zahřát uvnitř. Chomáč postupně přesouvají po plástech tam, kde mají

zásoby. V tomto seskupení kolem včelí matky jsou schopny udržet teplo kolem 20 až 30 °C ve středu, po okrajích minimálně 10 °C. Pokud během zimy teplota vyšplhá nad 10 °C, odebírají se včely na průzkum okolí s cílem vyprášení a vyprázdnění výkalových váčků, díky kterým neznečišťují plásty a snižují riziko přenosu nemocí. Trvají-li mrazy dlouho, včely jsou ohroženy nákazou z výkalů (nosemóza) (Agrofert-Blog, 2023). Období klidu se vymezuje koncem plození matky na podzim a začátkem plození na jaře příštího roku. V tomto období včelař omezuje činnosti kolem včel na pouhé pozorování a kontrolu stavu včelstev s minimálním rušením.

Včelí královny se opět začínají aktivovat a klást vajíčka podle venkovní teploty. Do zahájení kladení vajíček je nutné vyšetřit včely na varroázu (počty roztočů) a dle zamoření případné jarní přeléčení. Dá se říci, že tímto je aktivní období zahájeno, i když vzhledem ke klimatickým podmínkám je nutné se včelstvy zacházet ještě šetrně. K vyšetření se odebírá spad zimní měli a dle metodiky zdraví zvířat (Ministerstvo zemědělství, 2025) ho musí včelař odevzdat do laboratoře nejdéle do 15. února v daném roce. Dle výsledku vyšetření je při průměrném zamoření 3 a více parazitů na včelstvo včelař povinen provést jarní ošetření co nejdříve, tedy než matky začnou klást plod, nejdéle však do 15. dubna. Od měsíce března včelař kontroluje i stav zimních zásob a podle potřeby lze včely přikrmovat medotěstem (směs medu a cukru), čímž se do jisté míry podpoří i jarní rozvoj včelstev. V závislosti na geografické poloze většinou během března včely začínají se sběrem a vytvářením zásob pylu potřebného ke krmení plodu rozvíjejících se včelstev. V posledním desetiletí v našich zeměpisných šířkách je nástup jara dříve a tedy koncem dubna již začínají kvést ovocné stromy a s tím spojená první snůška medu. To může negativně ovlivnit kvalitu prvních vytočených medů, jelikož se v úlech mohou nacházet ještě větší zbytky zimních zásob, tj. medu, kterého převažující cukernou složkou je sacharóza. V průběhu letních měsíců za příznivých klimatických podmínek, což je souhra vhodných teplot a optimálních srážek, může včelař dle geografického umístění včelstev a místní flóry (vliv nadmořské výšky) provést dvě až čtyři vytáčení medu s průměrným výtěžkem 15 až 60 kg na včelstvo. V případě extrémních podmínek však mohou být výnosy i mnohem vyšší, nebo naopak téměř žádné. V případě nepříznivého počasí (nízké teploty, ale i přílišné sucho v případě příznivých teplot) může být snůška omezená až do takové míry, že je nutné včelstva přikrmovat i v letních měsících. Letním přikrmováním cukernými roztoky mohou včelaři docílit i zvýšenou produkci medu avšak na úkor jeho kvality. V tomto případě se jedná o úmyslné falšování medu.

V letním období včelař provádí průběžný monitoring přítomnosti již zmiňovaných roztočů *Varroa destructor*. Obvykle od poloviny srpna ustupuje snůška a až do konce září se ve včelstvu líhnou dlouhověké zimní včely, které musí přežít až do jara. Toto je období, kdy lze provádět letní ošetření včelstev. Od druhé poloviny srpna je nutné zahájit krmení včelstev z důvodu vytvoření nových zimních zásob.

Důležitým obdobím pro tlumení varroázy je zima (říjen až prosinec), kdy jsou včelstva bez plodu a roztoči jsou jen na dospělých včelách. Pokud je ve včelstvu zavičkován plod, většina roztočů je na plodu. Léčení nezasahuje roztoče pod víčky buněk. Pro likvidaci všech roztočů jsou nezbytná tři ošetření v odstupu minimálně 2 týdnů. Schéma jednotlivých ošetření je vyznačeno na obrázku 1 (VUVč.) a seznam schválených přípravků je uveden v tabulce 1. Při ošetřeních v průběhu listopadu a prosince je opět nutno postupovat šetrně, jelikož se včely opět stahují do chomáče, resp. již v chomáči jsou a každé vyrušení působí nepříznivě.

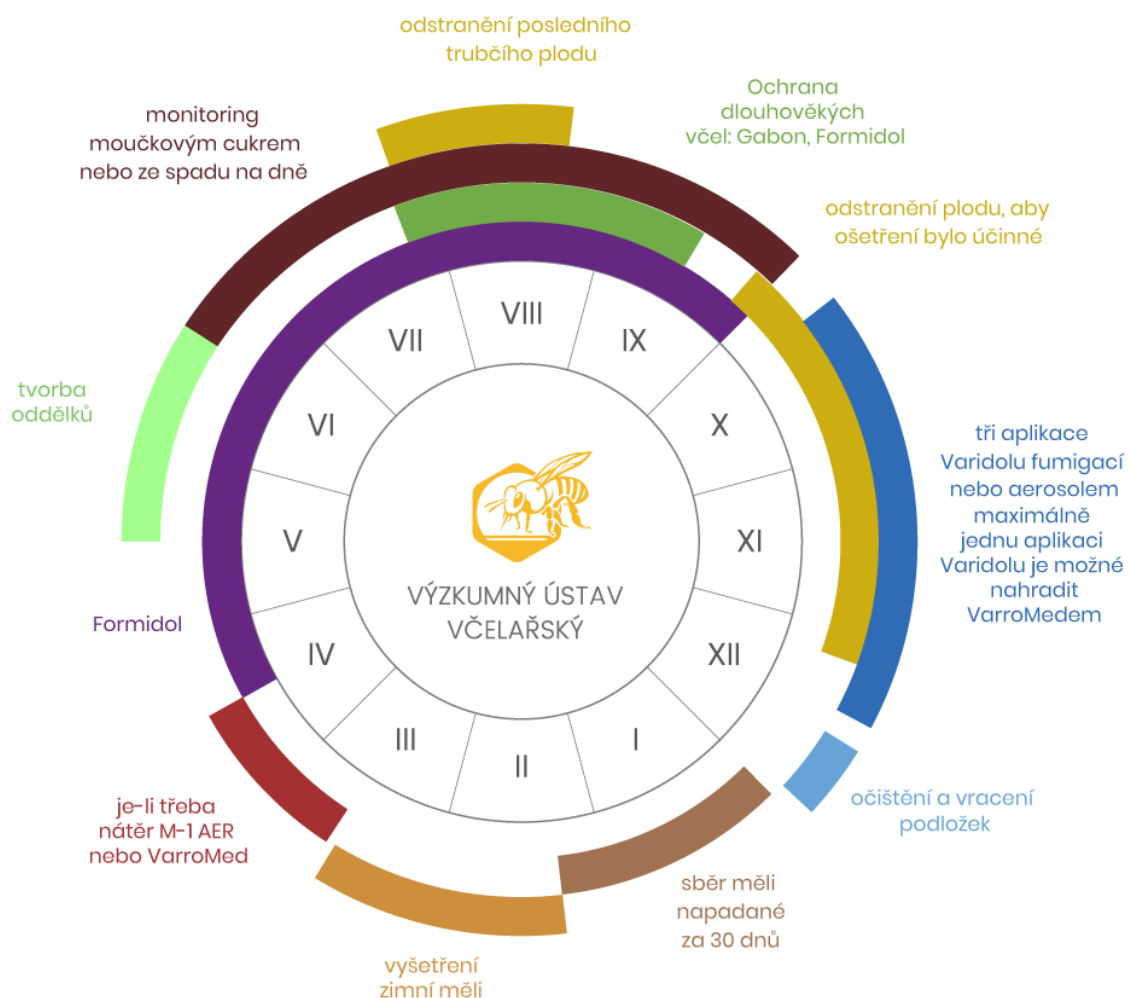
K chemickému ošetření včel proti varroáze existuje celá škála registrovaných veterinárních léčivých přípravků. Jejich seznam a způsob použití je uveden

v Metodickém pokynu Státní veterinární správy pro chovatele včel k prevenci a tlumení varroózy (2019).

Používání léčiv by nemělo být nadbytečné, ale účelné, na základě vyhodnocení zdravotního stavu včel na daném stanovišti. Před použitím léčiva je důležité se řádně seznámit s pokyny výrobce a postupovat při aplikaci v souladu s nimi. Nevhodné použití přípravku může vést k zatěžování včelích produktů rezidui léčiv. Vesměs žádný z přípravků nelze použít v období snůšky medu určeného k lidské spotřebě.

V případě noseμόzy není v ČR žádný účinný preparát. Dříve se používalo antibiotikum Fumagilin, které se objevovalo poté i v medu, není tedy pro léčbu včel povolen. Co se týká varroózy, se kromě přírodních preparátů založených na bázi kyseliny mravenčí, šťavelové a některých dalších, používá několik schválených léčiv s účinnými látkami Flumethrium, Tau-fluvalinatum či Amitraz. Žel, v některých zemích, jako jsou např. Ukrajina, Čína, Argentina, USA či Kanada je při léčení včel používání antibiotik povoleno. V důsledku nesprávné aplikace se pak mohou objevit jejich rezidua v medu.

Obrázek 1: Schéma vyšetření, monitoringu a léčení včelstev proti varroóze



(Výzkumný ústav včelařský, s.r.o.)

Seznam registrovaných léčiv určených k léčbě varroázy v České republice je uveden v tabulce 1. Účinným prostředkem k podpoře prevence proti nosemoze je Formidol obsahující kyselinu mravenčí.

Při získávání medu a jeho dalším zpracování je nutné dodržovat správnou hygienickou a výrobní praxi. Na tom do značné míry závisí uchování kvality a zdravotní nezávadnosti medu. Celý proces získávání medu (odvíčkování, vytáčení, resp. okapání či lisování, přelévání do skladovacích nádob) provádí včelaři do značné míry v nechráněných prostorech a může při tom docházet k jeho kontaminaci. Proto je nutné při práci dodržovat maximálně dosažitelné hygienické podmínky. Je důležité vzít v úvahu typ zařízení používaného k získávání a zpracování medu a také kvalitu zařízení používaného ke skladování medu po sklizni (Nařízení EP a R 852/2004, 2004). Kontakt s povrchy z nerezové oceli během sklizně, zpracování a/nebo přípravy medu pro trh může generovat vysoký obsah chromu v důsledku korozivního účinku kyselosti medu. Stejně tak skladování medu v pozinkovaných nádobách může být zdrojem kontaminace zinkem (Bibi et al., 2008; González et al., 2000).

Tabulka 1: Seznam registrovaných léčiv pro léčení včelstev

Název (účinná látka)	Prodej	Použití v období snůšky medu určeného pro lidskou spotřebu
Apiquard (thymol)	vyhrazený	NE
Apitraz (amitraz)	na předpis	NE
Apivar (amitraz)	na předpis	NE
Dany's BieneWohl (kyselina šťavelová)	vyhrazený	NE
Formidol (kyselina mravenčí)	vyhrazený	NE
Formidol 81 g proužky (kys. mravenčí)	vyhrazený	NE
Gabon Flum (flumethrin)	na předpis	NE
Gabon PF (fluvalinat)	na předpis	NE
M-1 AER (fluvalinat)	na předpis	NE
MP 10 FUM (fluvalinat)	na předpis	NE
Oxuvár (kyselina šťavelová)	vyhrazený	NE
Oxybee (kyselina šťavelová)	vyhrazený	NE
PolyVar Yellow (flumethrin)	na předpis	NE
Thymovar, 15 g, proužky, (thymol)	vyhrazený	NE
Varidol 125 (amitraz)	na předpis	NE
VarroMed (kys. šťavelová a mravenčí)	vyhrazený	NE

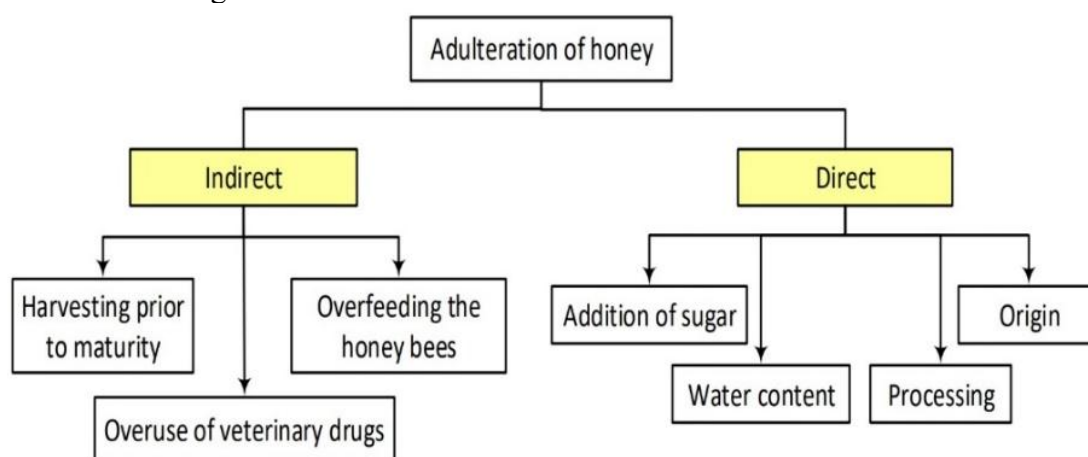
(SVS, 2019)

Dalšími důležitými technologickými kroky jsou podmínky skladování a tepelné opracování při ztekucování zkrystalizovaného medu. Krystalizace je u medu jeho přirozenou vlastností a rychlost krystalizace závisí na poměru cukrů v něm. Teplota

ohřevu by neměla překročit +50°C. Při vyšší teplotě dochází k tvorbě HMF a deaktivaci enzymů.

Falšování medu lze rozdělit na dvě kategorie; přímé a nepřímé. Přímé falšování se týká látky, která se přímo přidává do medu. Zatímco k nepřímému falšování dochází, když jsou včely touto látkou krmeny. Zdroje látky používané k falšování jsou klasifikovány jako rostliny C3 nebo C4 (Zábrodská a Vorlová, 2014). Příklady rostlin C3 jsou řepa, pšenice a rýže, zatímco cukrová třtina a kukuřice jsou z rostlin C4. Proces nepřímého falšování, jako je nadužívání veterinárních léčiv, sběr medu před zralostí a překrmování včel sacharózou nebo jinými cukry provádějí nezodpovědní včelaři kvůli poptávce konkurence trhu. Přímé falšování medu se může týkat přidavku cukru, obsahu vody, zpracování a původu (obrázek 2) (Jaafar et al., 2020).

Obrázek 2: Kategorie falšování medu



(Jaafar et al., 2020)

Materiál a metodika

Kvalitativní parametry medu jsou dané směrnicí Rady 2001/110/ES (2001), resp. vyhláškou č. 76/2003 Sb. (2003). Hlavními sledovanými parametry jsou obsah cukrů, vody, 5–(Hydroxymethyl)furfuralu (HMF), ve vodě rozpustných látek, kyselost, elektrická vodivost a aktivita enzymu diastáza. Jejich hodnoty jsou uvedené v tabulce 2. Z těchto požadavků jsou povolené výjimky u některých parametrů v závislosti na původu medu a způsobu jeho získávání. Obsah sacharózy je u některých jednodruhových medů přirozeně vyšší, např. trnovník akát, tollice vojtěška, citrusy (nejvýše 10,0 %), nebo levandule (nejvýše 15,5 %); ve vodě nerozpustných látek až 0,50 % u medů lisovaných; obsah vody u medu vřesového (nejvýše 23 %), či medu pekařského z tohoto medu (nejvýše 25 %); u medů z regionů s tropickým klimatem a směsí těchto medů je povolená hodnota HMF až 80 mg/kg; u medů z vřesu obecného, blahovičnicku, lípy, či vřesovce jsou povolené výjimky v elektrické vodivosti a u medů s nízkým obsahem enzymů (citrusové) a obsahem HMF nižším než 15 mg/kg jsou povolené nižší hodnoty aktivity diastázy (nejméně 3,0).

Cílem práce je vyhodnotit výsledky kontrolní činnosti Státní veterinární správy České republiky (SVS) v oblasti zjišťování kvality medu v období roků 2016 do 2024.

Tabulka 2: Kvalitativní parametry medu

požadavek	Druh medu		
	květový	Medovicový	Pekařský (průmyslový)
Součet obsahu fruktózy a glukózy (% hmot. nejméně)	nejméně 60,0	nejméně 45,0	-
Obsah sacharózy (% hmot. nejvýše)	nejvýše 5,0 ¹⁾	nejvýše 5,0	-
Obsah vody (% hmot. nejvýše) ³⁾	20,0	20,0	23,0
Kyselost (mekv/kg nejvýše)	50,0	50,0	80
Hydroxymethylfurfural (mg/kg nejvýše) ⁴⁾	40,0	40,0	-
Obsah ve vodě nerozpustných látek (% hmot. nejvýše) ²⁾	0,10	0,10	-
Elektrická vodivost (mS.m ⁻¹) ⁵⁾	nejvýše 80,0	nejméně 80,0	-
Aktivita diastázy (stupeň podle Schadeho nejméně) ⁶⁾	nejméně 8,0	nejméně 8,0	-

SVS v rámci kompetencí dle zákona č. 110/1997 Sb. (1997) provádí dozor nad prvovýrobou a zpracováním medu. Dále jsou prováděné kontroly v místech určení (KMU), což znamená kontroly obchodování s medem, tedy dovozu medu z jiných členských států Evropské unie nebo třetích zemí. Tady jsou kontroly zaměřené na plnění povinností provozovatelů potravinových podniků dle zákona č. 110/1997 Sb. (1997) včas a řádně informovat kompetentní autoritu, tj. místně příslušnou krajskou veterinární správu o příjmu zásilky živočišného původu. Ověřují se dokumenty provázející zásilku (veterinární osvědčení) a stav dovezené potraviny. Kontrola může být spojená také s odběrem vzorků.

Dále SVS kontroluje prodej na trzích a tržnicích a prodej ze dvora, používání medu v zařízeních společného stravování. Kontroly prodeje v tržní síti spadá do kompetence jiného kontrolního úřadu.

Kontroly jsou prováděné v rámci běžného hygienického dozoru (BHD), ale i mimořádných kontrolních akcí (MKA).

BHD je zaměřený na kontrolu celého procesu získávání medu, jeho zpracování a uvádění do oběhu, tj. vhodnost výrobních prostor, správnou výrobní a hygienickou praxi, dodržování HACCP, ale i kvalitu medu.

MKA jsou zaměřené na ověřování konkrétních parametrů, např. antibiotika, pesticidy, EKO-BIO kvalita, botanický původ, ale i prodej na trzích. Tady jsou kontroly zaměřené především na správnost označování a s kontrolou parametrů souvisejících s označením, tj. ověření druhu a původu medu). Nedílnou součástí kontrolní činnosti je již dlouhodobě i monitoring cizorodých látek (MCL) u medu.

Dle Plánu úředních kontrol (SVS, 2025) mohou být vzorky odebrány v jakémkoliv stupni procesu produkce (prodej ze dvora, sběrná a stáčecí místa medu a další zpracovatelská zařízení), během zpracování, skladování či jeho prodeje. Při odběru musí být plně zaručena sledovatelnost a nesmí docházet k odběru směsných vzorků medu.

V rámci plánu úředních kontrol jsou pro MCL v medu šetřené analyty zařazené do osmi skupin (tabulka 3).

Tabulka 3: Rozsah vyšetření v rámci MCL

Rozsah vyšetření	zakázané/nepovolené farmakologicky účinné látky (chloramfenikol, nitrofurany, nitroimidazoly, dapson)
	antibiotika (tetracyklíny, betalaktámy, aminoglykosidy, makrolidy, sulfonamidy, chinolony vč. ciprofloxacinu, flumequin, marbofloxacin, nalidixová kyselina, norfloxacin, oxolinová kyselina, sarafloxacin, lomefloxacin, ofloxacin, orbifloxacin, pefloxacin)
	insekticidy, fungicidy (kumafos, amitraz, fluvalinát)
	pyretroidy (cypermethrin, permethrin, lambda-cyhalothrin, deltamethrin, tau-fluvalinát)
	chlorované pesticidy (aldrin, dieldrin, endosulfan, endrin, DDT, HCB, HCH α , HCH β , heptachlor, chlordan, lindan)
	organofosfáty (diazinon, phorat, pirimiphos-methyl, malathion, chlorpyrifos, chlorpyrifos methyl)
	monitoring ekologického zemědělství
	těžké kovy kontaminanty (kadmium, olovo, rtuť)

(SVS, 2025)

Výsledky a diskuse

Celkový počet analytů z medu v celé šíři veterinárního dozoru za období 2016 až 2024 je 33 936, z čehož je 33 842 vyhovujících a 90 nevyhovujících platným limitům. Přestože se vyšetřování přítomnosti pesticidů v medu věnovala velická pozornost, za celé sledované období nebyl zjištěn ani jeden nevyhovující výsledek (tabulka 4).

Tabulka 4: Počty analytů a výsledky vyšetření

	počet analytů	vyhovuje	nevyhovuje
MCL	14 688	14 686	2
Hyg. dozor	15 400	15 312	88
pesticidy	3 848	3 848	0
celkem	33 936	33 846	90

V tabulce 5 jsou rozdělené kontroly dle zaměření. Při tomto srovnání kontrol bylo nejvíce analytů šetřeno v rámci běžného hygienického dozoru (9 062) s největším počtem nevyhovujících výsledků (45). SVS v jednotlivých rocích vyhlášovala mimořádné kontrolní akce (MKA) se zaměřením na vyšetření medu. V rámci těchto MKA bylo celkem vyšetřeno 3 917 analytů s nevyhovujícím výsledkem ve 23 případech (tabulka 6).

Tabulka 5: Výsledky v rámci hygienického dozoru

Druh kontroly	KMU	BHD	FARM Trhy	REST	MCL 2 došetření	Regionální potravina
Analyty celkem	672	9 062	1 670	73	4	2
Vyhovující	667	9 017	1 661	64	2	2
Nevyhovující	5	42	9	9	2	0

Tabulka 6: Výsledky v rámci MKA

Druh kontroly	MKA med 2016	MKA EPI med 2016	Med na trhu 2017	MKA EKO-BIO 2019	MCL PVS Ruzyně
Analyty celkem	722	265	2 836	12	82
Vyhovující	717	265	2 818	12	82
Nevyhovující	5	0	18	0	0

Srovnáním jednotlivých roků bylo zjištěno nejvíce nevyhovujících výsledků v roce 2017, celkem 41, kdy probíhala i MKA „Med na trhu“. Nejčastějším porušením byl nález zvýšených hodnot HMF (19x), snížená aktivita diastázy (7x), nesprávná hodnota vodivosti vzhledem k deklarovanému druhu medu na etiketě (6x) a zvýšený obsah sacharózy (5x).

V rámci monitoringu cizorodých látek byla u dvou vzorků, a to v roce 2019 a 2022 zjištěna nadlimitní hodnota těžkých kovů, konkrétně olova. Ve vzorku z roku 2019 byla zjištěná hodnota 0,134 mg/kg a ve vzorku z roku 2022 až 5,11 mg/kg, přičemž hodnota maximálního limitu reziduí je dle Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 (2006) 0,1 mg/kg. Ani v jednom případě nešlo o med z průmyslově zatížené oblasti, ale šlo o medy, které byly vytočené v medometech starých asi třicet let s cínovo-olověným spájením. K vylučování olova dochází vlivem nízkého pH medu. Dle rozboru okapaného medu přes noc se množství olova větší expozicí s olovnatým pájením ještě zvýšilo.

Ve třech případech byl pylovou analýzou rovněž zjištěn nesprávně uvedený původ medu, kdy byly za český med vydávány medy v obsahu pylů rostlin v takovém obsahu, kdy to vzhledem z české flóry bylo vyloučené.

Z nepovolených farmakologicky účinných látek byly v roce 2018 ve čtyřech případech zjištěny nadlimitní referenční hodnoty pro opatření pro med (RHO) u farmakologicky účinných látek. Jednalo se o nález nitrofuranů (AOZ) ve vzorcích medů dovezených z Ukrajiny s hodnotami 0,6 – 0,8 µg/kg, přičemž RHO je dle Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 470/2009 (2009) 0,5 µg/kg (tabulka 7).

Tabulka 7: Počty nevyhovujících nálezů v průběhu sledovaného období

ROK	AKCE	HMF	Diastáza	Vodivost	Sacharóza	Bot. Původ	P. larvae	Senzorika	Farm. zakáz.látky	Pb	Celkem
2016	BHD MKA	3	3	2	1		2				11
2017	BHD FT MKA	19	7	6	5	3		1			41
2018	BHD FT	2							4		6
2019	BHD KMU	3	2	1			1			1	8
2020	BHD FT	2	1		1			1			5
2021	BHDK MU	3	1	1							5
2022	MCL2									1	1
2023	BHD	1									1
2024	BHD KMU FT	5	2	2	1			2			12
Celkem		38	16	12	8	3	3	4	4	2	90

Závěr

Bezpečnost potravin a krmiv je jedním z hlavních cílů politiky zdraví spotřebitelů. Udržení vysoké úrovně ochrany v této oblasti je životně důležité nejen pro veřejné zdraví, ale také pro zachování důvěry spotřebitelů v potraviny.

Ekonomicky motivované falšování (EMF) se může vyskytovat u všech potravinářských výrobků. V medovém průmyslu bylo identifikováno několik typů EMF, např. ředění a množení medu, intenzivní doplňkové krmení včel pro zvýšení produkce medu, používání antibiotik a dalších chemikálií v populacích včel způsobem, který vede k reziduům v medu a maskování skutečné země původu medu, aby se zabránilo clům a testování.

Ze závěrů práce vyplývá, že nejčastějším zjištěným porušením kvality medů byly zvýšené hodnoty 5–(Hydroximetyl) furfuralu (HMF) a to ve 38 případech. Lze jenom spekulovat, jestli šlo o nedbalost při nastavení teploty, resp. doby ohřevu medu při jeho ztekucování ze zkrystalizovaného stavu, nebo o záměrný ohřev při vyšší teplotě, aby došlo ke změně barvy medu a vyvolání falešného dojmu, že jde o tmavý med, který je u spotřebitelů ceněnější, jako jsou medy světlé. O nesprávné teplotě při zacházení s medem svědčí i zjištění nižší hodnoty aktivity diastázy (16 případů). Domněnku, že v některých případech šlo o záměrnou manipulaci navozující tmavou barvu medu, potvrzují i případy zjištění nižší vodivosti u stejných vzorků (12 vzorků) u medů uváděných do oběhu označených jako medy medovicové.

Zvýšené hodnoty sacharózy byly zjištěny u 8 vzorků medu. Vzorky pocházely většinou od malých producentů, tudíž nelze jednoznačně určit, jestli šlo o nesprávnou včelařskou praxi, tj. v období prvního vytáčení bylo v úlech ještě větší množství zimních zásob sirupového medu, nebo o záměrné krmení včel sacharózovým sirupem s cílem falšování objemu získaného medu.

V rámci monitoringu cizorodých látek byla u dvou vzorků, a to v roce 2019 a 2022 zjištěna nadlimitní hodnota těžkých kovů a to olova. Ani v jednom případě nešlo o med z průmyslově zatížené oblasti, ale šlo o nevhodnou hygienickou praxi, kdy byly medy vytočené za použití nevhodných medometů.

Na základě zjištěných výsledků lze celkově konstatovat, že u medů uváděných na český trh dochází k falšování, resp. k produkci medu v nevyhovující kvalitě vzhledem k objemu prodaného medu jen v zanedbatelné míře.

Použitá literatura

Agrofert-Blog, 2023, <https://agrofert.cz/co-delaji-vcely-v-zime>

Bibi, S., Husain, S. Z., Malik, R. N. 2008. Pollen analysis and heavy metals detection in honey samples from seven selected countries. *Pak. J. Bot.* vol. 40, no. 2, pp. 507-516

Bhalchandra, W. A., Joshi, M., Jawalkar, N. 2022. Effect of storage on various honey quality parameters of *Apis mellifera* honey harvested from Kannad region, Aurangabad. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, vol. 11, no. 1, pp. 239-246, DOI: <https://doi.org/10.22271/phyto.2022.v11.ild.14352>

FAO & WHO. Codex Alimentarius Commission Procedure Manual – Thirtieth edition, Rome, 2025. <https://doi.org/10.4060/cd4216en>

González, A., Gómez, J., García-Villanova, R., Rivas, T., Ardanuy, R., Sánchez, J. 2000. Geographical discrimination of honeys by using mineral composition and common chemical quality parameters, *J. The Science of Food and Agriculture*, vol. 80, pp. 157-165.

Jaafar, M. B., Othman, M. B., Yaacob, M., Talip, B. A., Ilyas, M. A., Ngajikin, N. H., Fauzi, N. A. M. 2020. A Review o Honey Adulteration and tje Available Detection Approaches. *International Journal of Integrated Engineering*, vol. 12, no. 2, pp. 125-131, <http://penerbit.uthm.edu.my/ojs/index.php/ijie>

Manickavasagam, G., Saaid, M., Lim, V. 2024. Impact of prolonged storage on quality assessment properties and constituents of honey: A systematic review. *J. Food Sci.*, vol. 89, pp. 811-833.

Ministerstvo zemědělství České republiky, *Metodika kontroly zdraví zvířat a povinné vakcinace*, 2025, Dokument č.j.: MZE-90125/2024-13141, <https://www.svscr.cz/metodika-kontroly-zdravi-zvirat-a-narizene-vakcinace-na-rok-2025/>

Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 470/2009, kterým se stanoví postupy Společenství pro stanovení limitů reziduí farmakologicky účinných látek, *Úřední věstník Evropské unie L152/11*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content>

Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (EU) č. 852/2004 o hygieně potravin, příloha II kapitola I a II, 2004, *Úřední věstník L 139*, 30.4.2004, s. 1, 2004, p. 1-25, ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2004/852/2021-03-24>

Nařízení Komise (EU) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, *Úřední věstník L 364/5*, 2006, ELI: <http://data.europa.eu/eli/reg/2006/1881/oj>

Státní veterinární správa, Metodický pokyn Státní veterinární správy pro chovatele včel k prevenci a tlumení varroázy č. j.: SVS/2019/114754-G, *Úřední deska: Státní veterinární správa*, 2019, https://beedol.cz/wp-content/uploads/2019/11/Metodicky_pokyn_SVS_pro_chovatele_vcel_k_prevenci_a_tlumeni_varroazy.pdf

Státní veterinární správa, Plán úředních kontrol reziduí farmakologicky účinných látek, pesticidů a kontaminujících látek v potravinovém řetězci na rok 2025, Řízený dokument B14/02/25-HYG-1, *Řízené dokumenty SVS*, 2025, č. j. SVS/2024/163396-G

Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O. 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, vol. 196, pp. 309-323.

Směrnice Rady 2001/110/ES ze dne 20. prosince 2001 o medu. *Ústřední věstník Evropské unie L 010 ze dne 12.1.2002 – zvláštní vydání v českém jazyce, ve znění oprav L 52/16 ze dne 21.2.2007 a L 314/47 ze dne 14.11.2012*, vol. 27, p. 179-184, <http://data.europa.eu/eli/dir/2001/110/oj>

Vyhláška MZe č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírpdní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. *Sbírka zákonů*, 2003, část 32, p. 2470-2487

Výzkumný ústav včelařský, s.r.o., Celý rok proti varroáze, <https://www.beedol.cz>

Zábrodská, B., Vorlová, L. 2014. Adulteration of honey and available methods for detection – a review. *Acta veterinaria Brno*, vol. 83, pp. 85-102

Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů*, 1997, částka 38, p. 1-82 https://next.codexis.cz/legislativa/CR475_2025_04

Kontaktní adresa

MVDr. Mária Slepícková, Ph.D., Krajská veterinární správa SVS pro Karlovarský kraj, kpt. Jaroše 318/4, 36006 Karlovy Vary, e-mail: m.slepickova.kvsk@svscr.cz

FVHE – fakulta s posláním a s příběhem *FVHE - A Faculty with a Mission and a Story*

Bursová, Š.

Veterinární univerzita Brno

Historické kořeny

Příběh Fakulty veterinární hygieny a ekologie Veterinární univerzity Brno se začal psát před více než 100 lety a je pevně spjat s příběhem veterinárního vysokého učení v Československé republice. Dne 12. prosince 1918 byl Národním shromážděním Československé republiky přijat zákon č. 76/1918 Sb. z. a n., o zřízení československé státní Vysoké školy zvěrolékařské v Brně s vyučovacím jazykem českým. Bylo to pouhých 45 dní od vzniku samostatné republiky. Vysoká škola zvěrolékařská byla situována do Brna – Králova pole, do míst, kde sídlily jezdecké kasárny a dále zemská vychovatelná (polepšovna), které však uvolňovaly vysoké škole přidělené prostory jen pozvolna.

Prvním rektorem Vysoké školy zvěrolékařské v Brně byl zvolen dne 20. října 1919 na ustavující schůzi profesorského sboru prof. MUDr. Edward Babák, profesor fyziologie. Činnost Vysoké školy zvěrolékařské v Brně byla oficiálně zahájena 11. listopadu 1919, kdy se sešel v aule české techniky v Brně poprvé profesorský sbor nové vysoké školy a první posluchači ke společnému slavnostnímu zahájení činnosti. Prof. MUDr. Edward Babák zde oznámil také složení prvního profesorského sboru. Vlastní výuka byla zahájena 17. listopadu 1919 prvními přednáškami. Ústavy byly prozatímně umístěny na lékařské fakultě, jejich postupný přesun do adaptovaných prostor v areálu vysoké školy trval téměř 10 let.

Výuka se po založení vysoké školy řídila studijním řádem, který byl převzat z vídeňské školy z roku 1897 a byly v něm provedeny jen nepatrné změny. K přijetí ke studiu byla podmínkou maturita na gymnáziu nebo reálce. Po zápise ke studiu byl posluchač imatrikulován, což bylo podmínkou připuštění ke zkouškám. K dosažení zvěrolékařského diplomu bylo zapotřebí nejméně osmi semestrů a složení tří státních zkoušek. Součástí II. státní zkoušky byla také hygiena masa, mléka a nauka o potravinách, v rámci III. státní zkoušky potom nauka o zvířecích nákazách, veterinární policie a soudní zvěrolékařství. Po úspěšném složení tří státních zkoušek a písemném potvrzení slibu získal absolvent zvěrolékařský diplom a akademický titul zvěrolékař (*Medicus veterinarius*, ve zkratce *Med. vet.*). Pro dosažení doktorátu veterinárního lékařství platil rigorózní řád z roku 1908. Předpokladem pro dosažení doktorátu byl zvěrolékařský diplom, předložení písemné disertační práce a vykonání doktorské zkoušky (*rigoróza*). Absolvent obdržel doktorský diplom a získal akademickou hodnost doktor veterinárního lékařství (*Medicina veterinariae doctor*, ve zkratce *MVDr.*).

Jedním z prvních ústavů nově vzniklé vysoké školy byl *Ústav pro hygienu masa, mléka a potravin vůbec*, který zahájil svoji činnost pod vedením **prof. MVDr. Jana Lenfelda** ve skromných podmínkách v budově Ústavu pro lékařskou chemii (dnešní budova č. 31). Výuka hygieny potravin zahrnovala přednášky z hygieny mléka, hygieny masa a nauky o potravinách. Praktická cvičení se konala v laboratořích, na jatkách i v tržnicích. Profesor Lenfeld začlenil do výuky hygieny potravin zejména prohlídku jatečných zvířat a masa, metody zajišťování hygienické úrovně potravin a také technologii potravin jako základní princip správné hygienické praxe, ochrany zdraví spotřebitele a zabezpečení biologické hodnoty potravin. Stal se zakladatelem a propagátorem moderní hygieny a technologie

potravin světového formátu a vychoval řadu odborníků. Jeho zásluhou stoupla prestiž hygieny potravin v ochraně veřejného zdraví i nepostradatelnost veterinární profese v této oblasti a je právem označován za zakladatele československé hygieny potravin živočišného původu.

V roce 1927 při příležitosti I. sjezdu československých zvěrolékařů v Brně byl položen základní kámen pro budovy Ústavu anatomie a Ústavu patologické anatomie. Stavba byla dokončena v roce 1933 a byly v ní umístěny Anatomický ústav a Ústav pro hygienu masa, mléka a potravin (dnešní budova č. 34). V druhé budově byl umístěn Ústav patologickoanatomický a Ústav pro bakteriologii a sérologii (dnešní budova č. 33).

V roce 1936 získala vysoká škola statut univerzitní vysokoškolské instituce (změna názvu na Vysoká škola veterinární) a byl vydán nový studijní a zkušební řád. Studium se rozšířilo na deset semestrů a rozdělilo se do dvou studijních oddílů. K dosažení zvěrolékařského diplomu bylo opět nutné složit tři státní zkoušky, z toho II. státní zkouška zahrnovala také hygienu, technologii a tržní kontrolu potravin a III. státní zkouška potom zvířecí nákazy, hygienu masa, mléka a nauku o potravinách, zákony pro veterinární službu a soudní veterinářství. Po složení III. státní zkoušky a podepsání slibu získal absolvent stejný zvěrolékařský diplom jako podle dřívějších předpisů a akademický titul veterinář (Medicus veterinarius, ve zkratce Med. vet.). Rigorózní řád pro dosažení doktorské hodnosti zůstal nezměněn.

Obsazení Československa 15. března 1939 německými vojsky a zřízení Protektorátu Čechy a Morava v březnu 1939 negativně zasáhlo do činnosti vysoké školy (15. března byla škola obsazena německým vojskem, teprve po jejich odchodu byl provoz školy opět obnoven). Poslední předválečné promoce se konaly 17. června 1939. Posledním dnem výuky byl 16. listopad 1939. Dne 17. listopadu 1939 byla Vysoká škola veterinární v Brně, stejně jako ostatní české vysoké školy, z rozhodnutí říšského protektora, uzavřena. Byl jmenován německý správce, profesori dostali dovolenou, asistenti většinou odešli do praxe a ostatní pracovníci byli přerazováni na místa, na kterých pokračovali v pozměněné činnosti. Kliniky vysoké školy se staly veterinární nemocnicí a sloužily vojenským i civilním účelům. Po osvobození Brna 26. dubna 1945 byl v areálu vysoké školy zřízen zajatecký tábor a lazaret. Fungování vysoké školy po válce bylo velmi komplikované, areál a budovy byly značně devastovány, profesorský sbor nebyl úplný. Nejvýznamnějším úkolem bylo umožnit dokončení studií posluchačům, kteří byli postiženi uzavřením vysokých škol v roce 1939.

Vedení Ústavu hygieny a technologie potravin převzal v roce 1946 **doc. MVDr. et RNDr. Jan Hökl**, laureát státní ceny i. m., žák a později blízký spolupracovník profesora Lenfelda. Docent Hökl vypracoval moderní koncepci systematické kontroly hygieny zpracování surovin a potravin živočišného původu, znalost technologie výroby potravin považoval za nedílnou součást veterinární činnosti a nezbytný předpoklad účinné kontroly hygieny produkce potravin. Výuka hygieny potravin v té době zahrnovala přednášky a praktická cvičení z hygieny mléka, hygieny masa, technologie potravin, tržní kontroly potravin, potravinářských podniků, produkce masa se zřetelem k výkrmu, potravní policie, potravních předpisů a agendy. V roce 1947 se docent Hökl stal vedoucím nově založeného Ústavu pro výzkum masa (lokalizován v dnešní budově č. 13).

Nový vysokoškolský zákon z roku 1950 změnil strukturu vysoké školy. Byly zřízeny nové organizační jednotky – katedry. Dne 8. 7. 1952 byla Vysoká škola veterinární v Brně s platností od 1. září 1952 zrušena a přičleněna jako Veterinární fakulta k Vysoké škole zemědělské v Brně. V roce 1953 bylo studium prodlouženo na 11 semestrů (5 a půl roku). Posluchači byli zařazeni do stabilních skupin zpravidla po dvaceti studentech. Na základě

vládního nařízení získávali absolventi veterinárních fakult od roku 1953 označení promovány veterinární lékař. Byly zrušeny dosavadní diplomy s úřední pečeti. Veterinární fakulta však vedle úředního diplomu vydávala navíc také latinské diplomy v klasické podobě (latinská obdoba úředního diplomu).

Po smrti docenta Hökla převzal vedení Katedry hygieny a technologie potravin v roce 1952 **prof. MVDr. et RNDr. Miroslav Dobeš**, vynikající pedagog a vědecký pracovník. Jeho zásluhou vznikla vědecká škola o cizorodých látkách v potravinách živočišného původu. Současně vytvořil prostor pro specializaci studentů v hygieně potravin. Výuka byla dotována řadou kvalitních skript a monografií a absolventi tak byli připraveni na zvládnutí kontroly hygieny ve velkokapacitních provozech. Profesor Dobeš byl významným pokračovatelem a realizátorem myšlenek zakladatelů oboru hygiena potravin a následně podstatnou měrou přispěl ke vzniku studijního oboru Veterinární lékařství – hygiena potravin.

V roce 1960 vystřídal profesora Dobeše ve vedení Katedry hygieny a technologie potravin **prof. MVDr. Zdeněk Matyáš, CSc.**, který se zabýval vedle výuky a vědeckých aktivit problémy veterinární péče v oblasti ochrany a tvorby zdraví člověka a zvířat ve světě. Podílel se na zavádění systému HACCP ve výrobě, zpracování a distribuci zdravotně bezpečných potravin. V roce 1966 byl profesor Matyáš vybrán na místo hygienika potravin v sekretariátu Světové zdravotnické organizace WHO. V době jeho nepřítomnosti ho po většinu času ve funkci vedoucího katedry zastupoval profesor Dobeš. Oslavy 50 let Vysokého veterinárního učení v Brně, plánované na říjen 1968, byly zrušeny v souvislosti se vstupem cizích vojsk na území státu 21. srpna 1968. Veterinární fakulta v této době usilovala o navrácení samostatnosti Vysoké školy veterinární. Návrh zákona o obnovení samostatnosti vysokých škol veterinárních v Brně a Košicích se podařilo prosadit dne 19. prosince 1968. Od počátku akademického roku 1969/1970 byla z Veterinární fakulty Vysoké školy zemědělské v Brně zřízena Vysoká škola veterinární v Brně. Po padesáti letech a jednom týdnu od založení Vysoké školy zvěrolékařské v Brně byla opět zřízena samostatná Vysoká škola veterinární v Brně, a to jako vysoká škola univerzitního směru.

Od akademického roku 1975/1976 došlo k významné změně v organizaci studia. Narůstající rozvoj veterinární hygieny potravin v návaznosti na další změny v potravinovém řetězci, agrárních ekosystémech a v ekologické vazbě na veterinární činnost si v roce 1975 vyžádal rozdělení dosud jednotného výukového procesu veterinárního lékařství do dvou směrů a zřízení dvou oborů studia – Všeobecné veterinární lékařství a **Veterinární lékařství – hygiena potravin**. Významnou úlohu v prosazení této změny a vzniku veterinární hygieny jako studijního oboru měli zejména doc. MVDr. Jaroslav Neumann, CSc., prof. MVDr. Přemysl Jagoš, CSc. a již zmíněný prof. MVDr. et RNDr. Miroslav Dobeš, CSc. Všeobecné veterinární lékařství se vyučovalo jako dosud 11 semestrů a veterinární hygiena 10 semestrů. Výuka v prvních třech ročnících byla společná, od 4. ročníku se odlišovala. V roce 1980 bylo promováno prvních 43 absolventů nového studijního oboru. Rok po zavedení oboru Veterinární lékařství – hygiena potravin bylo zřízeno v tomto oboru také studium při zaměstnání v délce 12 semestrů a s náplní shodnou s denním studiem. Do tohoto studia nastoupilo v prvních letech mnoho zkušených pracovníků z potravinářského průmyslu, což umožnilo rozsáhlou pozitivní výměnu zkušeností mezi vysokou školou a potravinářskou praxí. Vznik studijního oboru Veterinární lékařství – hygiena potravin se stal základem pro vznik samostatné fakulty.

Učební plán nově vzniklého studijního oboru (specializace na hygienu potravin) byl vypracován na základě zkušeností a myšlenek MVDr. Františka Pfaffa, profesora Lenfelda a docenta Hökla. Výuka v prvních třech ročnících byla společná s výukou Všeobecného veterinárního lékařství, od 4. ročníku se odlišovala. Předměty specializace zahrnovaly: chemii potravin, mikrobiologii potravin, histologii potravin, intravitální vlivy, hygienu technických zařízení v potravinářství, vybrané kapitoly z technologie potravin, vegetabilní potraviny, hygienu potravin v tropech a choroby z potravin. Výuka probíhala také na školní pokusné a sanitní porážce rekonstruované v letech 1962 a 1963. Nový vysokoškolský zákon v roce 1980 přinesl zkrácení studia v oboru Všeobecné veterinární lékařství na 10 semestrů, výuka oboru Veterinární lékařství – hygiena potravin zůstala v délce 10 semestrů. Absolventům studia byl přiznáván titul doktora veterinární medicíny (MVDr.).

K dalším změnám studijních plánů veterinárních oborů došlo v roce 1990. Studium bylo prodlouženo na 12 semestrů. Došlo ke změně v názvech, délce a řazení některých předmětů. Studijní plán získal podobu odpovídající evropským vysokým školám. Nový zákon o vysokých školách obsahoval zásadní změny v udělování titulů absolventům vysokých škol, pro které byl navržen společný titul magistr (Mgr.). Výjimka byla akceptována pro absolventy veterinárního a humánního lékařství, pro které byl zachován titul doktora veterinární, resp. humánní medicíny (MVDr. a MUDr.). Do řízení vysoké školy byl prosazen systém akademické samosprávy reprezentovaný akademickým senátem vysoké školy. Zákon potvrdil název Vysoká škola veterinární v Brně.

Akademický senát Vysoké školy veterinární v Brně schválil na svém zasedání dne 4. července 1990 změnu organizační struktury vysoké školy ve smyslu zřízení dvou samostatných fakult – Fakulty všeobecného veterinárního lékařství a **Fakulty veterinární hygieny a ekologie**. Fakulty zahájily činnost v lednu 1991. Prvním děkanem Fakulty veterinární hygieny a ekologie byl zvolen prof. RNDr. Stanislav Zima, DrSc.

V návaznosti na zřízení Farmaceutické fakulty v roce 1991 došlo s účinností od 1. července 1992 ke změně názvu na Vysoká škola veterinární a farmaceutická Brno. V roce 1993 byl podán návrh na změnu názvu vysoké školy, v němž by byl zvýrazněn univerzitní charakter vysoké školy. Návrhu bylo vyhověno a v roce 1994 byl uzákoněn název Veterinární a farmaceutická univerzita Brno.

Samostatná fakulta a její vývoj v průběhu 35 let

Za den vzniku Fakulty veterinární hygieny a ekologie (FVHE) je považován **4. červenec 1990**. Od svého počátku FVHE traduje pojetí komplexní hygienické a ekologické produkce potravin „from stable to table“, tedy od prvovýroby až po finální produkty. Vychovává nejen veterinární lékaře plně kompetentní pro privátní veterinární praxi i státní veterinární dozor, ale také odborníky pro oblast bezpečnosti a kvality potravin a pokrmů, ochrany a welfare zvířat, veterinární ochrany veřejného zdraví, zdraví živočichů a ochrany životního prostředí.

V čele fakulty stojí **děkan**, který na základě předchozího souhlasu Akademického senátu fakulty jmenuje své proděkany – proděkana pro vzdělávání, proděkana pro vědu, výzkum a zahraniční vztahy a od roku 2022 také proděkana pro strategii a rozvoj. Kandidát na funkci děkana je volen Akademickým senátem fakulty a následně jmenován rektorem univerzity na dříve tříleté, nově čtyřleté funkční období. V průběhu 35 let existence fakulty se v této funkci vystříдалo již 7 významných osobností (viz tabulka 1). Každý z děkanů přispěl k rozvoji fakulty svým dílem a posunul fakultu na pomyslném žebříčku úspěchů o další příčku.

Tabulka 1: Děkaní Fakulty veterinární hygieny a ekologie

Děkan	Funkční období
prof. RNDr. Stanislav Zima, DrSc.	1991 – 1994
prof. MVDr. Vladimír Večerek, CSc. MBA	1994 – 1997, 2000 – 2003, 2003 – 2006
prof. MVDr. Augustin Buš, CSc.	1997 – 2000
prof. MVDr. Lenka Vorlová, Ph.D.	2006 – 2010
doc. MVDr. Ladislav Steinhauser, CSc.	2010 – 2014
prof. MVDr. Bohuslava Tremlová, Ph.D.	2014 – 2018, 2018 – 2022
doc. MVDr. Šárka Bursová, Ph.D.	2022 – 2026

V době svého vzniku byla fakulta členěna na 14 ústavů, jejich přehled uvádí tabulka 2. V průběhu let došlo k několika změnám organizační struktury fakulty a s tím spojeným rozdělováním či naopak slučováním některých ústavů. K poslední změně organizační struktury došlo v roce 2020.

Tabulka 2: Ústavy nově vzniklé Fakulty veterinární hygieny a ekologie

Ústav	Přednosta
Ústav biochemie, biofyziky a chemie	prof. RNDr. Stanislav Zima, DrSc.
Ústav biologie a zoologie	prof. MVDr. Rudolf Hrabák, CSc.
Ústav humanitních disciplín a jazyků	doc. MVDr. Ladislav Pivník, CSc.
Ústav obecné ekologie	prof. MVDr. Jiří Minks, CSc.
Ústav aplikované ekologie a tropické veterinární medicíny	prof. MVDr. Jiří Minks, CSc.
Ústav farmakologie a toxikologie	prof. MVDr. Augustin Buš, CSc.
Ústav zoohygieny	prof. MVDr. Antonín Fišer, DrSc.
Ústav výživy a dietetiky	doc. MVDr. Václav Jambor, CSc.
Ústav chorob zvěře, ryb a včel	doc. MVDr. František Štěrbá, CSc.
Ústav hygieny a technologie mléka	prof. MVDr. Josef Holec, CSc.
Ústav hygieny a technologie masa	MVDr. Jaroslav Vrchlabský, CSc.
Ústav veterinárního hygienického dozoru	doc. MVDr. Vladimír Pažout, CSc.
Ústav soudního a veřejného veterinárního lékařství	MVDr. Jiří Ládr
Ústav postgraduálního vzdělávání	MVDr. Dana Foitová

Aktuálně je fakulta tvořena 6 ústavy, které jsou sdruženy na základě svého odborného zaměření do 3 sekcí (viz tabulka 3). Mimo to se fakulta spolupodílí na provozu společného pracoviště obou fakult, kterým je Ústav dějin veterinární medicíny. Dalšími organizačními součástmi jsou děkanát fakulty, fakultní porážka jatečných zvířat a akreditovaná laboratoř pro vyšetřování potravin.

Ústavy fakulty byly od počátku různě lokalizovány v budovách univerzity. Mezi budovy využívané pouze ústavy FVHE patřily v době vzniku fakulty nově postavená budova č. 25 (dostavěná v roce 1990) a historická budova č. 31. V roce 1992 k nim přibyla i budova č. 13 (bývalé pracoviště Masoprogresu navazující na činnost Ústavu pro výzkum masa), do které se přemístil Ústav hygieny a technologie masa. Významným počinem byla stavba nového Pavilonu hygieny (budova č. 12) spojeného nadzemním koridorem s budovou č. 13 v jeden komplex. Po slavnostním otevření v roce 2006 se do budovy č. 12 přemístil Ústav hygieny a technologie mléka. Po poslední změně organizační struktury

fakulty v roce 2020 byly oba ústavy, spolu s Ústavem gastronomie, sloučeny do společného Ústavu hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, který sídlí v uvedeném komplexu dodnes. Po celkové rekonstrukci byl v roce 2016 otevřen Pavilon ochrany zvířat a veřejného veterinárního lékařství v budově č. 32, ve kterém dnes sídlí Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství. V roce 2019 byla po rekonstrukci slavnostně otevřena budova č. 25, která je v užívání Ústavu ekologie a chorob zoozvířat, zvěře, ryb a včel. Další kompletní rekonstrukce se týkala budovy č. 31, kde v roce 2022 zahájil činnost Ústav biologie a chorob volně žijících zvířat a také budovy č. 15, která se v roce 2023 stala sídlem Ústavu chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie. Nejdéle si na vlastní prostory musel počkat Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, který se přestěhoval ve druhé polovině roku 2025 do části budovy č. 14.

Tabulka 3: Současné ústavy a sekce Fakulty veterinární hygieny a ekologie

Sekce hygieny a technologie potravin (prof. MVDr. Bohuslava Tremlová, Ph.D.)	
Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie	doc. MVDr. Šárka Bursová, Ph.D.
Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu	prof. MVDr. Bohuslava Tremlová, Ph.D.
Sekce chovu a ochrany zvířat a veřejného veterinárního lékařství (prof. MVDr. Vladimír Večerek, CSc. MBA)	
Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství	prof. MVDr. Vladimír Večerek, CSc. MBA
Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie	doc. MVDr. Radka Dobšíková, Ph.D.
Sekce biologie, ekologie a chorob volně žijících zvířat, zvěře, ryb a včel (prof. MVDr. Ivan Literák, CSc.)	
Ústav biologie a chorob volně žijících zvířat	prof. MVDr. Ivan Literák, CSc.
Ústav ekologie a chorob zoozvířat, zvěře, ryb a včel	prof. MVDr. Jiří Pikula, Ph.D. Dipl. ECZM

Na začátku své činnosti realizovala FVHE pouze jeden pregraduální studijní program, a to **Veterinární hygiena a ekologie** (akreditace v roce 1991). Absolventi tohoto studijního programu získávají po 6 letech studia a složení státní rigorózní zkoušky titul doktora veterinární medicíny (MVDr.). Na počátku bylo studium, v souladu s potřebou specializace veterinární výuky, prioritně orientováno na přípravu odborníků pro Státní veterinární správu, kdy v rámci studijního plánu byla výrazně posílena výuka předmětů hygieny potravin. Postupně byl magisterský studijní program inovován tak, aby splňoval trendy evropského veterinárního vzdělávání. Došlo k posílení klinické výuky, nejprve hospodářských a poté i zájmových zvířat. Ve své dnešní podobě splňuje magisterský studijní program Veterinární hygiena a ekologie požadavky pro veterinární vzdělávání stanovené právními předpisy Evropské unie a dalšími požadavky EAEVE a FVE (European Association of Establishments for Veterinary Education, Federation of Veterinarians of Europe). Jeho absolventi jsou plně kompetentními veterinárními lékaři, kteří se mohou uplatnit ve všech oblastech veterinární medicíny, ať už jako praktičtí veterinární lékaři nebo úřední veterinární lékaři vykonávající dozorovou činnost.

Mezinárodní prestiž, jako excelentní fakulty poskytující vzdělávání v oblasti veterinární medicíny a uvedené na prestižním evropském seznamu pozitivně evaluovaných veterinárních fakult Evropy (List of Evaluated and Approved Institutions by EAEVE), si FVHE budovala postupně. Po prvním mezinárodním evaluačním řízení organizovaným EAEVE v roce 1995 byla v tomtéž roce FVHE přijata na zasedání EAEVE v Helsinkách jako pozorovatel. Závěry hodnocení konstatovaly, že veterinární výuka na fakultě má vysokou úroveň, je založena na silných akademických tradicích, a že veterinární vzdělávání v oblasti veterinární hygieny je jedním z nejlepších, které jsou nabízeny studentům na kterékoli evropské veterinární fakultě. V roce 1996 byla FVHE přijata za řádného člena do EAEVE. V roce 2002 požádal tehdejší děkan fakulty profesor Večerek o mezinárodní reevaluaci fakulty. Po kladném posouzení úrovně plnění stanovených požadavků byla FVHE zařazena od roku 2002 na Seznam pozitivně posouzených veterinárních fakult Evropy. Mezinárodní hodnocení FVHE se konalo ještě několikrát, naposledy v roce 2023 (přehled uvádí tabulka 4).

Tabulka 4: Přehled mezinárodních hodnocení FVHE

Typ hodnocení	Hodnocení (rok)	Zpráva (rok)	Status FVHE
Mezinárodní evaluace organizovaná EAEVE	1995	1996	s výhradou
Mezinárodní reevaluace organizovaná EAEVE	2001	2002	bez výhrad
Mezinárodní evaluace organizovaná Evropskou komisí (v rámci přístupových jednání pro vstup ČR do EU)	2002	2002	bez výhrad
Mezinárodní evaluace organizovaná EAEVE	2004	2005	bez výhrad
Mezinárodní evaluace organizovaná EAEVE	2013	2014	bez výhrad
Mezinárodní evaluace organizovaná MŠMT	2020	2020	excellent
Mezinárodní akreditace organizovaná EAEVE	2023	2024	bez výhrad

FVHE však nezůstala pouze u jednoho **pregraduálního studijního programu**. V roce 2001 byl akreditován nový bakalářský a navazující magisterský studijní program Bezpečnost a kvalita potravin, který akcentoval důraz kladený Evropskou unií na zajištění bezpečnosti potravin v návaznosti na nové právní předpisy v této oblasti (tzv. hygienický balíček). Studium v bakalářském studijním programu bylo zahájeno v akademickém roce 2001/2002, v navazujícím magisterském potom v roce 2004/2005. Jako dalším v pořadí byl v roce 2012 akreditován studijní program Ochrana zvířat a welfare (zahájení výuky v bakalářském stupni 2012/2013 a v navazujícím magisterském stupni 2015/2016). Následoval studijní program Zdravotní nezávadnost a kvalita potravin v gastronomii (akreditace 2015, zahájení výuky v bakalářském stupni 2015/2016 a v navazujícím magisterském stupni 2018/2019). V roce 2022 byl akreditován studijní program Veterinární ochrana veřejného zdraví (zahájení výuky v bakalářském stupni 2022/2023; bakalářský program je programem profesním – pozice úředního veterinárního asistenta) a o rok později potom studijní program Zdraví živočichů a ochrana životního prostředí (zahájení výuky v bakalářském stupni 2023/2024). Mimo studijního programu Veterinární ochrana veřejného zdraví jsou všechny pregraduální studijní programy akreditovány také pro výuku v anglickém jazyce.

Výuka na fakultě se však neomezovala pouze na pregraduální vzdělávání. Již od počátku realizovala fakulta také **doktorské studijní programy**. V letech 1991 až 1993 bylo postupně akreditováno 7 oborů postgraduálního studia: Ekologie, ekotoxikologie a radiobiologie; Choroby volně žijících zvířat a zvířat zoologických zahrad; Veterinární farmakologie a toxikologie; Veřejné a soudní veterinářství, informatika a ekonomika; Hygiena a technologie potravin; Výživa, dietetika hospodářských zvířat a hygiena

vegetabilií. Ke změně oborů doktorského studia došlo v souvislosti s další akreditací na počátku nového tisíciletí a následně v roce 2020 po úspěšné institucionální akreditaci univerzity. Aktuálně fakulta realizuje 5 doktorských studijních programů (v českém i anglickém jazyce): Veterinární ekologie a choroby volně žijících zvířat, Chov zvířat, výživa zvířat a biochemie, Veřejné a soudní veterinářství a toxikologie, Ochrana zvířat, welfare a etologie a Hygiena a technologie potravin.

Akademičtí pracovníci fakulty se také aktivně zapojují, jako přednášející či členové zkušebních komisí, v rámci **celoživotního vzdělávání**, ať už se jedná o specializační studium pro získání atestace I. a II. stupně či nově také specializační studium pro inspektory ochrany zvířat proti týrání, kvalifikační a odborné kurzy, klinické vzdělávání I. a II. stupně či velmi oblíbené studijní programy Univerzity třetího věku (Člověk a zdravé potraviny I a II, Pohoda a ochrana zvířat, Zdraví živočichů a ochrana životního prostředí).

Kvalitní výuka hygieny potravin není dost dobře možná bez možnosti vyzkoušet si základní technologické procesy v praxi. Za tímto účelem FVHE postupně budovala **poloprovozní výukové technologické dílny** – mlékárenskou, masnou a rybí, které jsou dnes lokalizovány v prostorech Pavilonu hygieny (budova č. 12 a 13). V roce 2019 k nim přibýlo i výukové gastronomické pracoviště. Součástí areálu univerzity byla historicky také porážka jatečných zvířat sloužící k výuce prohlídky jatečných zvířat a masa. Porážka je situována v suterénu budovy č. 34 a díky rozsáhlé rekonstrukci v roce 2007 splňuje všechny veterinárně hygienické požadavky. Po útlumu jejího provozu v souvislosti s pandemií Covid19, je porážka již opět pravidelně využívána při výuce studentů obou fakult.

Výzkumná činnost je jedním z pilířů, na kterých Fakulta veterinární hygieny a ekologie pevně stojí. Fakulta dlouhodobě přispívá k rozvoji vědeckého poznání a k řešení aktuálních výzev v oblasti bezpečnosti potravin, welfare a zdraví zvířat a volně žijících živočichů i ochrany životního prostředí. Vědci a výzkumníci FVHE se podílejí na národních i mezinárodních projektech, spolupracují s odbornými institucemi i průmyslovými partnery a přinášejí inovace, které mají reálný dopad na praxi. Fakulta se snaží v rámci svých možností pravidelně modernizovat přístrojového vybavení pracovišť fakulty (významná modernizace byla realizována po roce 2000 v období řešení 3 výzkumných záměrů MŠMT). Od roku 2008 vydává fakulta List of Publications (přehled vědecký, odborných a dalších publikací realizovaných pracovníky fakulty v daném roce). Od roku 2011 potom odborný časopis Maso a vědecký časopis Maso International – Journal of Food Science and Technology.

Každá vysoká škola či její fakulta by měla přispívat k šíření nových poznatků a vytvářet možnosti pro sdílení informací mezi akademickými a výzkumnými pracovníky a odborníky z praxe a státní správy. Na předávání zkušeností a odborných znalostí a výsledků výzkumné práce kladl velký důraz již profesor Lenfeld, který zavedl tradici setkávání pracovníků – odborníků v potravinářství, hygieniků a technologů v problematice hygieny potravin. V této činnosti pokračoval i jeho nástupce docent Hökl. Na tuto myšlenku navazuje v novodobé historii univerzity, potažmo fakulty, konference nesoucí název **Lenfeldovy a Höklovy dny**, která je pravidelně pořádána od roku 1968. Postupem času se Lenfeldovy a Höklovy dny staly uznávaným místem setkávání akademické a výzkumné sféry s pracovníky dozorových orgánů a odborné veřejnosti. V letošním roce se konal již LIV. ročník. Lenfeldovy a Höklovy dny však nezůstaly jedinou aktivitou fakulty v této oblasti. Od roku 1994 pořádá FVHE konferenci **Ochrana zvířat a welfare** (v roce 2025 proběhl již 32. ročník), která je zaměřena na aktuální otázky

ochrany a welfare hospodářských, zájmových, volně žijících a pokusných zvířat. V roce 1995 proběhly první **Kábrtovy dietetické dny** – konference zaměřená na bezpečnost krmiv a jejich vliv na produkční zdraví zvířat a bezpečnost potravin. Poslední pravidelně organizovanou konferencí jsou od roku 2021 **Dobešovy dny** zaměřené na aktuální témata z oblasti hygieny a technologie potravin, ekologie a ochrany životního prostředí.

Významnou součástí výchovy budoucích nových odborníků v průběhu jejich pregraduálního či postgraduálního studia je jejich zapojení do řešení odborných a výzkumných úkolů v rámci realizace studentských kvalifikačních prací (práce bakalářské, diplomové a dizertační). Již od roku 1998 pořádá FVHE **Konferenci mladých vědeckých pracovníků s mezinárodní účastí**, která je určena pro studenty doktorských studijních programů k prezentaci výsledků jejich vědecké činnosti. V letošním roce se konal již XXVII. ročník. Na tuto konferenci navázala v roce 2008 **Konference studentské vědecké a odborné činnosti** (v roce 2025 proběhl XVI. ročník), na které prezentují výsledky svých prací studenti bakalářských a magisterských studijních programů.

FVHE si je vědoma své odpovědnosti nejen vůči studentům a odborné veřejnosti, ale i vůči celé společnosti. Kromě vzdělávací a výzkumné činnosti se aktivně zapojuje do odborného poradenství a spolupráce s klíčovými partnery z oblasti státní správy, potravinářského průmyslu či zemědělství. Dlouhodobě spolupracuje například se Státní veterinární správou ČR, Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí, Potravinářskou komorou ČR či potravinářskými podniky.

Závěr

Příběh Fakulty veterinární hygieny a ekologie je důkazem toho, že skutečné poslání přetrvává i v proměnlivém světě. Od skromných začátků až po současnost se fakulta vyvíjela ruku v ruce s vědeckým pokrokem, společenskými změnami i rostoucími nároky na kvalitu vzdělávání a péče o zdraví zvířat i lidí. Dnes je FVHE nejen institucí s bohatou historií, ale především živým organismem, který se neustále přizpůsobuje, roste a vyvíjí. Její příběh není uzavřenou kapitolou – naopak, každá nová generace studentů a pedagogů do něj přidává další řádky.

„**Scientia potentia est**“ („Vědění je moc“), a když je tato moc spojena s posláním a příběhem, vzniká něco výjimečného. Přesně jako Fakulta veterinární hygieny a ekologie.

Kontaktní adresa

doc. MVDr. Šárka Bursová, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: bursovas@vfu.cz

Spolupráce Státní veterinární správy a VETUNI *Cooperation of the State Veterinary Administration and University of Veterinary Sciences Brno*

Semerád, Z., Váňa, J.
Státní veterinární správa

Souhrn

Príspevok shrnuje historický vývoj a současné formy spolupráce mezi Státní veterinární správou (SVS) a Veterinární univerzitou Brno (VETUNI). Zaměřuje se zejména na oblast celoživotního vzdělávání veterinárních lékařů, odborné konference, výuku, legislativní činnost a výzkum. Spolupráce těchto institucí má dlouhou tradici a významný dopad na kvalitu veterinární péče v České republice.

Klíčová slova: *celoživotní vzdělávání, SVS, VETUNI, legislativa, výzkum, odborné konference*

Abstract

This paper summarizes the historical development and current forms of cooperation between the State Veterinary Administration (SVA) and the University of Veterinary Sciences Brno (VETUNI). It focuses on lifelong education of veterinary professionals, expert conferences, teaching, legislative activities, and research. The cooperation between these institutions has a long tradition and a significant impact on the quality of veterinary care in the Czech Republic.

Key words: *lifelong education, SVA, VETUNI, legislation, research, expert conferences*

Úvod

Intenzivní spolupráce mezi SVS a VETUNI má kořeny minimálně v 60. letech 20. století. Od té doby se vyvíjela v souladu s potřebami veterinární praxe a legislativními změnami. Dnes zahrnuje široké spektrum aktivit od vzdělávání přes výzkum až po legislativní podporu.

Historie spolupráce

1968: vznik Ústavu pro doškolení veterinárních lékařů (ÚDVL), 1971: zahájení cyklického a specializačního vzdělávání (atestace), 1991: delimitace a vznik Ústavu postgraduálního vzdělávání na VŠV, 1999: přejmenování na Institut celoživotního vzdělávání (ICV).

Současná spolupráce

V oblasti vzdělávání: Atestace I. a II. stupně. Kurzy pro přepravu zvířat, welfare officer, prohlížeč zvěřiny. Klinické vzdělávání. Školení k senzorickému hodnocení kančího zápachu.

Ústřední ředitel Státní veterinární správy je členem několika institucí Veterinární univerzity (Vědecká rada VETUNI, Vědecká rada FVHE, Rada pro vnitřní hodnocení VETUNI, Rada pro celoživotní vzdělávání VETUNI, zkušební komise atestačních zkoušek I. a II. stupně, zkušební komise pro klinické vzdělávání I. a II. stupně).

V oblasti výuky a praxe: Přednášky odborníků SVS na VETUNI. Povinná praxe studentů na krajských veterinárních správách. Setkávání SVS se studenty závěrečných ročníků a představení možnosti zaměstnání ve Státní veterinární správě.

V oblasti výzkumu a vývoje: Vývoj laboratorních metod (např. analýza medu, somatické buňky). Spolupráce na zavádění metod do praxe.

V oblasti legislativy: VETUNI je připomínkové místo legislativy SVS. Spolupráce na tvorbě veterinárních předpisů.

V oblasti konferencí: Lenfeldovy a Höklovy dny. Konference Ochrana zvířat a welfare

Závěr

Spolupráce SVS a VETUNI je příkladem efektivního propojení státní správy a akademické sféry. Přispívá ke zvyšování odborné úrovně veterinárních lékařů, kvalitě výuky i legislativnímu procesu. Její další rozvoj je klíčový pro moderní veterinární praxi.

Poděkování

Autoři děkují kolegům z VETUNI za dlouhodobou spolupráci a podporu v oblasti vzdělávání a odborné činnosti.

Kontaktní adresa

MVDr. Zbyněk Semerád, MVDr. Jan Váňa, Státní veterinární správa, Slezská 100/7, 120 00 Praha 2, e-mail: epodatelna@svscr.cz

Výročí hygieny potravin očima pamětníka *Food Hygiene Anniversary Through the Eyes of a Memorialist*

Hejlová, Š.

Autorka se vrací do dob studia a poté zaměstnání na Hygieně a technologii potravin. Ze svého pohledu zachytila změny v náplni výuky jednotlivých předmětů souvisejících s hygienou a technologií potravin, personální změny související s měnící se strukturou výuky, a v neposlední řadě růst a modernizace výukových prostor oboru a fakulty.

Přerod Katedry hygieny a technologie potravin v oborové studium na Fakultě hygieny a ekologie veterinární univerzity očima studenta a posléze pracovníka na „hygieně“ je zajímavou sondou do života univerzity. Začalo to nejen přijetím studentů hygieny potravin, ale později i otevřením studia při zaměstnání. To vyvíjelo tlak na personální a prostorové možnosti hygieny potravin. Vyučovalo se i v sobotu. Postupně se připravovaly výukové materiály. Tehdy ještě fungovalo na tehdejší Vysoké škole veterinární Ediční středisko. Pracovníci hygieny dostávali se z Edičního střediska jednotlivé archy skript a ty se pak kompletovaly v tzv. kulatině. Vznikly 3 ústavy: masa, mléka a veterinárního dozoru. Ovšem prostory, kde sídlila Katedra hygieny a technologie potravin přestávala kapacitně vyhovovat. Po zrušení Výzkumného ústavu masného průmyslu se do prostor přestěhoval Ústav hygieny a technologie masa. Stávající prostory katedry byly rozděleny přepážkou pro 2 zbývající ústavy. Po zrušení Ústavu veterinárního dozoru a otevření Pavilonu prof. Lenfelda se do něho přestěhoval Ústav hygieny a technologie mléka. Tím definitivně skončila éra hygieny potravin v budově č. 34, prostor, které byly precizně vybudovány prof. Lenfeldem, kde součástí hygieny byla i výuková porážka. Ta byla přebudována soukromou firmou na moderní jatky. Stěhování bylo velmi bolestné. Co se týká personálního zabezpečení, na začátku vzniku oboru se podílel doc. Miroslav Dobeš. Jako by se opakovala situace padesátých let, kdy po smrti doc. Jana Hökla, byla veškerá tíha výuky na něm. Po příchodu prof. Matyáše ze Ženevy, byla situace na katedře poměrně napjatá. Prof. Matyáš začal budovat Centrum potravinových řetězců, byla to jeho pýcha. Na katedře tehdy pracovala část zaměstnanců, kteří byli po otevření centra přemístění. Hygienu zasáhly i události roku 1989, které v důsledku některým pomohly (viz tzv. autobusoví profesori), ale někteří tíhu neunesli a předčasně odešli. Začátky byly těžké, ale snad se s tím dneska kolegové poperou a obor se bude vyvíjet ku prospěchu všech, kteří se dnes na fungování oboru a fakulty podílejí.

Literatura

k dispozici u autorky.

Kontaktní adresa

MVDr. Šárka Hejlová, CSc., Ondouškova 15, 63500 Brno. tel. 776254106, e-mail: hejlovasarka@seznam.cz



Prof. MVDr. et RNDr. Miroslav Dobeš,
zakladatel oboru



1. Promoce hygieniků v roce 1980, tzv.
ředitelská jedenáctka



Ústav veterinárního hygienického dozoru, později rozpuštěn



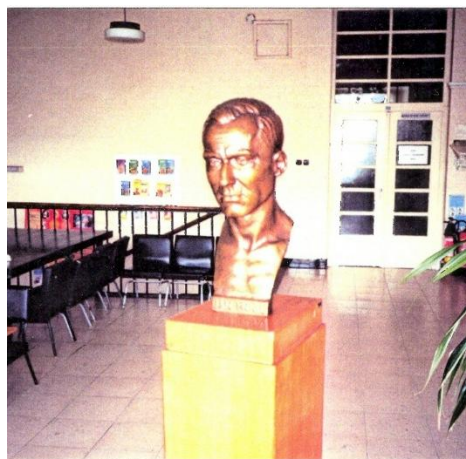
Budova č. 34, kde se nacházela KHTP



Chodba katedry, kde se nacházelo muzeum



Chodba hygieny, vzadu je vidět přepážka, za ní Ústav veterinárního dozoru před ní Ústav hygieny a technologie mléka



Busta J. Hökla, vzadu vchod do kulinárního ústavu



Cvičebna, tzv. kulatina

**100 let Státního zdravotního ústavu a 40 let Centra zdraví, výživy
a potravin v Brně**
***100 years of the National Institute of Public Health and 40 years of the
Center for Health, Nutrition and Food in Brno***

Ostrý, V., Kýrová, V.

Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin v Brně

Souhrn

V tomto roce oslavujeme 100. výročí zřízení Státního zdravotního ústavu v Praze (SZÚ). SZÚ je autoritou v oblasti ochrany veřejného zdraví pro základní preventivní disciplíny: hygienu, epidemiologii, mikrobiologii a pracovní lékařství. K hlavním činnostem patří ochrana a podpora veřejného zdraví, prevence nemocí a následný dopad životního prostředí na zdraví populace v ČR. K hlavním aktivitám patří věda a výzkum, referenční činnost a metodologické poradenství, příprava expertních stanovisek zdravotní bezpečnosti různých produktů a postgraduální kurzy pro lékaře, zdravotnické pracovníky, hygieniky a nutriční specialisty. Jedno z Center SZÚ, Centrum hygieny potravinových řetězců (později přejmenované na Centrum zdraví, výživy a potravin) oslavuje v tomto roce 40 let od svého zřízení. K hlavním činnostem patří ochrana veřejného zdraví, hodnocení zdravotního rizika, aplikovaná výživa a bezpečnost potravin. Veterinární lékaři byli vždy zapojeni do činností SZÚ i Centra hygieny potravinových řetězců.

Klíčová slova: SZÚ, CHPR, CZVP, výročí, ochrana veřejného zdraví, bezpečnost potravin

Abstract

The National Institute of Public Health in Prague (NIPH) marks the 100th anniversary of the establishment. NIPH is a public health authority for basic preventive disciplines: hygiene, epidemiology, microbiology and occupational medicine. Its main tasks are public health protection and promotion, disease prevention and follow-up of environmental impact on the health status of the Czech population. The main activities of NIPH comprise science and research, reference and methodological advice, providing expert opinions on the health safety of various products and postgraduate training of physicians, other health care workers, hygienists and nutrition specialists. One of its Center, Center for Hygiene of Food Chains in Brno (later was renamed as Center for Health, Nutrition and Food) marks the 40th anniversary of the establishment. Its main tasks are public health protection, health risk assessment, applied nutrition and food safety. Veterinary medicine doctors were participated always in the main tasks of NIPH and Center for Hygiene of Food Chains.

Key words: NIPH, CHFC, CHNF, anniversary, public health protection, food safety

Letošní konference LIV. Lenfeldovy a Höklovy dny je spojena s 50. výročím zahájení výuky oboru Veterinárního lékařství – hygiena potravin a 35. výročí založení Fakulty veterinární hygieny a ekologie. Jubilejní LIV. ročník konference je však spojen i s dalšími významnými událostmi a to se 100. výročím založení Státního zdravotního ústavu v Praze (SZÚ) a s 40. výročím založení jednoho z Center SZÚ v Praze, Centra hygieny potravinových řetězců v Brně (později přejmenované na Centrum zdraví, výživy a potravin), které sídlí v areálu Veterinární univerzity v Brně.

Vybudování Státního zdravotního ústavu (SZÚ) v Praze bylo umožněno na základě finanční podpory Rockefellerovy nadace. Smlouva mezi ministerstvem veřejného zdravotnictví a tělesné výchovy (MVZTV) a Rockefellerovou nadací byla uzavřena dne 25. srpna 1921. Pro ústav byl vybrán pozemek v bezprostředním sousedství vinohradské nemocnice a plány na vybudování SZÚ navrhl architekt Rudolf Kvěch.

Vznik a koncepce SZÚ nebyly dílem jedné osobnosti nebo skupiny odborníků, ale výsledkem široké domácí diskuse, mezinárodních kontaktů, vývoje veřejného zdravotnictví v zahraničí zejména v USA a specifických podmínek v Československu po 1. světové válce. Nejdůležitější etapa hledání profilu ústavu a jeho postavení ve zdravotnictví skončila 12. října 1925, kdy Ústavodárné národní shromáždění přijalo zákon č. 218/1925 Sb. o zřízení, působnosti a organizaci Státního zdravotního ústavu Republiky československé. Ústav byl slavnostně otevřen 5. listopadu 1925. Prvním ředitelem SZÚ se stal prof. MUDr. Pavel Kučera z Masarykovy univerzity v Brně. Ústav měl okolo 110 pracovníků. Řízení SZÚ po administrativně správní a hospodářské stránce patřilo pod V. odbor administrativně správní na MVZTV.

Státní zdravotní ústav se skládal z následujících osmi oddělení:

1. oddělení – *séroterapeutické*;
2. oddělení - *pro výrobu očkovací látky proti neštovicím*;
3. oddělení - *pro biologickou kontrolu léčiv*;
4. oddělení – *pro bakteriologickou a sérologickou diagnostiku*;
5. oddělení – *pro sociální hygienu*;
6. oddělení – *pro zdravotní výchovu a propagaci*;
7. oddělení - *ústav pro zkoumání potravin*;
8. oddělení - *ústav pro zkoumání léčiv*.

Dvůr Bohumile byl zvláštní součástí SZÚ. Sloužil k výrobě sér a vakcín na velkých hospodářských zvířatech, hlavně koních a zajišťoval podmínky pro chov zvířat a zemědělskou produkci, které s tím souvisely. Dvůr sloužil k výrobním účelům pro 1. a 2. oddělení SZÚ. Přednostou v Bohumili byl komisař MVDr. Antonín Janeček.

Kladný vztah k SZÚ v Praze měli MVDr. František Pfaff a MVDr. František Nádvorník. MVDr. František Pfaff byl významný zastánce idey „*una sanitas – una medicina*“. Na Ministerstvu veřejného zdravotnictví působil od roku 1926. Nastoupil zde jako veterinární lékař do funkce přednosty samostatného veterinárního odboru. Záhy byl ministrem veřejného zdravotnictví ustanoven veterinárním referentem I. Odboru s právem řídit veterinární službu v otázkách plnění úkolů veterinárních lékařů ve vztahu k veřejnému zdraví a jeho ochraně. MVDr. František Nádvorník byl spolupracovníkem dr. Pfaffa a pracoval od roku 1930 na stejném odboru na Ministerstvu veřejného zdravotnictví. Intenzivně pracoval na formulaci předpisů o hygieně mléka, kam zahrnul oprávněný požadavek na tepelné ošetření syrového mléka, který vyústil ve vládní nařízení č. 75 z roku 1934 o mléce.

Po obsazení Československa Německem dne 15. března 1939 byl SZÚ přejmenován na Zdravotní ústav Protektorátu Čechy a Morava (*Gesundheitsanstalt des Protektorates Böhmen und Mähren*) a dostal se pod kontrolu okupační zdravotní správy.

V roce 1949 byl Státní zdravotní ústav republiky Československé zákonem č. 70/1949 Sb., o Státním zdravotnickém ústavu, reorganizován a jeho název změněn na Státní zdravotnický ústav, který byl později dezintegrován za vzniku malých ústavů (Kříž a Beranová, 2005).

V roce 1971 Ministerstvo zdravotnictví sloučilo samostatné ústavy: Ústav hygieny, Ústav epidemiologie a mikrobiologie, Ústav hygieny práce a chorob z povolání, Ústav hygieny záření, část Výzkumného ústavu tuberkulózy a Technicko-hospodářskou správu areálu do nově zřízeného Institutu hygieny a epidemiologie (IHE). Cílem integrace samostatných ústavů bylo, podle oficiálních materiálů, *"vytvoření vědecké báze, která by plnila především úkoly výzkumné a současně metodicky vedla hygienickou službu a vypracovávala odborné podklady jak pro ministerstvo zdravotnictví, tak pro ostatní instituce v otázkách ochrany veřejného zdraví a především pak v otázkách životního a pracovního prostředí člověka"*. Ústav měl okolo 950 pracovníků. Ředitelem se stal prof. MUDr. František Janda, DrSc., a funkci zastával do r. 1980. Po něm byl do roku 1989 ředitelem prof. PhMr. RNDr. Bohumil Rosický, DrSc. Jako vedoucí laboratoře pokusných zvířat zde pracoval MVDr. Josef Somora (Kříž a Beranová, 2005).

Po roce 1989 IHE prošel řadou změn, které reflektovaly nové trendy ve společnosti a v preventivní medicíně. V lednu 1990 byl pověřen vedením a poté konkurzem potvrzen ve funkci ředitele prof. MUDr. Bohumil Ticháček, DrSc. Má zásluhu na tom, že se ústav v nových podmínkách vrátil k tradici, původnímu názvu SZÚ a demokratickým způsobům řízení. K 1. lednu 1992 byl z Institutu hygieny a epidemiologie zřízen Státní zdravotní ústav jako centrální instituce s posláním chránit a podporovat veřejné zdraví, prevenci nemocí a sledovat vliv prostředí na zdravotní stav obyvatelstva.

V těchto letech zde pracoval jako vedoucí Oddělení veterinárních služeb MVDr. Václav Žižkovský, DrSc. V druhé polovině 90. let poskytla rozsáhlou pomoc úseku hlavního hygienika při posuzování žádostí o schválení pracovišť pro experimentální práci se zvířaty nově zřízená referenční laboratoř pod vedením MVDr. Karly Marjánkové (Kříž a Beranová, 2005).

V roce 1985 bylo zřízeno Centrum hygieny potravinových řetězců v Brně (CHPŘ), jako jedno z Center IHE v Praze. Myšlenky k možnostem prohloubení a zdokonalování spolupráce, koordinace a kooperace mezi veterinárními lékaři – hygieniky potravin a humánními lékaři – hygieniky výživy v Československu se rodily v průběhu působení prof. MVDr. Zdeňka Matyáše, CSc. ve Světové zdravotní organizaci (WHO) v Ženevě, kde působil ve funkci vedoucího oddělení veterinárního veřejného zdraví (Veterinary Public Health) a který se stal prvním vedoucím CHPŘ v Brně. Naplnil tak ideu MVDr. Františka Pfaffa *„una sanitas – una medicina“*. Po zřízení pracovalo CHPŘ především v prostorách Katedry hygieny a technologie potravin a na toxikologickém ústavu Vysoké školy veterinární v Brně. Základní kámen nové budovy CHPŘ byl položen v roce 1987 a stavba byla dokončena na podzim roku 1989. V roce 1992 nahradil prof. Matyáše ve funkci vedoucího CHPŘ prof. MVDr. Jiří Ruprich, CSc. V rámci CHPŘ pracovaly 3 referenční pracoviště:

- *NRC pro mikroskopické houby a jejich toxiny v potravinových řetězcích*
- *NRL pro listerie v potravinách*
- *NRL pro geneticky modifikované potraviny.*

Hlavním úkolem CHPŘ byla ochrana veřejného zdraví a hodnocení zdravotních rizik ve vztahu k potravinám. Význam CHPŘ se ukázal zejména v období po roce 1989, kdy zde probíhaly celostátní pracovní porady a zasedání k problematice koncepce a zaměření připravovaného zákona o potravinách a jeho prováděcích předpisů, ke koncepci státního dozoru nad potravinami a úvahám o zřízení úřadů pro potraviny, které byly v té době chápány jako narušení integrity Státní veterinární správy i hygienické služby.

Významná byla také expertízní, referenční a výzkumná činnost CHPŘ pro MZ ČR. Co se týká úspěchů CHPŘ je možné mimo jiné uvést:

- Příprava vodítka a první zavedení „Systému analýzy nebezpečí a stanovení kritických kontrolních bodů (HACCP)“ v rámci ČR
- Realizace „Studie individuální spotřeby potravin“ (SISP04)
- Realizace již více než 30 let „Subsystému IV Monitoring dietární expozice člověka (Total Diet Study) v rámci celostátního Monitoringu zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí.

Při reorganizaci SZÚ v roce 2008 bylo CHPŘ přejmenováno na Centrum zdraví, výživy a potravin (CZVP). CZVP se podílí na plnění úkolů MZ ČR v souvislosti s ochranou a podporou veřejného zdraví při naplňování výživové a potravinové politiky ČR. Cílem práce CZVP je vytvoření odborného zázemí v oblasti vztahů mezi zdravím člověka, výživou a potravinami, zejména prostřednictvím analýzy zdravotních rizik/benefitů. CZVP zabezpečuje celou řadu odborných činností z nich je nutno připomenout vedle již zmíněného subsystému IV „Monitoringu dietární expozice člověka“ i přípravu vědecky podložených hodnocení zdravotních rizik např. při zdolávání metanolové aféry v roce 2012, odborné činnosti v nutriční epidemiologii se zaměřením na národní studie spotřeby potravin, komunikace zdravotních rizik s širší veřejností a vědecká spolupráce na mezinárodní úrovni, zejména v rámci EU. V roce 2015 byl na CZVP zpřístupněn široké veřejnosti webový portál „Nutravigilance.cz“ pro hlášení nežádoucích zdravotních reakcí po konzumaci vybraných druhů potravin.

Během 40 let existence na CHPŘ/CZVP pracovala celá řada absolventů Vysoké školy veterinární v Brně: vedle již zmíněného prof. Matyáše a prof. Rupricha to byl doc. MVDr. Ladislav Steinhauser, CSc., prof. MVDr. Iva Steinhauserová, CSc., doc. MVDr. Vladimír Ostrý, CSc., prof. MVDr. Zdeněk Pospíšil, DrSc., MVDr. Alena Hovorková, doc. MVDr. Renata Karpíšková, PhD., MVDr. Vladimír Kopřiva, Ph.D., MVDr. Olga Cwiková, Ph.D. a mnoho dalších.

Závěr

SZÚ se během sta let své existence zásadně podílel na úspěších Československa a České republiky v oblasti zlepšování zdraví obyvatel. Po svém založení vstoupil do boje s infekčními chorobami a zahájil výrobu sér a očkovacích látek, dal základy moderní epidemiologii a systému mikrobiologické diagnostiky. Sehrál významnou roli v ochraně veřejného zdraví a v rozvoji oborů hygieny, sociálního lékařství a zdravotní výchovy, analýz zdravotního stavu a vědeckých přístupů k poznání vztahů mezi faktory životního a pracovního prostředí a zdraví.

Literatura

Kříž, J., Beranová, R. Historie Státního zdravotního ústavu v Praze. Dostupné na: http://www.szu.cz/uploads/LB/HISTORIE_SZU_.pdf

Poděkování

Podpořeno MZ ČR – RVO („Státní zdravotní ústav – SZÚ, IČ 75010330)

Kontaktní adresa

Ing. Veronika Kýrová, PhD., Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin, Palackého 3a, Brno, 612 42 e-mail: veronika.kyrova@szu.cz

POSTERY

Nesprávne označovanie, nelegálny trh a IUU rybolov: Dlhodobá analýza prípadov podvodov s rybami na základe správ KC-FFQ (2021–2025)

Mislabelling, Grey Market, and IUU Fishing: A Long-Term Analysis of Fish Fraud Cases Based on KC-FFQ Reports (2021–2025)

Ailer, L., Golian, J., Jakabová, S., Čapla, J., Zajác, P., Čurlej, J.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Cieľom práce je zhrnúť dlhodobé trendy pri podvodoch s rybami a morskými plodmi na základe mesačných správ KC-FFQ za roky 2021–2025. Vytvorili sme súbor reprezentatívnych prípadov so zameraním na prípady s uvedeným množstvom (kg), aby bolo možné porovnať roky a krajiny. Dominujú porušenia súvisiace s vysledovateľnosťou, nelegálnym lovom (IUU) a falšovaním.

Kľúčové slová: *podvody s rybami, vysledovateľnosť, nelegálny rybolov, nesprávne označovanie*

Abstract

The aim of this paper is to summarise long-term trends in fish and seafood fraud based on the KC-FFQ monthly reports for 2021–2025. We compiled a set of representative cases, focusing on those with a reported quantity (kg) to enable comparisons across years and countries. The predominant violations involve traceability issues, illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing, and adulteration/misrepresentation.

Key words: *fish fraud, traceability, illegal, fishing, mislabelling*

Úvod

Falšovanie a neoprávnené zásahy do potravín sú problémom už od počiatkov civilizácie: znižujú kvalitu výrobkov a môžu mať nepriaznivé dopady na zdravie. Na ochranu spotrebiteľa a férové oceňovanie produktov sa preto využíva testovanie autenticity a detekcia prídavných falšujúcich látok v rôznych kategóriách potravín (Čapla et al., 2020). Postupne sa vyvinul široký súbor metód – od fyzikálnych meraní cez biochemické/imunologické prístupy až po molekulárne techniky – ktoré umožňujú odhaľovať falšovanie (Bansal et al., 2017). „Food fraud“, teda úmyselné skreslenie skutočnej identity potraviny alebo jej zložky za účelom ekonomického zisku, podkopáva dôveru spotrebiteľov a predstavuje riziko pre verejné zdravie; aj preto sa mu venuje rastúca pozornosť zo strany regulátorov i potravinárskeho priemyslu (Everstine et al., 2018). V Európskej únii má každý občan právo vedieť, ako sú potraviny vyrábané, spracované, balené, označované a uvádzané na trh. Integrovaná politika bezpečnosti potravín v EÚ preto smeruje k udržiavaniu účinných kontrolných systémov a k overovaniu súladu s pravidlami EÚ v oblastiach bezpečnosti a kvality potravín, zdravia a dobrých životných podmienok zvierat, výživy zvierat a zdravia rastlín – a to v rámci EÚ aj pri dovoze z tretích krajín. Zároveň zahŕňa správu medzinárodných vzťahov s nečlenskými krajinami a organizáciami a koordináciu s Európskym úradom pre bezpečnosť potravín (EFSA), aby bolo riadenie rizík založené na vede (European Commission, 2020a). Na oznamovanie priamych či nepriamych rizík pre zdravie ľudí z potravín alebo krmív bol zriadený systém rýchleho varovania RASFF, do ktorého sú

zapojené členské štáty, Európska komisia a EFSA (Regulation (EC) No 178/2002). Od novembra 2015 je pre členské štáty dostupná aj platforma Administratívnej pomoci a spolupráce (AAC); po úspešnom pilotnom nasadení zameranom na podvody v agropotravinovom reťazci bola v roku 2016 sprístupnená aj styčným orgánom pre úradné kontroly. AAC a RASFF dnes fungujú v synergii a spoločne podporujú vysoké štandardy EÚ pre potraviny a krmivá (EU, 2017; RASFF, 2018). Knowledge Centre for Food Fraud and Quality (KC-FFQ) zhromažďuje a zdieľa aktuálne vedecké poznatky k otázkam potravinových podvodov a kvality. Koordinuje činnosti trhového dohľadu a prevádzkuje systémy včasného varovania a výmeny informácií zamerané na potravinové podvody. Centrum spoločne zabezpečuje vedecko-výskumnú službu Európskej komisie – Joint Research Centre (JRC) – a útvary Komisie zodpovedné za reguláciu potravinového a krmivového reťazca a ochranu práv spotrebiteľov. KC-FFQ dopĺňa činnosť siete EU Food Fraud Network, ktorú spravuje Generálne riaditeľstvo pre zdravie a bezpečnosť potravín (DG SANTE) Európskej komisie (European Commission, 2020b).

Materiál a metodika

Cieľ práce sme naplnili použitím a spracovaním primárnych aj sekundárnych údajov. Primárne údaje pochádzali z portálu Knowledge4Policy – Knowledge Centre for Food Fraud & Quality (KC-FFQ), ktorý prevádzkuje Joint Research Centre (JRC), Európska komisia. Spracované bolo obdobie 2021–2025 s dôrazom na segment rýb a morských plodov.

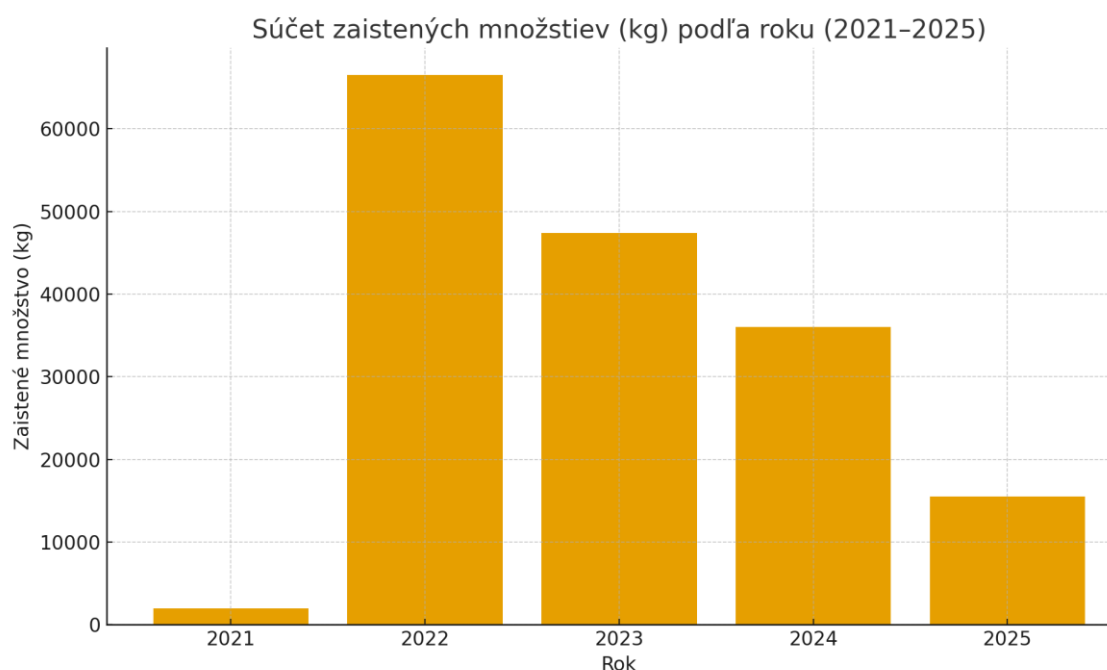
Zdroj a rozsah primárnych dát: Z mesačných prehľadov „Food Fraud Monthly Report“ (KC-FFQ) boli extrahované záznamy obsahujúce: (a) hlásiacu krajinu, (b) komoditu (ryby/morské plody), (c) kategóriu podvodu (napr. nedostatočná výsledovateľnosť, IUU/nelegálny lov, nesprávne označovanie, falšovanie) a (d) množstvo (kg), ak bolo uvedené. Tieto záznamy tvorili základ pre testovanie východiskových predpokladov/hypotéz o dominujúcich typoch podvodov a geografickom rozložení.

Sekundárne údaje: Sekundárne zdroje (opis legislatívneho a inštitucionálneho rámca EÚ – KC-FFQ/JRC, RASFF, EFSA) boli využité iba na konceptualizáciu výsledkov.

Výsledky a diskusia

Časový vývoj v rokoch 2021–2025 podľa spracovaných záznamov KC-FFQ ukazuje nízku východiskovú úroveň v roku 2021, výrazné navýšenie zachytených objemov v rokoch 2022 a 2023 a mierny pokles v roku 2024. Údaje za rok 2025 sú zatiaľ parciálne, no potvrdzujú pokračujúci tlak kontrolných orgánov a opakované zásahy v rizikových lokalitách. Grafy tak zachytávajú „vlnu“ intenzívnych zásahov v strede sledovaného obdobia a následnú stabilizáciu na nižšej úrovni. Priestorové rozloženie záchytov zdôrazňuje výraznú dominanciu prístavných krajín s vysokou intenzitou rybolovu a tranzitu. Najmä Taliansko sústreďuje viacero veľkých prípadov spojených s chýbajúcou výsledovateľnosťou, nesúlalom v dokumentácii a opakovanými záchytmí tuniaka. Významný jednorazový príspevok k celkovému objemu priniesli aj zásahy mimo EÚ v tranzitných uzloch (napríklad vo Francúzskej Guyane), zatiaľ čo ďalšie mimoeurópske lokality (Omán, Zimbabwe, USA, Argentína, Čile či Brazília) potvrdzujú, že ide o globálny jav presahujúci hranice jednotného trhu. Z hľadiska typológie porušení dominujú dve línie: nedostatky vo výsledovateľnosti a dokumentácii pozdĺž dodávateľského reťazca a nelegálny, nehlásený a neregulovaný (IUU) rybolov. Tieto mechanizmy sa prejavujú jednak vysokou frekvenciou, jednak veľkými jednorazovými

zásahmi. Pribežne sa objavuje aj nesprávne označovanie a falšovanie, pričom typickým motívom je zmena druhu alebo klamlivé etiketovanie. Adulterácia formou umelého navyšovania hmotnosti (napr. nadmernou glazúrou či pridávaním vody/solí) nie je najčastejšia, ale v jednotlivých prípadoch dosiahla výrazné objemy a preto má materiálny význam v celkovom súčte. Ročný profil výsledkov podporujú aj konkrétne komoditné vzorce. Tuniak sa v záznamoch objavuje opakovane a reprezentuje vysokorizikovú komoditu z pohľadu IUU a výsledovateľnosti. V iných prípadoch šlo o zmiešané morské plody a mäkkýše, kde kontrolné orgány identifikovali nedostatky v označovaní, chýbajúce doklady alebo nevhodné podmienky skladovania. Tieto nálezy poukazujú na slabé miesta v logistike a na kritické body, kde sa sústreďuje hodnota a motivácia k podvodnému správaniu (prístavy, prvé uvedenie na trh, veľkoobchod). Kvalitatívne záznamy bez uvedenej hmotnosti, ktoré sú zahrnuté v tabuľke prípadov, rozširujú kvantitatívny obraz o konkrétne modus operandi (zámennosť druhov, falošné etikety, dokumentové podvody). V kombinácii s grafmi tak vytvárajú konzistentný obraz, v ktorom sa dlhodobo potvrdzuje kľúčová úloha výsledovateľnosti a cieľených kontrol proti IUU, pričom jednotlivé roky sa líšia najmä prítomnosťou niekoľkých veľkých, objemom dominantných zásahov.



Obrázok 1: Súčet zaistených množstiev (kg) podľa roku (2021–2025)

Získané výsledky potvrdzujú, že najvýraznejšie mechanizmy podvodov v segmente rýb a morských plodov sú nedostatočná výsledovateľnosť v dodávateľskom reťazci a nelegálny, nehlásený a neregulovaný (IUU) rybolov. Tento obraz je v súlade s literatúrou, ktorá dlhodobo upozorňuje, že úmyselné skreslenie identity potraviny za účelom ekonomického zisku predstavuje hrozbu pre dôveru spotrebiteľa a verejné zdravie (Everstine et al., 2018). V našom súbore sa popri IUU a chýbajúcej dokumentácii pribežne vyskytovali aj prípady nesprávneho označovania a falšovania, čo zodpovedá typickým formám potravinových podvodov popísaným v prehľadoch (Vaqué and Vidreras, 2018).

Tabuľka 1: Výber prípadov (2021–2025)

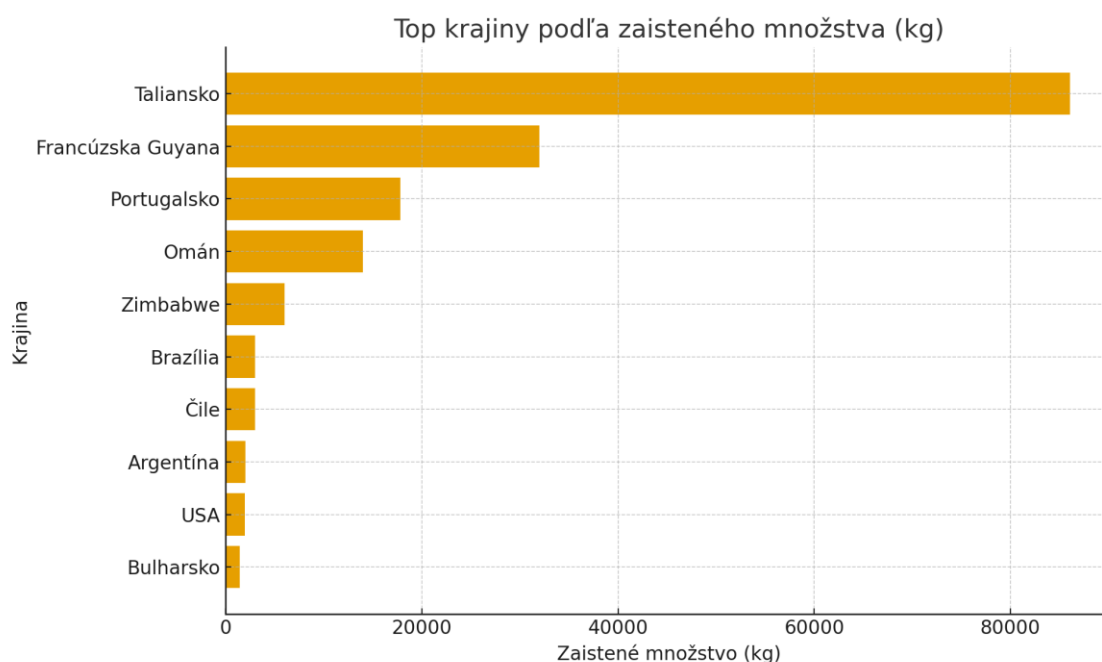
Rok	Krajina	Komodita	Porušenie	Množstvo (kg)
2021	Taliansko	Ryby (ančovičky/sardinky v oleji)	falošné označenie	800
2021	Taliansko	Morské plody (mix)	Bez vysledovateľnosti	1 160
2022	Taliansko	Tuniak (červený)	Bez vysledovateľnosti	3 800
2022	Taliansko	Morské plody (mix)	Bez vysledovateľnosti	2 500
2022	Taliansko	Tuniak	Skryté pred registráciou	7 000
2022	Francúzsko Guyana	Ryby	Kontraband	32 000
2022	Zimbabwe	Makrela	Kontraband	6 000
2022	Omán	Morské plody (mix)	Nelegálny lov	14 000
2022	Taliansko	Morské plody (mix)	Bez vysledovateľnosti	1 000
2022	Španielsko	Úhor európsky (sklený)	Kontraband ohrozeného druhu	180
2023	Bulharsko	Slávky (midi)	Kontraband	1400
2023	Taliansko	Morské plody (mix)	Bez vysledovateľnosti	16 800
2023	Taliansko	Chobotnice	Zlé označenie	2 000
2023	Taliansko	Ryby	Bez vysledovateľnosti	26 000
2023	USA	Lutjan (red snapper)	Nelegálny lov	1 200
2024	Taliansko	Tuniak (červený)	Nelegálny lov/bez dokumentácie	14 000
2024	Taliansko	Morské plody (mix)	Bez vysledovateľnosti	2 200
2024	Portugalsko	Morské plody (mix)	Zvyšovanie hmotnosti (adulterácia)	17 800
2024	Taliansko	Tuniak a mečiar	Podozrivý pôvod/rybolov	2 000
2025	Taliansko	Ryby (mix)	Nevyhovujúce na predaj	800
2025	USA	Ryby (+ 9 žralokov)	Nelegálny lov	725
2025	Taliansko	Ryby (mix)	Bez vysledovateľnosti	2 000
2025	Taliansko	Ryby (mix)	Zlé označenie/bezpečnosť	4 000
2025	Argentína	Ryby (mix)	Nelegálny lov	2 000
2025	Čile	Morské plody (mix)	Nelegálny lov/bez dokladov	3 000
2025	Brazília	Krevety (argentínske)	Kontraband/nesprávne skladovanie	3 000

Z metodického hľadiska literatúra zdôrazňuje potrebu kombinovať fyzikálne, biochemické/imunologické a molekulárne postupy pri dokazovaní autenticity a odhaľovaní adulterácie (Bansal et al., 2017). V praxi hodnotového reťazca rýb a morských plodov sa to premieta do rutinného DNA overovania druhov pri podozreniach na zámenu, do testov na detekciu „navyšovania hmotnosti“ (napr. nadmerná glazúra, pridávanie vody/solí) a do dôsledného auditu sprievodnej dokumentácie. Naše zistenia –

najmä prevaha porušení súvisiacich s výsledovateľnosťou a opakovaný výskyt tuniaka v záchytoch – podporujú potrebu cielenej laboratórnej verifikácie a posilnenia kontrol na miestach prvého uvedenia na trh.

Inštitucionálny rámec EÚ poskytuje pre takýto prístup oporu: integrovaná politika bezpečnosti potravín kladie dôraz na efektívne kontrolné systémy, vedecky podložené riadenie rizík a transparentné označovanie (European Commission, 2020a). Koordinácia prostredníctvom RASFF a systému administratívnej pomoci AAC umožňuje rýchle zdieľanie informácií a cezhraničnú spoluprácu pri podozreniach na podvody (Regulation (EC) No 178/2002; EU, 2017; RASFF, 2018). Úlohu znalostného uzla v tejto architektúre zohráva Knowledge Centre for Food Fraud & Quality (KC-FFQ), ktoré zabezpečuje trhový dohľad, včasné varovanie a výmenu poznatkov naprieč rezortmi (European Commission, 2020b). Naš dlhodobý prehľad incidentov z KC-FFQ ukazuje, že práve kombinácia dohľadu, rýchlej výmeny informácií a analytickej verifikácie je kľúčová pre redukciu rizika podvodov.

Z praktického pohľadu preto odporúčame pokračovať v rizikovo orientovaných kontrolách v prístavných a tranzitných uzloch, systematicky digitalizovať výsledovateľnosť (sprievodné doklady, šarže, teplotné záznamy) a rutinne uplatňovať metódy overovania pravosti tam, kde je motivácia k podvodu ekonomicky silná (Everstine et al., 2018; Bansal et al., 2017). Súčasne je vhodné prepojiť monitorovanie KC-FFQ s operatívnymi výstupmi RASFF/AAC, aby sa skrátila doba od signálu k zásahu (EU, 2017; RASFF, 2018; European Commission, 2020b). Tento súbor opatrení zodpovedá zisteniam v našom dátovom výbere a je v súlade s odporúčaniami uvádzanými v literatúre.



Obrázok 2: Súčet zaistených množstiev (kg) podľa roku (2021–2025).

Záver

Analýza KC-FFQ (2021–2025) potvrdzuje, že segment rýb a morských plodov dlhodobo dominujú dva mechanizmy podvodov: nedostatočná výsledovateľnosť a nelegálny (IUU) rybolov; nesprávne označovanie a cieľená adulterácia sa vyskytujú priebežne

a v jednotlivých rokoch môžu mať výrazný dopad. Zásahy kulminujú v strede sledovaného obdobia a priestorovo sa sústreďujú v prístavných a tranzitných krajinách; taktiež sa opakovane javí ako riziková komodita. Pre prax to znamená prioritu rizikovo orientovaných kontrol v uzlových bodoch reťazca, dôslednú (digitalizovanú) vysledovateľnosť a cieľené overovanie druhov (napr. DNA). Uvedené výsledky vychádzajú z kurátorských záznamov KC-FFQ a slúžia ako indikátor trendov, nie úplná oficiálna štatistika.

Literatúra

- Bansal, S., Singh, A., Mangal, M., Mangal, A. K., Kumar, S. 2017. Food adulteration: Sources, health risks, and detection methods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 57, no. 6, p. 1174-1189. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.967834>
- Everstine, K., Abt, E., McColl, D., Popping, B., Morrison-Rowe, S., Lane, R. W., Scimeca, J., Winter, C., Ebert, A., Moore, J. C., Chin, H. B. 2018. Development of a Hazard Classification Scheme for Substances Used in the Fraudulent Adulteration of Foods. *Journal of Food Protection*, vol. 81, no. 1, p. 31-36. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-17-173>
- European Commission, 2020a. Food safety: Overview. Available at: https://ec.europa.eu/food/overview_en.
- European Commission, 2020b. About Knowledge Centre for Food Fraud and Quality. Available at: https://ec.europa.eu/knowledge4policy/food-fraud/about_en.
- EU. 2017. EU Food Fraud Network and the System for Administrative Assistance & Food Fraud. Annual Report. *European Commission*, 17 p. Available at: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/food-fraud_network_activity_report_2016.pdf
- RASFF. 2018. Annual report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. <https://doi.org/10.2875/914558>
- Vaqué, L. G., Vidreras, C. 2018. Introducing the European Commission Knowledge Centre for Food Fraud and Quality. *European Food and Feed Law Review*, vol. 13, no. 6, p. 532-536.
- Nariadenie (ES) č. 178/2002 Európskeho parlamentu a Rady z 28. januára 2002, ktorým sa ustanovujú všeobecné zásady a požiadavky potravinového práva, zriaďuje Európsky úrad pre bezpečnosť potravín a stanovujú postupy v záležitostiach bezpečnosti potravín, Ú. v. ES L 31, 1.2.2002, pp. 1–24.
- Čapla, J., Zajác, P., Čurlej, J., Belej, L., Kročko, M., Bobko, M., Benešová, L., Jakabová, S., Vlčko, T. 2020. Procedures for the identification and detection of adulteration of fish and meat products. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 978–994. <https://doi.org/10.5219/1474>

Podakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-22-0402.

Kontaktná adresa

Ing. Lucia Ailer, PhD., SPU v Nitre, VC Agrobiotech, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovensko, e-mail: lucia.ailer@uniag.sk

Can Phytogenic Additives in Finishing Fattening Period Can Improve Beef Meat Quality?

¹ Department of Animal Breeding and Nutrition, Institute of Animal Sciences, Warsaw University of Life Sciences,

Souhrn

45denního experimentu se zúčastnilo 60 býků rozdělených do pěti skupin: kontrolní skupina (CON) a čtyři skupiny s doplňkovou výživou, které dostávaly buď 100 nebo 150 g/zvíře bylinné směsi (35 % semen pískavice - řecké seno, 35 % meduňky, 15 % chmele, 15 % kozlíku lékařského) – skupiny H100, H150, nebo 120 nebo 240 g/zvíře ovocné směsi (25 % sušených ostružin, 25 % sušené aronie, 25 % sušeného šípku, 25 % sušené moruše bílé) – skupiny F120, F240. Všechny skupiny byly krmeny stejnou základní krmnou dávkou (TMR). Během pokusu byla měřena aktivita zvířat (přežvýkání, příjem krmiva a neaktivita). Po porážce byla vypočítána jateční výtěžnost a jatečně upravená těla byla hodnocena podle SEUROP a stupnice tučnosti. 24 hodin po porážce byly z chlazených jatečně upravených těl odebrány vzorky masa ze svalu *Longissimus Dorsi* (LD). U masa bylo změřeno základní chemické složení, vodní kapacita (WHC) a smyková síla (CF). Hodnoty pH a TBARS odebraných vzorků byly také testovány 24 hodin po porážce a 3. a 10. den zrání masa.

Nejdelší doba krmení byla pozorována u zvířat F240 (5,85 h/den), následovaných CON (5,60 h/den), F120 (5,28 h/den), H150 (4,62 h/den) a H100 (4,39 h/den) ($p \leq 0,01$). Doba přežvykování byla nejvyšší u zvířat H150 (6,27 h/den), následovaných CON (6,11 h/den), F120 (6,00 h/den), H100 (5,44 h/den) a F240 (5,18 h/den) ($p \leq 0,01$). Doba nečinnosti byla nejdelší u skupiny H100 (9,97 h/den), následovaná skupinou F240 (9,38 h/den), F120 (9,18 h/den), H150 (9,03 h/den) a CON (8,16 h/den) ($p \leq 0,01$). Porážková výtěžnost byla nejvyšší u skupin CON (61,86 %) a H150 (61,50 %) a nejnižší u skupiny F120 (57,55 %) ($p \leq 0,05$). Klasifikace jatečně upravených těl (systém SEUROP, třídy tučnosti) a základní složení masa se mezi skupinami nelišily ($p > 0,05$). Nejvyšší vodní kapacita (WHC) byla zaznamenána u skupiny F240 (32,82 %), následované skupinou H150 (30,20 %), H100 (30,17 %) a CON (29,75 %), všechny byly významně vyšší ve srovnání se skupinou F120 (24,80 %) ($p \leq 0,01$). Smyková síla byla nejvyšší u F120 (80,60 N), významně vyšší než u H150 (57,17 N) a F240 (49,50 N) ($p \leq 0,05$). Po 24 hodinách bylo pH nejvyšší u F240 (5,75), významně vyšší než u CON (5,66) ($p \leq 0,01$). 3. den zrání byly nejvyšší hodnoty pH u H150 (5,66) a F240 (5,65), zatímco po 10 dnech byly nejvyšší hodnoty u H150 (5,65) a F240 (5,64), ačkoli tyto rozdíly nebyly významné. Hodnoty TBARS po 24 hodinách byly nejvyšší u F120 (0,58 MDA ekv.), následované F240 (0,56), H150 (0,56), H100 (0,54) a CON (0,50). 3. den byly hodnoty TBARS nejvyšší u F240 (0,77), následované F120 (0,74), obě hodnoty významně vyšší než H100 (0,42) ($p \leq 0,05$). 10. den byly hodnoty TBARS nejvyšší u CON (1,00), následované H100 (0,87), obě

hodnoty významně vyšší než F240 (0,54) ($p \leq 0,01$). Hodnoty pH a TBARS zůstaly v referenčních rozmezích pro kvalitní maso.

Závěrem lze říci, že vyšší dávky ovocných a bylinných směsí mohou modulovat aktivitu býků a zlepšit kvalitu čerstvého i vyzrálého hovězího masa.

Klíčová slova: *fytoгенní přísady, hovězí dobytek, aktivita skotu, kvalita masa*

Abstract

This study aimed to assess the effect of phytogenic calming additives during the finishing fattening period on fattened bulls' activity and beef meat quality.

The 45-day experiment involved 60 bulls divided into five groups: a control group (CON) and four supplemented groups receiving either 100 or 150 g/animal of a herbal mixture (35% fenugreek seeds, 35% lemon balm, 15% hops, 15% valerian) – groups H100, H150 or 120 or 240 g/animal of a fruit mixture (25% dried blackberry, 25% dried chokeberry, 25% dried briar, 25% dried white mulberry) – groups F120, F240. All groups were fed the same basal TMR. During the trial, animal activity was measured (ruminating, feed intake, and inactive). After slaughter, the slaughter yield was calculated, and carcasses were evaluated according to the SEUROP and fattiness scales. 24 hours after slaughter, meat samples were taken from the chilled carcasses of *Longissimus Dorsi* (LD). Basic chemical composition, water-holding capacity (WHC), and cutting force (CF) of meat were measured. The pH and TBARS of the collected samples were also tested 24 hours after slaughter and on the 3rd and 10th day of aging.

The longest feeding time was observed in F240 (5.85 h/day), followed by CON (5.60 h/day), F120 (5.28 h/day), H150 (4.62 h/day), and H100 (4.39 h/day) ($p \leq 0.01$). Rumination time was highest in H150 (6.27 h/day), followed by CON (6.11 h/day), F120 (6.00 h/day), H100 (5.44 h/day), and F240 (5.18 h/day) ($p \leq 0.01$). Inactivity time was longest in H100 (9.97 h/day), followed by F240 (9.38 h/day), F120 (9.18 h/day), H150 (9.03 h/day), and CON (8.16 h/day) ($p \leq 0.01$). Slaughter yield was highest in CON (61.86%) and H150 (61.50%), and lowest in F120 (57.55%) ($p \leq 0.05$). Carcass classification (SEUROP system, fattiness classes) and basic meat composition did not differ among groups ($p > 0.05$). The highest WHC was recorded in F240 (32.82%), followed by H150 (30.20%), H100 (30.17%), and CON (29.75%), all significantly higher compared with F120 (24.80%) ($p \leq 0.01$). Cutting force was highest in F120 (80.60 N), significantly greater than in H150 (57.17 N) and F240 (49.50 N) ($p \leq 0.05$). After 24 h, pH was highest in F240 (5.75), significantly higher than in CON (5.66) ($p \leq 0.01$). On day 3 of aging, the highest pH values were in H150 (5.66) and F240 (5.65), while after 10 days, the highest values were in H150 (5.65) and F240 (5.64), although these differences were not significant. TBARS values after 24 h were highest in F120 (0.58 MDA eq.), followed by F240 (0.56), H150 (0.56), H100 (0.54), and CON (0.50). On day 3, TBARS were highest in F240 (0.77), followed by F120 (0.74), both significantly higher than H100 (0.42) ($p \leq 0.05$). On day 10, TBARS were highest in CON (1.00), followed by H100 (0.87), both significantly higher than F240 (0.54) ($p \leq 0.01$). pH and TBARS values remained within reference ranges for good quality meat.

In conclusion, higher doses of fruit and herbal mixtures can modulate bulls' activity and improve the quality of fresh and aged beef.

Key words: *Phytogenic, beef cattle, cattle activity, meat quality*

Contact address

mgr inż. Wiktor Bendowski, Department of Animal Breeding and Nutrition / Institute of Animal Sciences, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa, Poland, E-mail: Wiktor_Bendowski@sggw.edu.pl

Zmeny českej vyhlášky o doplnkoch stravy **Changes to the Czech Decree on Dietary Supplements**

Bogárová, L.

Trnavská univerzita v Trnave

Súhrn

1. júla 2025 nadobudla účinnosť vyhláška, ktorou sa mení vyhláška č. 58/2018 Sb., o doplnkoch stravy a složení potravín. Autorka sa v príspevku zameriava na jednotlivé zmeny a doplnenia právnej úpravy obsiahnutej v českej vyhláške o doplnkoch stravy. Prostredníctvom metód právnej hermeneutiky vykladá novú právnu úpravu, zasadzuje ju do kontextu súvisiacich ustanovení právnych predpisov potravinového práva a komparuje ju so slovenskou právnou úpravou výživových doplnkov, ktorá je obsiahnutá vo výnose Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky z 25. júla 2007 č. 16826/2007-OL, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu Slovenskej republiky upravujúca požiadavky na potraviny na osobitné výživové účely a na výživové doplnky. Autorka svoju pozornosť sústreďuje aj na praktické dôsledky novej právnej úpravy pre výrobcov, distribútorov a predajcov výživových doplnkov v Českej republike a tiež na Slovensku, a to aj s ohľadom na cezhraničné umiestňovanie výživových doplnkov na trh. Cieľom príspevku je poskytnúť čitateľovi prehľadný a prakticky využiteľný výklad právnej úpravy výživových doplnkov účinnnej od 1. júla 2025 v Českej republike.

Kľúčové slová: *výživové doplnky, potravinové právo, zakázané látky, bezpečnosť potravín, ochrana zdravia spotrebiteľov, právna komparácia*

Abstract

On July 1, 2025, an amendment to Decree No. 58/2018 Coll., on dietary supplements and food composition, entered into force. The author focuses on the specific changes and additions to the legal regulation contained in the Czech decree on dietary supplements. Using methods of legal hermeneutics, the author interprets the new legislation, places it within the context of related provisions of food law regulations, and compares it with the Slovak legal framework for dietary supplements, which is contained in the decree of the Ministry of Agriculture of the Slovak Republic and the Ministry of Health of the Slovak Republic dated July 25, 2007, No. 16826/2007-OL, issuing the chapter of the Food Code of the Slovak Republic governing requirements for foods for special nutritional purposes and dietary supplements. The author's attention is also directed to the practical implications of the new legislation for manufacturers, distributors, and retailers of dietary supplements in both the Czech Republic and Slovakia, including cross-border market placement. The aim of the paper is to provide the reader with a clear and practically applicable interpretation of the legal regulation of dietary supplements effective from July 1, 2025, in the Czech Republic.

Key words: *dietary supplements, food law, prohibited substances, food safety, consumer health protection, legal comparison*

Úvod

Výživové doplnky predstavujú dynamicky sa rozvíjajúci segment potravinového trhu. Ich obľúbenosť medzi spotrebiteľmi je podmienená rastúcim dôrazom na zdravý životný štýl, prevenciu chorôb a podporu fyzickej i psychickej kondície. Zároveň však ide o kategóriu,

ktorá je z právneho hľadiska citlivá, keďže sa nachádza na pomedzí medzi potravinami a liekmi. Právne predpisy preto musia hľadať rovnováhu medzi ochranou verejného zdravia a umožnením voľného pohybu tovaru v rámci vnútorného trhu Európskej únie. Základný právny rámec výživových (potravinových) doplnkov je obsiahnutý v smernici Európskeho parlamentu a Rady 2002/46/ES z 10. júna 2002 o aproximácii právnych predpisov členských štátov týkajúcich sa potravinových doplnkov. V Českej republike bola táto smernica transponovaná vyhláškou č. 58/2018 Sb., o doplňcích stravy a složení potravin, ktorá bola novelizovaná vyhláškou č. 368/2024 Sb. Novela vyhlášky nadobudla účinnosť 1. júla 2025 a priniesla viaceré zmeny s významnými praktickými dopadmi v praxi potravinárskych podnikov. Ich spoločným menovateľom je posilnenie ochrany spotrebiteľa. Cieľom tohto príspevku je analyzovať novú právnu úpravu, zasadiť ju do širšieho kontextu potravinového práva Európskej únie a porovnať ju so slovenskou právnou úpravou výživových doplnkov. Osobitnú pozornosť bude venovaná aj praktickým dôsledkom pre výrobcov, distribútorov a predajcov výživových doplnkov, ktorá je úzko spätá s výkonom úradnej kontroly. Výživové doplnky pritom môžu byť na Slovensku kontrolované v rámci úradnej kontroly potravín ako aj v rámci štátneho zdravotného dozoru (Rybníkář, 2022).

Zmeny v českej vyhláške

Novela zásadne preformulovala zákaz obsiahnutý v § 5 vyhlášky č. 58/2018 Sb. Pôvodné znenie zakazovalo pridávanie omamných, psychotropných, anabolických či hormonálnych látok do výživových doplnkov. V aplikačnej praxi to však vytváralo problém. Ak bola látka prirodzenou súčasťou rastliny alebo suroviny, výrobca sa mohol brániť, že látku do doplnku stravy nepridal. Kontrolné orgány v rámci úradnej kontroly potravín mohli mať za tohto legislatívneho stavu problém účinne zasiahnuť.

Po novom sa doplnky stravy nesmú uvádzať na trh, ak obsahujú omamné a psychotropné látky, prekurzory drog, anaboliká, hormonálne a iné zdraviu škodlivé látky. Podstatnou zmenou je, že zákaz sa vzťahuje aj na prirodzený výskyt látok v rastlinných či živočíšnych zložkách, nielen na ich pridanie výrobcom. Ide tak o rozšírenie pôsobnosti zákazu, keďže dôvodová správa k novele výslovne uvádza, že účelom je eliminovať riziko, že výrobca sa bude odvolávať na prirodzený výskyt zakázanej látky. Výklad pojmu „*obsahuje*“ preto musí byť teleologický (so zreteľom na účel právnej úpravy). Dôležité nie je, či bola látka pridaná, ale či sa objektívne nachádza v produkte. Tento prístup kladie na výrobcov povinnosť dôslednejšie kontrolovať suroviny a vyžaduje náročnejšie laboratórne testovanie.

Novela zasiahla aj do príloh č. 1 a č. 2 vyhlášky č. 58/2018 Sb., ktoré obsahujú zoznamy povolených a zakázaných látok. Viaceré predchádzajúce zákazy a limity boli v rozpore alebo duplicitne s priamo aplikovateľnými predpismi Európskej únie. Preto sa z príloh vyhlášky (týkajúcich sa podmienok používania určitých látok) vypustil napríklad monakolín K z červenej fermentovanej ryže. Jeho limit je už upravený v prílohe III nariadenia (EÚ) 1925/2006 o pridávaní vitamínov a minerálov, ktorá stanovuje podmienky používania monakolínov z červenej kvasenej ryže tak, že každá porcia výrobku určená na dennú konzumáciu musí obsahovať menej ako 3 mg monakolínov z červenej kvasenej ryže.

Z príloh vyhlášky (týkajúcich sa podmienok používania určitých látok) sa vypustil aj dimetylaminooctanol (DMAE). Podľa predošlého znenia vyhlášky bolo v Českej republike povolené maximálne množstvo 20 mg v dennej dávke. Podľa nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 2015/2283 o nových potravinách však sú splnené

charakteristiky novej potraviny a táto látka podlieha schvaľovaciemu procesu podľa tohto nariadenia pred jej použitím vo výrobe potravín. Z prílohy vyhlášky obsahujúcej látky zakázané vo výrobe potravín boli ďalej vyňaté látky dehydroepiandrosterón (DHEA) a 5-hydroxytryptofán (5-HTP), pretože sú potenciálnymi novými potravinami a ich regulácia rovnako podlieha nariadeniu Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2015/2283 o nových potravinách. Novelou ďalej došlo k precizovaniu negatívneho (zakázaného) zoznamu rastlín. V prípade *Clematis spp.* (plamínek) sa zákaz sa obmedzil len na prípady, ak je prítomná kyselina aristolochová. Táto rastlina sa tradične používa ako liečivá rastlina, ale vzhľadom na obsah kyseliny aristolochovej bola zaradená do negatívneho zoznamu nariadenia. Ak je táto kyselina odstránená a chemicky nedetekovateľná, rastlina môže byť použitá v doplnkoch stravy. *Ipomoea spp.* (batát a povijnica vodná) boli z negatívneho zoznamu vyňaté, pretože sa bežne používajú ako zelenina. Vo vzťahu k melatonínu dôvodová správa odkazuje na stanovisko Státního ústavu pro kontrolu léčiv, podľa ktorého dávky menšie ako 0,5 mg nespĺňajú znaky liečiva a zodpovedajú prirodzeným hladinám po konzumácii niektorých potravín. Výrobky s dennou dávkou menej ako 0,5 mg melatonínu môžu byť preto zahrnuté do doplnkov stravy. Týmto krokom novela sleduje racionálne obmedzenie iba tých rastlín a látok, pri ktorých existuje vedecky podložené zdravotné riziko.

Dôvodová správa deklaruje súlad novely s článkom 14 ods. 9 nariadeniu Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002, ktoré stanovuje, že ak neexistujú osobitné predpisy Európskej únie, členský štát môže uplatniť svoje vnútroštátne normy potravinového práva („ak neexistujú konkrétne ustanovenia spoločenstva, potravinu sa bude považovať za bezpečnú, ak sa zhoduje s konkrétnymi ustanoveniami vnútroštátneho potravinového práva členského štátu, na území ktorého sa potravinu predáva; takéto ustanovenia sa vypracúvajú a uplatňujú bez toho, aby boli dotknuté ustanovenia zmluvy, najmä jej článkov 28 a 30“ (teraz články 34 a 36). Úpravy zakazujúce používanie určitých látok v potravinách podľa zákonodarcu spôsobia výlučne prekážky voľného pohybu, ktoré sú odôvodnené ochranou ľudského zdravia podľa článku 36 Zmluvy o fungovaní Európskej únie.

Komparácia so slovenskou právnou úpravou

Slovenskú právnú úpravu tvorí výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky z 25. júla 2007 č. 16826/2007-OL, ktorým sa vydáva Hlava Potravinového kódexu SR o potravinách na osobitné výživové účely a výživových doplnkoch. Tento výnos implementuje smernicu 2002/46/ES a dopĺňa všeobecný právny rámec obsiahnutý v zákone č. 152/1995 Z. z. o potravinách.

Slovenská úprava neobsahuje samostatný negatívny zoznam rastlín alebo látok. Platí generálna zásada, že doplnky musia byť bezpečné (§ 6 zákona č. 152/1995 Z. z. o potravinách). V zmysle § 6 ods. 5 písm. a) zákona č. 152/1995 Z. z. o potravinách „na trh je zakázané umiestňovať potraviny iné ako bezpečné.“ Predmetné ustanovenie je legislatívnym odkazom prepojené na čl. 14 nariadenia (ES) č. 178/2002 (všeobecné zásady a požiadavky potravinového práva), v zmysle ktorého „za nebezpečné sa budú považovať potraviny, ak sú zdraviu škodlivé a nebezpečné na ľudskú spotrebu“ (čl. 14 ods. 2 písm. a) a b). Ustanovenie následne vymenúva celý rad okolností, na ktoré je potrebné brať ohľad pri stanovovaní toho, či je niektorá potravinu nebezpečná. Prirodzene predmetná právna úprava sa vzťahuje aj na české právne prostredie, avšak potreba zákonného zakotvenia explicitného negatívneho zoznamu látok vznikla z aplikačnej

praxe českých kontrolních orgánů. Ako bolo uvedené, kontrolné orgány narážali na situácie, keď bola riziková látka prirodzenou súčasťou použitej rastliny, avšak výrobca sa bránil, že látku do doplnku nepridal, a teda formálne zákaz neporušil. Úrad mal problém takýto výrobok stiahnuť, ak nešlo o prekročenie explicitného limitu alebo látku uvedenú v prílohe.

Látky s omamným, psychotropným, hormonálnym, toxickým či inak nepriaznivým účinkom tak nie sú prípustné, a to bez ohľadu na to, či sú pridané alebo prirodzene prítomné. Ak by doplnok obsahoval takúto látku, nespĺňal by požiadavku bezpečnosti potravy a nemohol by byť uvedený na trh. V týchto oblastiach sa slovenská právna úprava spolieha na priamo uplatniteľné právo Európskej únie. To znamená, že ak určitá látka nie je schválená ako „nová potraviná“ alebo je zakázaná na úrovni Európskej únie, nemožno ju použiť ani v Slovenskej republike, aj keď to nie je výslovne upravené v Potravinovom kódexe. Pred uvedením na trh je výrobca povinný oznámiť zloženie a označenie výživového doplnku Úradu verejného zdravotníctva Slovenskej republiky. Úrad verejného zdravotníctva nie je oprávnený skúmať bezpečnosť či správne označenie výživového doplnku, výživový doplnok len eviduje.

Negatívne zoznamy rastlín sú teda v Českej republike podrobne precizované, kým na Slovensku takéto zoznamy absentujú a rozhoduje sa podľa zásady bezpečnosti a európskych predpisov. Osobitne možno poukázať na skutočnosť, že melatonín je v Českej republike povolený do 0,5 mg, kým v slovenskom právnom prostredí je vždy považovaný za liečivo.

Dopady novely na prax

Novela bude mať nepochybne praktické dôsledky pre výrobcov, distribútorov aj predajcov výživových doplnkov. V Českej republike musia výrobcovia prehodnotiť zloženie svojich produktov, najmä ak obsahujú látky, ktoré boli po novom zaradené medzi zakázané alebo ktorých regulácia sa presunula na úroveň Európskej únie. Označovanie výživových doplnkov musí reflektovať nové povinnosti, pričom však musí rešpektovať predovšetkým základný právny rámec označovania potravín v EÚ, ktorý je tvorený nariadením č. 1169/2011 a smernicou 2025/29/ES (Rybničár, 2024a).

Aj keď slovenská právna úprava sa nezmenila, pre slovenských podnikateľov môžu rozdiely oproti českej úprave vyžadovať odlišné šarže produktov pre jednotlivé trhy, čo zvyšuje výrobné a logistické náklady. Zmeny môžu priniesť najmä komplikácie pri cezhraničnom obchode. Napríklad český výrobca môže umiestňovať na trh výživový doplnok s melatonínom s obsahom nižším ako 0,5 mg, ktorý však na Slovensku nemožno uviesť na trh. Naopak, slovenský výrobca môže ponúkať produkt s rastlinnou zložkou, ktorá nie je v Slovenskej republike explicitne zakázaná, ale v Českej republike je zaradená na negatívny zoznam. To vyžaduje prispôbovanie receptúr a etikiet pre jednotlivé trhy.

Možno teda zhrnúť, že výrobcovia musia pri cezhraničnom uvádzaní produktov na trh rešpektovať odlišnosti (najmä pri melatoníne). Distribútori zas čelia potrebe prispôbovať etikety a dokumentáciu, čo zvyšuje náklady.

Ako ďalší príklad diskrepancií medzi právnou úpravou Českej republiky a Slovenska možno uviesť výživové doplnky obsahujúce Ginkgo dvojlaločné *Ginkgo biloba*. Výrobca výživových doplnkov obsahujúcich Ginkgo dvojlaločné musí v zmysle českej právnej úpravy uvádzať na označení upozornenie na riziko zníženia zrážanlivosti krvi. Slovenská právna úprava takúto povinnosť nestanovuje. Uvedené upozornenie predstavuje

z pohľadu potravinového informačného práva ďalší povinný údaj podľa vnútroštátneho práva (práva Českej republiky) (Rybníkář, 2024b).

Záver

Novela českej vyhlášky č. 58/2018 Sb. predstavuje významný krok smerom k posilneniu ochrany spotrebiteľa a k zosúladieniu s právom Európskej únie. Rozšírenie zákazu obsahu nebezpečných látok, zmeny v prílohách, osobitný režim melatonínu a odstránenie duplicití voči európskym predpisom sú kroky, ktoré prinesú väčšiu právnu istotu aj vyššiu mieru bezpečnosti na trhu s doplnkami stravy.

Komparácia so slovenskou právnou úpravou ukazuje, že oba systémy sa vyvíjajú odlišne: zatiaľ čo Česká republika detailne reguluje konkrétne rastlinné a chemické látky, Slovensko ponecháva väčší priestor európskym predpisom a sústreďuje sa na administratívnu notifikáciu. Tieto rozdiely však spôsobujú problémy pri cezhraničnom uvádzaní produktov na trh.

Dôvodová správa na jednej strane uvádza, že novela má predovšetkým technicko-harmonizačný charakter – odstránila duplicitu s právom Európskej únie, precizovala niektoré výrazy a zosúladiť českú úpravu s vedeckými poznatkami a praxou kontrolných orgánov. Podľa zákonodarcu tak nejde o radikálnu zmenu systému, ale o jemné doladenie s cieľom posilniť ochranu zdravia a právnu istotu na trhu doplnkov stravy. Na druhej strane pre výrobcov, distribútorov a predajcov je nevyhnutné dôkladne sledovať legislatívne zmeny, investovať do právneho a vedeckého poradenstva a flexibilne prispôbovať svoje produkty jednotlivým trhom.

Kľúčovým prvkom novely je rozšírenie zákazu na látky prirodzene obsiahnuté v rastlinách a odstránenie duplicit s právom Európskej únie. V porovnaní so Slovenskou republikou, kde je táto problematika riešená implicitne zásadou bezpečnej potravy, česká právna úprava volí explicitný prístup pre posilnenie právnej istoty. Príspevok tak ukazuje, že hoci oba systémy smerujú k rovnakému cieľu – ochrane zdravia spotrebiteľa – volia odlišné právno-technické prostriedky.

Literatúra

Česká republika. Vyhláška č. 58/2018 Sb. ze dne 29. března 2018, o doplňcích stravy a složení potravin. *Sbírka zákonů*, 2018, č. 29, s. 739–740.

Česká republika. Vyhláška č. 368/2024 Sb. ze dne 4. prosince 2024, kterou se mění vyhláška č. 58/2018 Sb., o doplňcích stravy a složení potravin. *Sbírka zákonů*, 2024, č. 368, s. 2–8.

Slovenská republika. Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 16826/2007-OL zo dňa 25. júla 2007, ktorým sa vydáva Hlava Potravinového kódexu SR o potravinách na osobitné výživové účely a výživových doplnkoch. *Vestník Ministerstva pôdohospodárstva SR*, 2007, č. 14, s. 52.

Slovenská republika. Zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 152/1995 Z. z. o potravinách z 27. júna 1995. *Zbierka zákonov Slovenskej republiky*, 1995, č. 152, s. 1–24.

Európska únia. Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1925/2006 zo dňa 20. decembra 2006 o pridávaní vitamínov a minerálnych látok a niektorých ďalších látok do potravín. *Úradný vestník Európskej únie L 404*, 30.12.2006, s. 26–38.

Európska únia. Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 2015/2283 zo dňa 25. novembra 2015 o nových potravinách, ktorým sa mení nariadenie (EÚ) č. 1169/2011

a zrušuje nariadenie (ES) č. 258/97 a nariadenie Komisie (ES) č. 1852/2001. *Úradný vestník Európskej únie*, L 327, 11.12.2015, s. 1–22.

Európska únia. Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 zo dňa 28. januára 2002, ktorým sa ustanovujú všeobecné zásady a požiadavky potravinového práva, zriaďuje Európsky úrad pre bezpečnosť potravín a stanovujú postupy v záležitostiach bezpečnosti potravín. *Úradný vestník Európskej únie*, L 31, 1. 2. 2002, s. 1–24.

Rybníkář, S. 2022. Úradná kontrola potravín. In: Venhartová, J., Rybníkář, S., Gábriš, T. a kol.: *Potravinové právo*. 1. vydanie. Bratislava : C. H. Beck, 2022. s. 256.

Rybníkář, S. 2024a. *Vzájomné uznávanie názvov potravín v Európskej únii*. In: Adamová, Z. Nové technológie, internet a duševné vlastníctvo (6): označovanie produktov. 1. vydanie: Trnava: Trnavská univerzita v Trnave. Typi Universitatis Tyrnaviensis, spoločné pracovisko Trnavskej univerzity v Trnave a Vedy, vydavateľstva Slovenskej akadémie vied, 2024. s. 59.

Rybníkář, S., Pogádl, M. 2024b. Povinné sprievodné údaje názvu potraviny s akcentom na právny poriadok Slovenskej republiky In: Rybníkář, S., Pogádl, M. *Potravinové právo 2024: konferenčný zborník vedeckých prác z medzinárodnej vedeckej konferencie Potravinové právo 2024*. 1. vydanie. Trnava: Trnavská univerzita v Trnave. Právnická fakulta, s. 62.

Kontaktná adresa

JUDr. Lenka Bogárová, Trnavská univerzita v Trnave, Právnická fakulta, Ústav duševného vlastníctva, technológií a produktového práva, Hornopotočná 23, 918 43 Trnava, e-mail: lenka.bogarova@tvu.sk

Vplyv podávania nanočastíc ZnO v diéte na depozíciu mikroelementov v mäse a pečeni jahniat

The Effect of Dietary ZnO Nanoparticles on the Microelement Deposition in the Meat and Liver of Lambs

Čobanová, K., Bombárová, A., Grešáková, Ľ., Takácsová, M.

Centrum biovied SAV, v.v.i., Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Košice, Slovensko

Súhrn

Cieľom tejto štúdie bolo sledovať depozíciu mikroelementov v požívateľných tkanivách jahniat dostávajúcich diéty suplementované rôznymi dávkami nanočastíc ZnO. Dvadsaťosem jahniat (Zošľachtená valaška) bolo náhodne rozdelených do štyroch skupín (n=7) a boli kŕmené rovnakou bazálnou diétou (jačmeň: 350 g a lúčne seno: 700 g/deň/zviera) s prídavkom nanočastíc ZnO (40 alebo 80 mg Zn/kg diéty), alebo anorganického ZnO (80 mg Zn/kg diéty). Po 70 dňoch prijímania experimentálnych diét boli odobraté vzorky svalov (*m. longissimus dorsi*, *m. semitendinosus*) a pečene na stanovenie mikroelementov (Zn, Fe, Cu, Mn). Naše výsledky ukázali, že suplementácia diét nanočasticami ZnO v dávke do maximálneho v EÚ povoleného množstva Zn (120 mg/kg kompletného krmiva) mala za následok zvýšenie obsahu zinku v pečeni, ale vo svalovine neboli zistené signifikantné zmeny v koncentrácii mikroelementov u rastúcich jahniat.

Kľúčové slová: zinok, nanočastice, stopové prvky, jahňa, požívateľné tkanivá

Abstract

The presented study aimed to investigate the microelement deposition in edible tissues of lambs fed diets supplemented with various doses of ZnO nanoparticles. Twenty-eight male lambs (Improved Valachian) were randomly divided into four groups (n=7) and fed an identical basal diet (ground barley: 350 g and meadow hay: 700 g/day/animal) enriched with either ZnO nanoparticles (40 or 80 mg Zn/kg diet) or inorganic ZnO (80 mg Zn/kg diet). The samples of muscle (*m. longissimus dorsi*, *m. semitendinosus*) and liver were collected after 70 days of treatment for the microelement (Zn, Fe, Cu, Mn) analysis. Our results showed that feed supplementation with zinc nanoparticles in a dose up to the total Zn maximum level authorised in the EU (120 mg/kg complete feed) resulted in higher zinc level in the liver; however, no response was found in microelements content in the muscles of growing lambs.

Key words: zinc, nanoparticles, trace elements, lamb, edible tissues

Úvod

V posledných rokoch sa čoraz častejšie používajú minerálne nanočastice vo výžive hospodárskych zvierat, ktoré vďaka malým rozmerom (<100 nm), väčšej povrchovej ploche a špecifickým vlastnostiam umožňujú lepšiu biovyužitelnosť minerálov z týchto zdrojov. Nanočastice zinku majú potenciál byť alternatívou k štandardne používaným anorganickým formám, kvôli ich lepšej absorpcii z dôvodu zamedzenia antagonistických interakcií s inými minerálmi, lepšej využiteľnosti Zn a celkovému zlepšeniu úžitkovosti a zdravotného stavu zvierat, čím je možné znížiť jeho potrebné množstvo v krmivách zvierat (Swain et al., 2016). Zistilo sa, že použitie nanočastíc zinku môže zvyšovať množstvo aj kvalitu živočíšnych produktov. Niektoré štúdie preukázali, že suplementácia

krmív nanominerálmi má potenciál zvýšiť obsah minerálov v živočíšnych produktoch, ako je mäso a vajcia (Patra and Lalhriatpuli, 2019; Abdelnour et al., 2021). Avšak je tu veľa nejasností ohľadom bezpečnosti nanočastíc a ich metabolickom osude v organizme zvierat, ako aj ich vplyve na životné prostredie. Preto je nevyhnutné získať nové poznatky o možných zmenách v depozícii minerálov v tkanivách/produktoch určených na konzum a o kvalite živočíšnych produktov pri príjme rôznych foriem a dávok minerálnych nanočastíc, čo môže mať vplyv aj na biovyužiteľnosť stopových prvkov z týchto minerálnych zdrojov.

Cieľom tejto práce bolo zistiť zmeny v depozícii mikroelementov (Zn, Fe, Cu, Mn) v mäse a pečeni jahniat dostávajúcich diéty suplementované rôznymi dávkami nanočastíc ZnO (40 alebo 80 mg Zn/kg diéty), alebo anorganickým ZnO po dobu 70 dní.

Materiál a metodika

Dvadsaťosem kastrovaných barančekov (Zošľachtená valaška) vo veku 4 mesiacov bolo individuálne umiestnených v kotercoch počas 30 dňovej adaptačnej periódy a boli kŕmené rovnakou bazálnou diétou (BD), ktorá bola zložená z 350 g jačmeňa a 700 g sena/deň/zviera. Následne boli zvieratá náhodne rozdelené do štyroch skupín (7 zvierat/skupina) podľa príjmu experimentálnych diét, pričom ich priemerná hmotnosť bola $20,2 \pm 2,7$ kg. Prvá skupina (Kontrola) dostávala nesuplementovanú BD (23,3 mg Zn/kg), druhá skupina (ZnO NPs 40) mala BD suplementovanú nanočasticami ZnO (< 30 nm, SkySpring Nanomaterials, Houston, USA) v množstve 40 mg/kg diéty, tretia skupina (ZnO NPs 80) dostávala diétu obohatenú o rovnaké nanočastice ZnO v dávke 80 mg/kg diéty a štvrtá skupina (ZnO 80) bola kŕmená BD obohatenou o anorganický ZnO v množstve 80 mg/kg diéty. Na konci 70 dňového experimentu boli zvieratá humanne usmrtené a boli im odobrané vzorky pečene, chrbtového svalu (*m. longissimus dorsi* - MLD) a stehenného svalu (*m. semitendinosus* - MST). Obsah stopových prvkov bol meraný pomocou atómového absorpčného spektrometra (AAS, Shimadzu AA-7000, Kyoto, Japonsko). Meraniu predchádzala mineralizácia vzoriek tkanív mokkým rozkladom v zmesi 65 % kyseliny dusičnej a 30 % peroxidu vodíka v pomere 3:1 za použitia mikrovlnného zariadenia Speedwave MWS4 (Berghof Company, Nemecko) (Grešáková et al., 2016). Na štatistické vyhodnotenie výsledkov bola použitá jednocestná ANOVA s Tukey post-testom pre zistenie štatisticky významného rozdielu medzi skupinami použitím softvéru GraphPad Prism 8.4.2. (GraphPad Software, San Diego, CA, USA).

Výsledky a diskusia

V predchádzajúcom experimente sme zistili, že príjem rôznych foriem organického zinku v množstve 80 mg Zn/kg po dobu 120 dní nemal za následok signifikantné zmeny v koncentrácii zinku v pečeni a svaloch jahniat, napriek tomu že v literatúre sa uvádza vyššia biovyužiteľnosť zinku z jeho organických zdrojov (Grešáková et al., 2021). Výsledky nášho experimentu ukázali, že koncentrácia Zn v pečeni bola signifikantne zvýšená u jahniat prijímajúcich nanočastice ZnO v dávke 40 mg Zn/kg ($P < 0,05$) a taktiež v skupine dostávajúcej anorganický ZnO ($P < 0,05$) oproti kontrolnej skupine. Koncentrácie Cu a Fe neboli v pečeni významne zmenené, v prípade Mn bola zistená tendencia ($P = 0,057$) k vyšším hodnotám v skupinách dostávajúcich vyššie dávky Zn. Koncentrácie stopových prvkov v chrbtovom a stehennom svalu neboli ovplyvnené príjmom experimentálnych diét. Získané výsledky depozície mikroelementov v tkanivách naznačujú, že príjem nanočastíc ZnO pri celkovej koncentrácii Zn v diéte do

maximálneho povoleného množstva Zn v EÚ (120 mg Zn/kg celkového krmiva) pre ovce (EC, 2016), pravdepodobne nespôsobuje nežiaduce interakcie s inými stopovými prvkami počas ich absorpcie v tráviacom trakte. Tento výsledok môže naznačovať, že nanočastice ZnO v diétach zvierat môžu zabezpečiť lepší prísun minerálov do tkanív vďaka ich vyššej biovyužitelnosti, najmä kvôli využívaniu odlišných transportných mechanizmov počas absorpcie a menšej interakcii s inými minerálmi a zložkami krmiva v gastrointestinálnom trakte. Príjem nerozpustných, alebo pomaly sa rozpúšťajúcich nanočastíc krmivom umožňuje translokáciu malých častíc z gastrointestinálneho traktu do iných tkanív v organizme (Schoonjans et al., 2023). Nanočastice ZnO prijaté potravou sa väčšinou rozpúšťajú v žalúdku, kde tvoria ióny Zn^{2+} ktoré sa viažu s ligandmi/proteínmi obsahujúcimi síru, čo im umožňuje transport a prestup do jednotlivých tkanív. Rozpustnosť nanočastíc ZnO zohráva dôležitú úlohu pri hodnotení ich nežiadúcich/toxických účinkov (Baek et al., 2012).

Záver

Záverom môžeme konštatovať, že podávanie diét suplementovaných zinkom v dávke do jeho maximálnej povolenej koncentrácie v EÚ nemalo vplyv na koncentráciu stopových prvkov vo svalovine jahniat. Príjem nanočastíc ZnO v dávke 40 mg Zn/kg a anorganického ZnO v dávke 80 mg Zn/kg mal za následok zvýšenie koncentrácie Zn v pečeni, avšak koncentrácie Fe, Cu a Mn v tomto tkanive neboli signifikantne ovplyvnené príjmom experimentálnych diét.

Literatúra

- Abdelnour, S.A., Alagawany, M., Hashem, N.M., Farag, M.R., Alghamdi, E.S., Hassan, F.U., Bilal, R.M., Elnesr, S.S., Dawood, M.A.O., Nagadi, S.A., Elwan, H.A.M., Almasoudi, A.G., Attia, Y.A. 2021. Nanominerals: Fabrication Methods, Benefits and Hazards, and Their Applications in Ruminants with Special Reference to Selenium and Zinc Nanoparticles. *Animals*, vol. 11, p. 1916. <https://doi.org/10.3390/ani11071916>
- Baek, M., Chung, H.E., Yu, J., Lee, J.A., Kim, T.H., Oh, J.M., Lee, W.J., Paek, S.M., Lee, J.K., Jeong, J., Choy, J.H., Choi, S.J. 2012. Pharmacokinetics, tissue distribution, and excretion of zinc oxide nanoparticles. *International Journal of Nanomedicine*, vol. 7, pp. 3081-3097. <http://dx.doi.org/10.2147/IJN.S32593>
- EC, 2016. The European Commission, Commission Implementing Regulation (EU) 2016/1095. *Official Journal of the European Union*. 7.7.2016, L 182/7-L182/27.
- Grešáková, Ľ., Venglovská, K., Čobanová, K. 2016. Dietary manganese source does not affect Mn, Zn and Cu tissue deposition and the activity of manganese-containing enzymes in lambs. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, vol. 38, pp. 138-143. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2016.05.003>
- Grešáková, Ľ., Tokarčíková, K., Čobanová, K. 2021. Bioavailability of dietary zinc sources and their effect on mineral and antioxidant status in lambs. *Agriculture*, vol. 11, p. 1093. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111093>
- Patra, A., Lalhriatpuli, M. 2019. Progress and prospect of essential mineral nanoparticles in poultry nutrition and feeding: a review. *Biological Trace Element Research*, vol. 197, pp. 233-253. doi: 10.1007/s12011-019-01959-1
- Schoonjans, R., Castenmiller, J., Chaudhry, Q., Cubadda, F., Daskaleros, T., Franz, R., Gott, D., Mast, J., Mortensen, A., Oomen, A.G., Rauscher, H., Weigel, S., Astuto, M.C., Cattaneo, I., Barthelémy, E., Rincon, A., Tarazona, J. 2023. Regulatory safety assessment

of nanoparticles for the food chain in Europe. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 134, pp. 98-111. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.01.017>
Swain, P.S., Rao, S.B.N., Rajendran, D., Dominic, G., Selvaraju, S. 2016. Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement: A review. *Animal Nutrition*, vol. 2, pp. 134-141. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.06.003>

PodĎakovanie

Práca bola financovaná grantom Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-21-0301.

Kontaktná adresa

RNDr. Klaudia Čobanová, PhD., Centrum biovied SAV, v. v. i., Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6, 040 01 Košice, SR, e-mail: boldik@saske.sk

Buvolí mléko: Obsah cholesterolu *Buffalo Milk: Content of Cholesterol*

Dluhošová, S.¹, Králová, M.¹, Zábrodská, B.², Doležalová, J.¹, Bartáková, K.¹,
Bursová, Š.¹

¹Veterinární univerzita Brno

²Agrovýzkum Rapotín s.r.o., Šumperk

Souhrn

Studie je zaměřena na obsah cholesterolu v syrovém buvolím mléce. Pro přípravu vzorků byla zvolena saponifikace a extrakce z kapaliny do kapaliny. Vzorky byly analyzovány metodou kapalinové chromatografie s detekcí v UV oblasti.

Koncentrace cholesterolu byla $12,55 \pm 4,05$ mg/100 g mléka. Mezi bazénovými ($12,398 \pm 1,748$ mg/100 g mléka) a individuálními ($12,596 \pm 4,603$ mg/100 g mléka) vzorky nebyla zjištěna statistická významnost ($p > 0,05$).

Klíčová slova: *cholesterol, saponifikace, UPLC-UV, bazénové vzorky, individuální vzorky, kravské mléko, kozí mléko, ovčí mléko, kolostrum*

Abstract

The study is focused on the cholesterol content in raw buffalo milk. Saponification and liquid-liquid extraction were chosen for samples preparation. The samples were analysed by liquid chromatography with UV detection.

The cholesterol concentration was 12.55 ± 4.05 mg/100 g milk. There was no statistical significance ($p > 0.05$) between bulk tank (12.398 ± 1.748 mg/100 g milk) and individual (12.596 ± 4.603 mg/100 g milk) samples.

Key words: *cholesterol, saponification, UPLC-UV, bulk tank samples, individual samples, cow milk, goat milk, sheep milk, colostrum*

Úvod

Přestože je produkce buvolího mléka soustředěna především na asijský kontinent do oblastí Indie, Pákistánu a Číny, začíná se postupně rozšiřovat do oblastí Evropy. Zde se chovem buvolů a produkcí buvolího mléka a výrobků z nich můžeme setkat především v Itálii. Asi nejtypičtějším italským výrobkem je „Mozzarella di Bufala Campana“ s chráněným označením původu. V žebříčku je celosvětově produkce buvolího mléka na druhém místě, hned za produkcí mléka kravského. Buvoli jsou chováni nejen jako pracovní zvířata, ale taktéž pro jejich mléčnou užitkovost. Pro chov je nejčastěji využíván buvol vodní (*Bubalus bubalis*), také známý jako italský druh tzv. Mediterranean buffalo, či buvol mokřadní (*Bubalus carabanesis*). Kromě již výše popsaneho velmi chutného sýru „Mozzarella“ jsou na trhu dostupné tradiční i specifické výrobky, které našly své využití v nutraceutice, jako superpotraviny či ve výživě pro kojence (Khan et al., 2022; Garau et al., 2021; Choudhary et al., 2019).

Složení buvolího mléka je ovlivněno mnoha faktory, jako je plemeno, pořadí laktace, fáze laktace, složení krmné dávky, roční období, klimatické podmínky aj. Obsaženými látkami a jejich koncentracemi se přirovnává k mlékům velkých i malých přežvýkavců běžně konzumovaných na evropském kontinentu, nebo mlék dalších živočišných druhů, pro Evropu již méně běžných (klisny, oslice). Ovšem i ve složení se najdou jistá specifika v podobě odlišného složení kaseinů a syrovátkových bílkovin, nebo přítomností

speciálních neuroprotektivních látek, tzv. gangliosidů (Garau et al., 2021; Abd El-Salam et El-Shibiny, 2011).

Nutriční i senzorický profil buvolího mléka (Zábrodská, 2022) a výrobků z nich mohou napomoci rozšiřování chovu buvolů z jižní části Evropy směrem vnitrozemským.

Cholesterol je důležitá látka lipidové povahy, která je součástí buněčných membrán a lipoproteinových částic. Přítomnost cholesterolu v organismu (ať už z vlastní produkce nebo příjmu potravou) je nezbytná pro jeho správné fungování. Je také prekurzorem steroidních hormonů (testosteronu a estrogeneru), žlučových kyselin a vitamínu D. Tato relativně malá molekula hraje velmi výraznou roli v organismu. Z větší části je produkce cholesterolu zajištěna játry, nadledvinkami, střevem i gonádami. Pouhých 20-25 % je přijímáno z potravin živočišného původu. Cholesterol je látka, která napomáhá k udržování strukturální integrity a fluidity buněčných membrán. Biosyntéza žlučových kyselin usnadňuje trávení a vstřebávání tukových látek. Funkcí lipoproteinů je pak převedení látek hydrofobní povahy na látky hydrofilní. K tomu slouží lipoproteiny o různé hustotě (VLDL, LDL, IDL, HDL). Na druhou stranu je vysoký obsah cholesterolu spojován s civilizačními chorobami, především predispozicí ke vzniku aterosklerózy a následných poruch kardiovaskulárního systému. I když je téma nadbytku cholesterolu v současné době ve stravě spíše přezitek (ve srovnání s dekádami na konci milénia), je důležité, aby populace byla informována o možných rizicích souvisejících s propojením stravovacích návyků a závažných chorob (Li et al., 2019). Protože je cholesterol řazen k látkám tukové povahy, je na místě zmínit, že se obsah tuku v buvolím mléce pohybuje přibližně v rozmezí 6,6-9,6 g/100 g (Abd El-Salam et El-Shibiny, 2011; Zava et Sansiřena, 2017).

Materiál a metodika

Použité standardy a chemikálie byly analytického stupně čistoty.

Standard: cholesterol 99% (Sigma-Aldrich, DE); hydroxid draselný, bezvodý síran sodný, hydrochinon, kyselina askorbová (Penta, ČR); methanol (Fisher Scientific, UK) a n-hexan pro HPLC (Sigma-Aldrich, DE); 2% roztok fenolftaleinu (Penta, ČR) v ethanolu (Merck, DE). Byla použita deionizovaná voda (Aqua Osmotic 03 device, ČR).

Instrumentace: analytické laboratorní váhy Kern ALJ 160-4NM (Balingen, DE), varné magnetické desky (Scott SLR, DE), ultrazvuková lázeň (Kreintek, SK), orbitální třepačka GFL 3005 (Merci, ČR), třepačka Reax Control (Heidolph Instruments, DE), vakuová rotační odparka s vodní lázní (Büchi Labortechnik AG Flawil, CH), vakuové čerpadlo ME2NT Vacuumbrand (Wertheim, DE). Mobilní fáze byly přefiltrovány přes membránový filtr (0,2 µm) a odplyněny v ultrazvukové vodní lázni po dobu 15 minut. Vzorky byly filtrovány přes 0,2 µm nylonový stříkačkový filtr. K práci byly použity skleněné, plastové, keramické a kovové laboratorní pomůcky.

Vzorky buvolího mléka

Pro stanovení byly použity individuální i bazénové vzorky buvolího mléka odebírané v období od května do června 2025 ze dvou farem v České republice. Bylo odebráno 32 vzorků, z toho 24 individuálních a 8 bazénových. Vzorky byly do analýzy uchovány ve zmraženém stavu při teplotě -24 ± 2 °C. V den stanovení byly vzorky temperovány na 35 °C pro lepší homogenizaci, před navážením ochlazený na laboratorní teplotu (22 ± 2 °C).

Příprava vzorků

Ke vzorku byl přidán methanolický roztok KOH; pro stabilizaci vzorku byly přidány hydrochinon a kyselina askorbová. Vzorek byl saponifikován během varu. Následně byla provedena extrakce analytů metodou z kapaliny do kapaliny. Extrakt byl neutralizován deionizovanou vodou do neutrální reakce (indikátor: 2% roztok fenolftaleinu). Pro odstranění zbytkové vody z extraktu byl přidán bezvodý síran sodný. Vzorek byl odpařen na vakuové rotační odparce, rekonstituován do methanolu a přefiltrován. Každý vzorek byl zpracován v triplicátu.

Chromatografická analýza

Pro stanovení lipofilních látek byl použit kapalinový chromatograf Acquity UPLC (Waters, USA). Kolona Acquity UPLC BEH C8 2,1x100 mm, 1,7 μ m (Waters, IE) byla použita k separaci analytů. Další nastavení: vodná mobilní fáze a organická mobilní fáze (methanol) v poměru 7:93; průtok 0,4 ml/min, izokratická eluce; teplota na koloně 35 °C, doba analýzy 4,5 min. Pro detekci byl použit UV detektor (205 nm). Vyhodnocení bylo provedeno metodou kalibrační přímky přes software Empower 2 (Waters, USA).

Statistické vyhodnocení

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny programem Microsoft Excel (Microsoft, USA) a Unistat for Excel 6.5 (Londýn, UK) za použití testů normality Shapiro-Wilkova, neparametrického Kruskal-Wallisova a mnohonásobného porovnávání.

Výsledky a diskuze

V tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty tuku v buvolím mléce. Jeho množství bylo měřeno pomocí MilkoScan Mars (FOSS) (Zábrodská, 2022).

Tabulka 2 ukazuje hodnoty cholesterolu a statistické parametry pro všechny analyzované vzorky i zvlášť pro vzorky bazénové a individuální.

Tabulka 1: Obsah tuku v buvolím mléce [g/100 ml]

	Průměr	SD	RSD	Min	Max	Med
Komplet (n=27)	8,311	1,731	20,832	5,300	11,850	8,320
Bazén (n=8)	7,410	0,701	9,460	6,630	8,470	7,235
Individuál (n=19)	8,690	1,904	21,913	5,300	11,850	8,560

SD, směrodatná odchylka; RSD, relativní směrodatná odchylka; Min, minimum; Max, maximum; Med, median

Tabulka 2: Obsah cholesterolu v buvolím mléce [mg/100 g mléka]

	Průměr	SD	RSD	Min	Max	Med
Komplet (n=32)	12,547	4,052	32,293	4,331	21,762	12,135
Bazén (n=8)	12,398 ^a	1,748	14,099	9,927	14,445	12,986
Individuál (n=24)	12,596 ^a	4,603	36,542	4,331	21,762	12,028

SD, směrodatná odchylka; RSD, relativní směrodatná odchylka; Min, minimum; Max, maximum; Med, median

^a, mezi skupinami není statistická významnost ($p > 0,05$)

Přestože obsah tuku v buvolím mléce (6,6-9,6 %) je vyšší než v mléce kravském (3,3-4,3 %), obsah cholesterolu může být v buvolím mléce až o 24 % nižší. Autoři to vysvětlují vlastnostmi tukových kapének buvolího mléka (Zava et Sansiñena, 2017; Abd El-Salam et El-Shibiny, 2011). Na druhou stranu studie od Oh et al. (2001) tvrdí, že čím vyšší je obsah tuku, tím je podíl cholesterolu větší, a to platí jak pro mezidruhová mléka, tak pro finální výrobky z něj. Autoři uvádějí, že mléka mezi dvěma a pěti procenty tuku obsahují 10,1-17,7 mg cholesterolu (na 100 ml mléka). Vzhledem k roku vydání publikace je možné, že došlo během let k dalšímu zkoumání povahy a efektů lipofilních látek. Autoři Abd El-Salam et El-Shibiny (2011) uvádějí ve své rešeršní práci hodnoty cholesterolu 8,89-10,24 mg/100 ml (Pákistán); 9,18-12,7 mg/100 ml a 14,2-16,0 mg/100 ml (Itálie); 9,18-12,7 mg/100 g (Nepál) a 8,06-17,96 mg/100 ml (Indie). Ahmad et al. (2013) ve své publikaci zmiňují, že obsah cholesterolu je v mléce buvolím nižší než v mléce kravském. Ovšem v kolostru a mastitidním mléce, stejně jako v nádoji z jarních měsíců, je obsah cholesterolu vyšší. Obsah cholesterolu dle Khan et al. (2022) byl v buvolím mléce nižší (0,15 mg/100 g) než v mléce kravském (0,38 mg/100 g). Precht (2001) uvádí rozmezí cholesterolu u různých plemen krav v Německu mezi 204,4-382,5 mg/100 g tuku; v dalších evropských zemích 215,0-331,6 mg/100 g tuku. V kolostru během prvního týdne *post partum* se obsah cholesterolu zvyšuje a hodnoty autor uvádí 213,1-583,9 mg/100 g tuku. Rozmezí cholesterolu dle plemene dojného skotu v dalších zemích světa se pohybuje od 222,4 do 387 mg/100 g tuku. Ve své studii Faye et al. (2015) srovnávali obsah cholesterolu v kravském a velbloudím mléce. Kravské mléko obsahovalo 8,51±9,07 mg/100 g; velbloudí 5,64±3,18 mg/100 g. Autoři srovnávali výsledky s hodnotami jiných živočišných druhů: pro zebu 10,2±9,7 mg/100 ml (Talpur et al., 2006) a kozí a ovčí mléko s hodnotami cholesterolu 8,1 a 22,7 mg/100 ml (Strzalkowska et al., 2006; Mayer et Fiechter, 2012). Kolarič a Šimko (2021) uvádějí hodnoty pro kravské mléko s obsahem tuku 3,5 % 109,02±6,04 a 104,69±0,05 mg/kg; pro ovčí mléko s 5 % tuku 190,80±11,16 mg/kg; pro kozí mléko se 3 % tuku 172,52±4,77 mg/kg.

Porovnáme-li výsledky naší studie s výše uvedenými publikacemi, je hodnota 12,547±4,052 mg/100 g mléka v podobném rozmezí s buvolím mlékem asijských oblastí. Pro kravské mléko a mléka malých přežvýkavců jsou hodnoty vyšší, i když obsah tuku je o poznání nižší.

Závěr

Koncentrace cholesterolu v buvolím mléce se pohybovaly od 4,331 do 21,762 mg/100 g mléka (průměrně 12,547±4,052 mg/100 g mléka). Z hlediska možností konzumace buvolího mléka a výrobku z něj v České republice je příjem cholesterolu touto potravinou téměř nulový. Na základě tohoto zjištění zde nejsou rizika spjatá s nadbytečným příjmem cholesterolu v souvislosti s chorobami kardiovaskulárního systému. Přesto je nutné dbát na konzumaci pestré stravy, která bude mít pozitivní dopady na naše zdraví z dlouhodobého hlediska. Mléko a mléčné výrobky, stejně jako ostatní přirozené zdroje potravin jsou velmi dobrou volbou. A kdo ví? Třeba jednou bude na našem jídelníčku buvolí mléko jeho běžnou součástí.

Literatura

Abd El-Salam, M. H., El-Shibiny, S. 2011. A comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk. *Dairy Science and Technology*, vol. 91, pp. 663-699.

- Ahmad, S., Anjum, F. M., Huma, N., Sameen, A., Zahoor, T. 2013. Composition and physico-chemical characteristics of buffalo milk with particular emphasis on lipids, proteins, minerals, enzymes and vitamins. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 23, pp. 62-74.
- Choudhary, S., Arora, S., Kumari, A., Narwal, V., Singh, A. K. 2019. Effect of quality of milk on physico-chemical characteristics of buffalo milk concentrate (khoa) during storage. *Journal of Food Science and Technology*, vol. 56, no. 3, pp. 1302-1315.
- Faye, B., Bengoumi, M., Al-Masaud, A., Konuspayeva, G. 2015. Comparative milk and serum cholesterol content in dairy cow and camel. *Journal of King Saud University – Science*, vol. 27, pp. 168-175.
- Garau, V., Manis, C., Scano, P., Caboni, P. 2021. Compositional characteristics of Mediterranean buffalo milk and whey. *Dairy*, vol. 2, pp. 469-488.
- Khan, I. T., Nadeem, M., Ullah, R., Imran, M. 2022. Triglyceride, fatty acid profile, antioxidant characteristics, vitamins, lipid oxidation and induction period of ice cream produced from cow and buffalo milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 46, e17278.
- Kolarič, L., Šimko, P. 2021. Simultaneous determination of cholesterol, stigmasterol, and β -sitosterol contents in milk and dairy products. *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 46, e16146.
- Li, L. H., Dutkiewicz, E. P., Huang, Y. C., Zhou, H. B., Hsu, C. C. 2019. Analytical methods for cholesterol quantification. *Journal of Food and Drug Analysis*, vol. 27, pp. 375-386.
- Mayer, H. K., Fiechter, G. 2012. Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. *International Dairy Journal*, vol. 24, pp. 57-63.
- Oh, H. I., Shin, T. S., Chang, E. J. 2001. Determination of cholesterol in milk and dairy products by high-performance liquid chromatography. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, vol. 14, no. 10, pp. 1465-1469.
- Precht, D. 2001. Cholesterol content in European bovine milk fats. *Nahrung/Food*, vol. 45, no. 1, pp. 2-8.
- Strzalkowska, N., Gagnicka, E., Jozwik, A., Krzyzewski, J. 2006. Concentration of total cholesterol in milk of Polish White improved goats during the whole lactation. *Tierarztpraxis Arche*, vol. 49, pp. 166-173.
- Talpur, F. N., Bhanger, M. I., Khuhawar, M. Y. 2006. Comparison of fatty acids and cholesterol content in the milk of Pakistani cow breeds. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 19, pp. 698-703.
- Záborská, B. 2022. Výsledky analýz mléka buvolů chovaných v České republice. *Výzkum v chovu skotu*, vol. 4, pp. 3-11.
- Zava, M. A., Sansiñena, M. 2017. Buffalo milk characteristics and by-products. *Bentham Science*, pp. 1-25. <https://dx.doi.org/10.2174/97816810841761170101>

Poděkování

Tato práce byla podpořena projektem ITA VETUNI Brno (2025ITA21).

Kontaktní adresa

MVDr. Sandra Dluhošová, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: dluhosovas@vfu.cz

Retinol a tokoferol v buvolím mléce *Retinol and Tocopherol in Buffalo Milk*

Dluhošová, S., Králová, M., Doležalová, J., Bartáková, K., Bursová, Š.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Koncentrace retinolu a tokoferolu byly sledovány v syrovém buvolím mléce. Analýza vzorků probíhala pomocí kapalinové chromatografie s fluorescenční detekcí a detekcí v UV oblasti. Vzorky byly před analýzou ošetřeny extrakcí methanolickým roztokem hydroxidu draselného a hexanem k vyvázání těchto lipofilních látek.

Obsah retinolu byl v rozmezí 0,081-0,340 mg/100 g mléka; pro tokoferol byly hodnoty 0,009-0,133 mg/100 g mléka. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl ve srovnání bazénových a individuálních vzorků na hladině významnosti $p < 0,05$ pro retinol i tokoferol.

Klíčová slova: *lipofilní vitaminy, vitamin A, vitamin E, UPLC-UV, UPLC-FLD, bazénové vzorky, individuální vzorky, kravské mléko, kozí mléko, ovčí mléko, kolostrum*

Abstract

Retinol and tocopherol concentrations were monitored in raw buffalo milk. Samples were analysed using liquid chromatography with fluorescence and UV detection. Samples were treated with methanolic potassium hydroxide and hexane extraction prior to analysis to release these lipophilic substances.

The retinol content ranged from 0.081 to 0.340 mg/100 g milk; for tocopherol the values were 0.009 to 0.133 mg/100 g milk. A statistically significant difference was found in the comparison of bulk tank and individual samples at a significance level of $p < 0.05$ for both retinol and tocopherol.

Key words: *lipophilic vitamins, vitamin A, vitamin E, UPLC-UV, UPLC-FLD, bulk tank samples, individual samples, bovine milk, caprine milk, ovine milk, colostrum*

Úvod

Obsah liposolubilních vitaminů je variabilní v závislosti na podmínkách zpracování mléka, období (ročním, laktačním), živočišném druhu, složení krmné dávky atd. (Chotyakul et al., 2014; Zava et Sansiñena, 2017). Jako vitamin A jsou označovány různé varianty této chemické látky s aktivitou vitaminu A – může jím být retinol, retinal, retinová kyselina, retinyl ester a provitamin vitaminu A, beta-karoten. Nejčastější formou v potravinách živočišného původu je ester retinyl palmitát, který je hydrolyzován v enterocytech na alkohol retinol. Tento derivát je nalézán v živočišných tkáních a mléčných produktech. Forma beta-karotenu je typická pro potraviny rostlinného i živočišného původu. Přeměna beta-karotenu přijímaného z krmiva na retinol probíhá v mléčné žláze laktujících samic. Do jaké míry se tato přeměna děje je dáno živočišným druhem (Chotyakul et al., 2014). Vitamin A hraje základní i zásadní roli v biochemických procesech souvisejících s viděním. Je důležitý pro správný vývoj kostí, dělení a zrání buněk a při fetálním vývoji. Je to efektivní antioxidant. Účastní se syntézy proteinů, nukleových kyselin a lipoproteinů (Michlová et al., 2015).

Vitamin E se v potravinách může nacházet ve čtyřech formách: alfa-, beta-, gama- a delta-tokoferol. Gama-tokoferol je nejčastěji zastoupen v západním způsobu stravování. Alfa-tokoferol je forma vitaminu E dostupná z mléka. Tokoferoly jsou látky lipidové povahy

s antioxidačními účinky, které brání oxidaci, tvorbě volných radikálů a stavů, které negativně mohou ovlivnit lidské zdraví (vznik aterosklerózy, rakoviny, buněčného poškození, rizika srdečně-cévních nemocí apod.) (Barba et al., 2011; Haro-Vicente et al., 2013; Michlová et al., 2015). Alfa-tokoferol má vysokou biologickou aktivitu a antioxidační účinky v prevenci chronických nemocí (Chotyakul et al., 2014).

Buvolí mléko v našich podmínkách může pro běžného konzumenta v České republice mít jistý exotický nádech. Nicméně ve státech asijských a státech Blízkého Východu tvoří až 68% podíl z celosvětové produkce mléka. Postupně se rozšiřuje do oblastí Jižní Ameriky a Evropy. Konzumace buvolího mléka hraje velmi důležitou nutriční roli osob žijících v rozvojových zemích. V určitých oblastech se vyrábí typické výrobky z buvolího mléka, jako například sýr „Mozzarella“ či máslo ghee (Abd-El Salam et al., 2011). Je to potravinou se zajímavým výživovým profilem, ne úplně nepodobným mléku kravskému. Ovšem ve srovnání s bovinním mlékem obsahuje mléko buvolí vyšší obsah tuku, proteinů, laktózy a pevných látek. Uvádí se, že obsah tuku je 2,5-3x vyšší (7,3-8,3 %) než v mléku krav. Buvolí mléko má jasně bílou barvu. Tato skutečnost je způsobena absencí karotenu v tukové frakci a tím, že organismus buvolích dojníc je schopen metabolizovat všechny karoten na vitamin A (retinol), který přechází do mléka. Pro objasnění, mléko krav je typické svou nažloutlou smetanovou barvou právě díky obsahu beta-karotenu (Zava et al., 2017; Abd-El Salam et al., 2011).

Materiál a metodika

Použité standardy a chemikálie byly analytického stupně čistoty. Standardy: retinol (95%) a tokoferol ($\geq 96\%$) (Sigma-Aldrich, DE); hydroxid draselný, bezvodý síran sodný, hydrochinon, kyselina askorbová (Penta, ČR); methanol (Fisher Scientific, UK) a n-hexan pro HPLC (Sigma-Aldrich, DE); 2% roztok fenolftaleinu (Penta, ČR) v ethanolu (Merck, DE). Byla použita deionizovaná voda (Aqua Osmotic 03 device, ČR). Instrumentace: analytické laboratorní váhy Kern ALJ 160-4NM (Balingen, DE), varné magnetické desky (Scott SLR, DE), ultrazvuková lázeň (Kreintek, Slovensko), orbitální třepačka GFL 3005 (Merci, ČR), třepačka Reax Control (Heidolph Instruments, Německo), vakuová rotační odparka s vodní lázní (Büchi Labortechnik AG Flawil, CH), vakuové čerpadlo ME2NT Vacuumbrand (Wertheim, DE). Mobilní fáze byly přefiltrovány přes membránový filtr (0,2 μm) a odplyněny v ultrazvukové vodní lázni po dobu 15 minut. Vzorky byly filtrovány přes 0,2 μm nylonový stříkačkový filtr. K práci byly použity skleněné, plastové, keramické a kovové laboratorní pomůcky.

Vzorky buvolího mléka

K analýze byly odebrány vzorky syrového buvolího mléka ze dvou buvolích farem ve středních Čechách České republiky. Odběry probíhaly od května do června 2025 v množství 32 vzorků, z toho 24 vzorků od individuálních buvolích dojníc a 8 vzorků bazénových. Vzorky byly zamrazeny ($-24 \pm 2^\circ\text{C}$) do stanovení. Ve dni analýzy byly vzorky vytemperovány na teplotu 35°C , ochlazeny na laboratorní teplotu ($22 \pm 2^\circ\text{C}$) a naváženy.

Příprava vzorků

Pro saponifikaci vzorku varem bylo použito methanolického roztoku KOH s přídavkem kyseliny askorbové a hydrochinonu ke stabilizaci vzorku. Po provedení extrakce do hexanu byly vzorky promývány do neutrální reakce. Vzorky byly zakoncentrovány

a po rozpuštění přefiltrovány k chromatografické analýze. Každý ze vzorků byl připraven v trojím stanovení.

Chromatografická analýza

Pro stanovení vybraných lipofilních vitaminů byl použit kapalinový chromatograf Acquity UPLC (Waters, USA). Kolona Acquity UPLC BEH C8 2,1x100 mm, 1,7 µm (Waters, IE) byla použita k separaci analytů. Mobilní fáze byly voda a methanol (7:93); průtok mobilních fází při izokratické eluci byl 0,4 ml/min; teplota na koloně 35 °C, doba analýzy 4,5 min. Pro detekci byl použit UV detektor (vitamin A: 325 nm) a fluorescenční detektor (vitamin E: ex. 295 nm/em. 340 nm). Vyhodnocení bylo provedeno metodou kalibrační přímky přes software Empower 2 (Waters, USA).

Statistické vyhodnocení

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny programem Microsoft Excel (Microsoft, USA) a Unistat for Excel 6.5 (Londýn, UK) za použití testů normality Shapiro-Wilkova, neparametrického Kruskal-Wallisova a mnohonásobného porovnávání.

Výsledky a diskuze

Obsah vitaminů A a E jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2. Součástí tabulky jsou základní statistické parametry a statistická významnost.

Tabulka 1: Obsah retinolu (vitaminu A) v buvolím mléce [mg/100 g mléka]

	Průměr	SD	RSD	Min	Max	Med
Komplet (n=32)	0,190	0,078	40,736	0,081	0,340	0,183
Bazén (n=8)	0,254 ^a	0,075	29,580	0,136	0,333	0,286
Individuál (n=24)	0,169 ^b	0,067	39,563	0,081	0,340	0,154

SD, směrodatná odchylka; RSD, relativní směrodatná odchylka; Min, minimum; Max, maximum; Med, median

^{a, b}, rozdílná písmena značí statistickou významnost na hladině $p < 0,05$

Tabulka 2: Obsah tokoferolu (vitaminu E) v buvolím mléce [mg/100 g mléka]

	Průměr	SD	RSD	Min	Max	Med
Komplet (n=32)	0,051	0,033	64,039	0,009	0,133	0,043
Bazén (n=8)	0,083 ^a	0,043	51,619	0,032	0,133	0,104
Individuál (n=24)	0,041 ^b	0,021	50,571	0,009	0,092	0,042

SD, směrodatná odchylka; RSD, relativní směrodatná odchylka; Min, minimum; Max, maximum; Med, median

^{a, b}, rozdílná písmena značí statistickou významnost na hladině $p < 0,05$

Ahmad et al. (2013) uvádějí, že v buvolím mléce je vyšší množství vitaminu A ve srovnání s mlékem kravským. Jeho koncentrace je také ovlivněna ročním obdobím: zima 67,1 µg/100 ml, jaro 73,3 µg/100 ml, léto 48,1 µg/100 ml, podzim 48,4 µg/100 ml. Autoři také uvádějí, že buvolí mléko má vyšší obsah tokoferolu, nicméně bližší hodnoty uvedeny nejsou. Zato zdroj cituje článek Sahai (1996), kde jsou uvedeny hodnoty vitaminu A 340 IU/ml a vitamin E 334,2 µg/g. Jednotka IU (International Unit) odpovídá

0,3 µg retinolu. Vyšší obsah retinolu v buvolím mléce vysvětlují Ullah et al. (2017) vyšší metabolizací provitaminu beta-karotenu na vitamin A, který přechází do mléka. Gutiérrez-Peña et al. (2018) hodnotili vliv ročního období a pastvy na obsah vitaminů rozpustných v tucích v kozím mléce. Pro vitamin A bylo rozmezí hodnot 51,78-84,97 µg/100 g, kdy vyšší hodnota převažovala v zimním období, zatímco pro vitamin E bylo rozmezí 109,7-219,62 µg/100 g a typické zvýšení během letní pastvy. Starší publikace kolektivu autorů Deschuytere et al. (1987) hodnotila obsah tokoferolu v kolostru a zralém mléce. Hodnoty v kravském mléce byly 5,2-0,9 mg/l. Koncentrace je uváděna sestupně, kdy v kolostru jsou hodnoty vitaminu E vyšší než později ve zralém mléce. Hodulová et al. (2014) hodnotili obsah lipofilních vitaminů v kozím kolostru. Pro retinol byly výsledky v čase 1-132 hodin *post partum*: 14,42-1,00 mg/kg; pro tokoferol: 5,47-1,50 mg/kg. Výsledky jsou opět uváděny v závislosti na čase s klesající tendencí obsahu sledovaných látek. Ke stejným závěrům dospěly i Zava et Sansiñena (2017), které uvádějí hodnoty vitaminu A v buvolím kolostru, a to 1. den produkce kolostra 1,837 % (při obsahu tuku 9,55 %) a 7. den produkce kolostra 0,280 % (při obsahu tuku 7,61 %). Se zralostí mléka klesá obsah tuku i retinolu. Chotyakul et al. (2014) stanovovali obsah vitaminu A v mléce syrovém (0,730-1,075 mg/l), pasterovaném s různým obsahem tuku (0,450-5,540 mg/l) a UHT také s různým obsahem tuku (0,055-1,260 mg/l); a vitamin E v totéž pořadí – mléko syrové (0,590-1,125 mg/l), mléko pasterované (0,400-0,930 mg/l) a mléko UHT (0,135-1,410 mg/l). Michlová et al. (2015) naměřili hodnoty retinolu pro ovčí (0,93±0,07 mg/kg) a kozí (0,79±0,08 mg/kg) mléko; tokoferolu v ovčím mléce: 2,93±0,87 mg/kg, v kozím mléce: 1,29±0,35 mg/kg. Abd-El Salam et El-Shibiny ve svém review z roku 2011 zmiňují přehledné hodnoty retinolu 28,7-30,7 µg/100 ml; 7,2-12,1 µg/g tuku; 35,5-190,1 µg/100 g; a tokoferolu 23,8-26,6 µg/100 ml; 10,1-18,3 µg/g tuku; 38,0-136,3 µg/100 g. Uváděné údaje platí pro buvolí mléko. Průměrný obsah retinolu 0,190±0,078 mg/100 g mléka koresponduje s uvedenými publikacemi. Pro obsah tokoferolu 0,051±0,033 mg/100 g mléka, platí nižší hodnoty, což je přirozené z hlediska hlavního zastoupení tokoferolu v rostlinné stravě. S postupujícím termínem odběru od jarních měsíců k letním je patrný nárůst hodnot obsahu tokoferolu přímo u jednotlivých vzorků (např. květnový odběr: 0,032±0,004 mg/100 g mléka vs. červnový odběr: 0,133±0,004 mg/100 g mléka). To mohlo být způsobeno přechodem krmné dávky výhradně na pastvu.

Závěr

Mléko je velmi prospěšná základní potravina, která obsahuje řadu cenných látek, makro- i mikroživin, které se podílejí spolu s dalšími potravinami na správném vývoji jedince. Z dlouhodobého hlediska mohou přispět k podpoře zdraví a působit preventivně na celou řadu tzv. civilizačních nemocí. Je přínosné pochopit potraviny a jejich obsažené látky jako celek, které spolu spolupracují a vzájemně se potencují. I když obsah lipofilních vitaminů retinolu a tokoferolu je obecně v nízkých koncentracích, tak v mléce svou roli bezesporu mají. Konzumací dalších živočišných a rostlinných potravin můžeme tyto esenciální látky přijímat v požadovaných dávkách a těžit tak z jejich benefitů.

Literatura

- Abd El-Salam, M. H., El-Shibiny, S. 2011. A comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk. *Dairy Science and Technology*, vol. 91, pp. 663-699.
- Ahmad, S., Anjum, F. M., Huma, N., Sameen, A., Zahoor, T. 2013. Composition and physico-chemical characteristics of buffalo milk with particular emphasis on lipids,

proteins, minerals, enzymes and vitamins. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 23, pp. 62-74.

Barba, F. J., Esteve, M. J., Frígola, A. 2011. Determination of vitamins E (α -, γ - and δ -tocopherol) and D (cholecalciferol and ergocalciferol) by liquid chromatography in milk, fruit juice and vegetable beverage. *European Food Research and Technology*, vol. 232, pp. 829-836.

Chotyakul, N., Pateiro-Moure, M., Saraiva, J. A., Torres, J. A., Pérez-Lamela, C. 2014. Simultaneous HPLC-DAD quantification of vitamins A and E content in raw, pasteurized, and UHT cow's milk and their changes during storage. *European Food Research and Technology*, vol. 238, pp. 535-547.

Deschuytere, A., Vermeulen, K., Deelstra, H. 1987. Vitamin E and selenium concentrations in milk and milkfractions. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, vol. 184, pp. 385-387.

Gutiérrez-Peña, R., Fernández-Cabanás, V. M., Mena, Y., Delgado-Pertíñez, M. 2018. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 72, pp. 122-131.

Haro-Vicente, J. F., Frontela-Saseta, C., Romero-Braquehais, F., Berruezo, G. R. 2012. Changes in content of vitamins A and E in growing-up milk throughout its shelf life. *International Journal of Dairy Technology*, vol. 66, no. 1, pp. 31-36.

Hodulová, L., Vorlová, L., Kostrhounová, R. 2014. Dynamical changes of basic chemical indicators and significant lipophilic vitamins in caprine colostrum. *Acta Veterinaria Brno*, vol. 83, pp. S15-S19.

Michlová, T., Dragounová, H., Horníčková, Š., Hejtmánková, A. 2015. Factors influencing the content of vitamins A and E in sheep and goat milk. *Czech Journal of Food Sciences*, vol. 33, no. 1, pp. 58-65.

Sahai, D. 1996. Buffalo milk: chemistry and processing technology. Karnal: Shalini International (SI) Publications, India, 132001.

Ullah, R., Khan, S., Ali, H., Bilal, M., Saleem, M. 2017. Identification of cow and buffalo milk based on Beta carotene and vitamin-A concentration using fluorescence spectroscopy. *PLoS ONE*, vol. 12, no. 5, e0178055.

Zava, M. A., Sansiñena, M. 2017. Buffalo milk characteristics and by-products. *Bentham Science*, pp. 1-25. <https://dx.doi.org/10.2174/97816810841761170101>

Poděkování

Tato práce byla podpořena projektem ITA VETUNI Brno (2025ITA21).

Kontaktní adresa

MVDr. Sandra Dluhošová, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: dluhosovas@vfu.cz

Viskozita buvolího mléka *Buffalo Milk Viscosity*

Doležalová, J., Bartáková, K., Králová, M., Macharáčková, B., Bursová, Š.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Tato studie byla zaměřená na stanovení viskozity buvolího mléka, která je jednou z hlavních fyzikálních vlastností mléka. Proměřeno bylo celkem 49 vzorků buvolího mléka ze dvou farem na rotačním viskozimetru Brookfield Viscometer. Průměrná hodnota viskozity z farmy A byla $2,27 \pm 0,498$ mPa.s a z farmy B $2,33 \pm 0,259$ mPa.s. Hlavními faktory, které ovlivňují viskozitu mléka jsou zejména druh zvířete, fáze laktace, teplota, obsah tuku a bílkovin.

Klíčová slova: *teplota, tuky, bílkoviny*

Abstract

This study was aimed at determining the viscosity of buffalo milk, which is one of the main physical properties of milk. A total of 49 buffalo milk samples from two farms were measured using a Brookfield Viscometer. The average viscosity value from farm A was 2.27 ± 0.498 mPa.s and from farm B 2.33 ± 0.259 mPa.s. The main factors that affect the viscosity of milk are mainly the type of animal, stage of lactation, temperature, fat and protein content.

Key words: *temperature, fats, proteins*

Úvod

Buvolí mléko má ve světě významné zastoupení, představuje přibližně 11 % celosvětové produkce mléka. Nejvíce mléka produkují asijské státy (Pákistán, Indie), v Evropě je nejdůležitějším producentem Itálie, zejména region Kampánie a Lazio (Fantuz et al., 2022). Z mléka se vyrábí mléčné výrobky jako jsou jogurty nebo sýry, konkrétně mozzarella. Fyzikálně-chemické vlastnosti mléčných výrobků jsou významně ovlivněny celkovým složením mléka, které se liší v závislosti na plemeni, regionu a také na složení krmiva (Kaminarides et al., 2007).

Buvolí mléko si neustále získává pozornost spotřebitelů, kteří dbají na své zdraví, protože má vysoký obsah bílkovin (4–5 %), tuku (6–12 %) a vápníku (182,6 mg/100 ml), zatímco obsahuje výrazně méně cholesterolu (275 mg/100 g) než kravské mléko (Ahmad et al., 2013). Obsahuje bioaktivní sloučeniny, jako je δ -valerobetain a acetyl-L-karnitin, které vykazují antioxidační, protizánětlivé a zdraví prospěšné vlastnosti (Liao et al., 2025). Ve srovnání s kravským mlékem obsahuje buvolí mléko také více minerálních látek a díky vysokému obsahu tuku je buvolí mléko oproti kravskému hustší a viskoznější (Abesinghe et al., 2020). Sheehan a Phipatanakul, 2009 navíc ve své studii prokázali ukázala, že osoby s alergií na kravské mléko jsou schopny buvolí mléko tolerovat, což zvyšuje nutriční výhody buvolího mléka.

Viskozita, která odráží vnitřní tření mezi molekulami tekutiny, je klíčovým faktorem ovlivňujícím texturu, pocit v ústech, chuť a stabilitu mléčných výrobků (Chardan a Kilara, 2011). Viskozita mléka obecně závisí na druhu zvířete, obsahu tuku a bílkovin, ale zejména na teplotě. Ve srovnání s kravským, kozím nebo velbloudím mlékem má buvolí mléko nejvyšší viskozitu (Yoganandi et al. 2014, Prajapati et al., 2017).

Materiál a metodika

Stanovení viskozity buvolího mléka je součástí dílčího výzkumu probíhajícího na Ústavu hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie (VETUNI).

Vzorky buvolího mléka pocházely ze dvou buvolích farem. Z farmy A bylo změřeno 35 vzorků buvolího mléka a z farmy B 14 vzorků.

Dynamická viskozita buvolího mléka byla měřena na rotačním viskozimetru Brookfield Viscometer při rychlosti 100 otáček za minutu. Dávkováno bylo 0,5 ml vzorku, každý vzorek byl změřen třikrát, měření probíhalo při teplotě 25 °C.

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny v programu Microsoft Excel.

Výsledky a diskuze

V tabulce 1 jsou uvedené hodnoty dynamické viskozity, kdy u farmy A byla průměrná hodnota $2,27 \pm 0,498$ mPa.s a u farmy B $2,33 \pm 0,259$ mPa.s. Yoganandi et al. (2014) ve své práci porovnávali buvolí, kravské a velbloudí mléko. Viskozita buvolího mléka byla v jejich případě 1,79 cP (1cP je roven 1mPa.s) při 20 °C, rozdílná hodnota může být dána jinou teplotou, v našem případě to byla teplota 25 °C, ale také například rozdílným obsahem tuku a byla ze všech tří druhů mléka nejvyšší.

Prajapati et al. (2017) ve své studii sledovali fyzikálně chemické vlastnosti mléka koz plemene Surti, kravského a buvolího mléka. Zjistili, že nejnižší viskozitu má kozí mléko (1,53 cP), poté následuje kravské mléko (1,59 cP) a nakonec buvolí mléko (1,79 cP). Měrná hmotnost se u všech tří druhů mléka zvyšovala, což potvrzuje skutečnost, že se vzrůstající hustotou mléka má viskozita daného mléka vyšší hodnotu. Nižší hodnota, než byla stanovena v našem měření, může být dána rozdílnou teplotou, ale také typem viskozimetru, kdy v našem případě byl použit rotační viskozimetr, ale ve studii byla viskozita měřena Ostwaldovým viskozimetrem.

Aoumtes et al. (2025) se zaměřili na porovnání vlastností mléka a jogurtu vyrobeného z thajského bahenního buvolího mléka ve srovnání s buvolím mlékem plemene Mehsana, které se běžně používá v komerční výrobě. Mléko Mehsana ($2,01 \pm 0,06$ cP) bylo pravděpodobně kvůli vyššímu obsahu tuku viskóznější než thajské bažinaté mléko ($1,70 \pm 0,03$ cP), hodnoty jsou ale nižší než námi naměřená viskozita buvolího mléka.

Tabulka 1: Stanovená viskozita buvolího mléka

	Dynamická viskozita mPa.s	
	Farma A	Farma B
Počet vzorků	35	14
Průměr	2,27	2,33
Směrodatná odchylka	0,498	0,259
Minimální hodnota	1,25	1,98
Maximální hodnota	3,01	2,66

Kaushik et al. (2015) se ve své práci zaměřili na zkoumání vlivu mléčného tuku na fyzikálně-chemické vlastnosti směsi kravského a buvolího mléka obohaceného vápníkem a vitamínem D. Se zvyšujícím se obsahem tuku a po přidání vápenatých solí do mléka se viskozita zvýšila z 1,4 na 1,6 cP (25 °C). Ranjan et al. (2005), kteří také sledovali změnu viskozity buvolího mléka po přidání vápníku v poměru 50 mg vápníku/100 ml mléka za použití chloridu vápenatého, laktátu vápenatého a glukonátu vápenatého. Obohacení mléka vápníkem všemi třemi solemi vedlo k významnému zvýšení viskozity, kdy nejvyšší viskozita byla u mléka obohaceného glukonátem vápenatým, poté mléko

obohacené laktátem vápenatým a chloridem vápenatým, zatímco neobohacené mléko mělo nejnižší viskozitu.

Na viskozitu mléka může mít také vliv tepelné ošetření. Abou-Soliman et al. (2025), kteří zkoumali vliv tepelného ošetření na kvalitu, antioxidační a antibakteriální vlastnosti fermentovaného velbloudího mléka během skladování v chladničce, zjistili, že tepelné ošetření významně zlepšilo viskozitu fermentovaného mléka, která se zvyšovala s intenzitou tepelného ošetření. Vzorky mléka zahřátého na 90 °C po dobu 30 minut vykazovaly nejvyšší viskozitu po celou dobu skladování.

Závěr

Viskozita byla stanovena u celkem 49 vzorků buvolího mléka ze dvou farem. Průměrná hodnota viskozity z farmy A byla $2,27 \pm 0,498$ mPa.s a z farmy B $2,33 \pm 0,259$ mPa.s. Viskozita je závislá zejména na obsahu tuku a na teplotě. V porovnání s kravským, kozím a velbloudím mlékem má buvolí mléko nejvyšší viskozitu.

Literatura

- Abesinghe, A.M.N.L., Vidanarachchi, J.K., Islam, N., Prakash, S., Silva, K.F.S.T., Bhandari, B., Karim, M.A. 2020. Effects of ultrasonication on the physicochemical properties of milk fat globules of *Bubalus bubalis* (water buffalo) under processing conditions: A comparison with shear-homogenization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 59, p. 102237. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102237>
- Abou-Soliman, N.H.I., Abd-Rabou, H.S., Awad, S., Ibrahim, A.A. 2025. Impact of thermal treatment on the quality, total antioxidant and antibacterial properties of fermented camel milk. *Scientific report*, vol. 15, no. 1, p. 8533. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-91548-1>
- Ahmad, S., Anjum, F.M., Huma, N., Sameen, A., Zahoor, T. 2013. Composition and physico-chemical characteristics of buffalo milk with particular emphasis on lipids, proteins, minerals, enzymes and vitamins. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 23, pp. 62-74. <https://www.thejaps.org.pk/docs/Supplementary/vol-3-sup-1/14.pdf>
- Aoumtes, K., Panya, A., Phonsatta, N., Charoen, R., Chaiyasit, W., Puangploy, P., Kittipongpittaya, K. 2025. Insight into physicochemical properties and oxidative stability of Thai buffalo milk as an alternative source for milk and yogurt production. *Discover Food*, vol. 5, no. 241. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00557-6>
- Fantuz, F., Todini, L., Ferraro, S., Fatica, A., Marcantoni, F., Zannotti, M., Salimei, E. 2022. Macro minerals and trace elements in milk of dairy buffaloes and cows reared in mediterranean areas. *Beverages*, vol. 8, no. 3, p. 51. <https://doi.org/10.3390/beverages8030051>
- Chardan, R.C., Kilara, A. 2011. *Dairy ingredients for food processing*. Wiley-Blackwell.
- Kaminarides, S., Stamou, P., Massouras, T. 2007. Comparison of the characteristics of set type yoghurt made from ovine milk of different fat content. *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 42, no. 9, pp. 1019-1028. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01320.x>
- Kaushik, R., Sachdeva, B., Arora, S., Gupta, C. 2015. Effect of fat content on sensory and physico-chemical properties of laboratory-pasteurised calcium-and vitamin D-fortified mixture of cow and buffalo milk. *International Journal of Dairy Technology*, vol. 68, no. 5, pp. 477-487. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12166>

- Liao, J., Yang, J., Suo, H., Song, J. 2025. Buffalo milk: nutritional composition, bioactive properties, and advances in processing technologies-a comprehensive review. *Food Chemistry*, vol. 29, p. 102647. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102647>
- Prajapati, D.B., Kapadiya, D.B., Jain, A.K., Mehta, B.M., Darji, V.B., Aparnathi, K.D. 2017. Comparison of Surti goat milk with cow and buffalo milk for physicochemical characteristics, selected processing-related parameters and activity of selected enzymes. *Veterinary World*, vol. 10, no. 5, pp. 477-487. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.477-484>
- Ranjan, P., Arora, S., Sharma, G. S., Sindhu, J. S., Kansal, V. K., Sangwan, R. B. 2005. Bioavailability of calcium and physicochemical properties of calcium-fortified buffalo milk. *International Journal of Dairy Technology*, vol. 58, pp. 185–189. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2005.00208.x>
- Sheehan, W.J, Phipatanakul, W. 2009. Tolerance to water buffalo milk in a child with cow allergy. *Ann Allergy Asthma Immun*, vol. 102, no. 4., p. 349. [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)60342-0](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)60342-0)
- Yoganandi, J., Mehta, B.M., Wadhwani, K.N., Darji, V.B., Aparnathi, K.D. 2014. Comparison of physico-chemical properties of camel milk with cow milk and buffalo milk. *Journal of Camel Practice and Research*, vol. 21, no. 2, pp. 253-258. <https://doi.org/10.5958/2277-8934.2014.00045.9>

Poděkování

Práce byla finančně podpořena projektem Interní tvůrčí agentury VETUNI č. 2025ITA21

Kontaktní adresa

Ing. Jana Doležalová, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: dolezalovaj@vfu.cz

Barevné parametry a aktivita vody párků v průběhu skladování *Color Parameters and Water Activity of Sausages During Storage*

Doležalová, J., Khasanova, E., Králová, M., Bartáková, K.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem této studie bylo sledování změn barevných parametrů a aktivity vody po otevření originálních obalů párků a poté uchováním v potravinářské folii a vakuovém obalu po dobu 3 dnů.

Skladování párků po otevření v potravinářské folii mělo menší vliv na změnu barevných parametrů, než bylo skladování ve vakuovém balení. Největší změny nastaly u parametru b^* , kdy došlo ke statisticky významnému zvýšení hodnoty ($p < 0,01$) u čtyř vzorků ze šesti u obou typů balení.

Změna aktivity vody nebyla statisticky významná ($p > 0,05$) a pohybovala se v rozmezí od 0,960 do 0,970.

Klíčová slova: *párky, chemické složení, změna barvy, CIE $L^*a^*b^*$, aktivita vody*

Abstract

The aim of this study was to monitor changes in color parameters and water activity after opening the original sausage packages and then storing them in food foil and vacuum packaging for 3 days.

Storing sausages after opening in food foil had a smaller effect on the change in color parameters than storing them in vacuum packaging. The largest changes occurred in the parameter b^* , where there was a statistically significant increase in the value ($p < 0.01$) in four samples out of six in both types of packaging.

The change in water activity was not statistically significant ($p > 0.05$) and ranged from 0.960 to 0.970.

Key words: *sausages, chemical composition, color change, CIE $L^*a^*b^*$, water activity*

Úvod

Masné výrobky jsou potraviny vyrobené z masa nebo z jeho složek, jako je svalovina, tuk, kůže, droby, s použitím dalších surovin, přídatných látek a technologických procesů, které jsou uvedeny ve vyhlášce č.69/2016 Sb.

U zákazníků jsou masné výrobky poměrně oblíbené. Důležitým faktorem, který ovlivňuje spotřebitele při nákupu je barva výrobku. Barva závisí především na složení masného výrobku, na tepelném opracování a v neposlední řadě také na obsahu přídatných látek, kterými mohou být např. dusitanové solící směsi nebo různé druhy koření. Barva může být taktéž ovlivněna faktory spojenými přímo se zvířetem, kterými jsou druh, plemeno, věk, fyzická námaha, krmivo, stres, ale např. i způsob chovu (Bekhit and Faustman, 2005, Hughes et al., 2020).

Aktivita vody je důležitá zejména proto, že přímo ovlivňuje trvanlivost, bezpečnost a kvalitu potravin. Způsob vázání vody v potravinech je důležitější než samotný obsah vody, protože rozhoduje o dostupnosti pro mikroorganismy. Skladování a vhodný obal hraje zásadní roli v udržení optimální hodnoty aktivity vody pro danou potravinu.

Cílem práce bylo stanovení aktivity vody a sledování barevných změn párků v průběhu skladování v chladničce při uchování v různých obalech. Pomocí spektrofotometru

Superchroma S-Spex byly stanovovány parametry L^* světlost, a^* podíl červeného spektra a b^* podíl žlutého spektra. U všech párků byla taktéž stanovena aktivita vody.

Materiál a metodika

Stanovované párky byly zakoupeny v tržní síti v Lidlu a Bille. Jednalo se o druhy: 1. Poctivé párky vídeňské, Kostelecké uzeniny, 2. Vídeňské párky, Pikok, 3. Šunkové párky, Pikok, 4. Vepřové párečky, Pikok, 5. Debrecínské párky, Billa, 6. Frankfurtské párky, Pikok. K uchování vzorků mezi jednotlivými měřeními byl použit otevřený původní obal, potravinářská fólie a sáčky Cryovac®, do kterých byly vzorky párků zavakuovány pomocí zařízení, Henkelman (Nizozemí). Stanovení barvy se provádělo spektrofotometricky dle systému CIELAB (CIE, 1986) pomocí přenosného spektrofotometru Color Guide Sphere Spex, BYK (Gardner, Německo). Před každým měřením byl přístroj nakalibrován přiložením přístroje kolmo na černý standard a následně i na standard bílý. Kontrola kalibrace se prováděla na zelený standard. Samotné měření probíhalo kolmým přiložením přístroje ke vzorku a stisknutím šedého operačního tlačítka pro měření uprostřed přístroje při teplotě 20 ± 2 °C. Kolmým přiložením přístroje na vzorek byly získány parametry $L^*a^*b^*$. Aktivita vody byla stanovena na a_w metru LabMaster a_w (Novasina, Švýcarsko). Před měřením byly vzorky homogenizovány a umístěny do plastových misek určených k měření aktivity vody. Měření barvy a aktivity vody bylo stanoveno 1. a 3. den.

Data byly vyhodnoceny popisnou statistikou v programu Excel (Microsoft, USA).

Výsledky a diskuze

V tab. 1 jsou uvedeny výsledné hodnoty parametru L^* , který představuje jas a jehož hodnoty se pohybují od 0 do 100 a odpovídají barvám od černé po bílou (Doležalová et al., 2016). U párků zabalených do potravinářské folie byl zjištěn statisticky významný rozdíl pouze u vzorku č. 1 ($p < 0,05$), kdežto u vakuového balení byla významná změna u vzorku č. 3 ($p < 0,05$) a u vzorku č. 6 ($p < 0,01$). Ve všech případech došlo k poklesu hodnot parametru L^* , což mělo za následek ztmavnutí párku. Estevez et al. (2005) sledovali změnu barvy u frankfurtských párků v průběhu skladování po přidání antioxidantů, konkrétně se jednalo o přídavek esenciálního rozmarýnového oleje v různém poměru. Párky po přidání rozmarýnového oleje a po skladování 20 dnů měly nižší hodnotu parametru L^* , ale v průběhu skladování ve 40 a 60 dnech se hodnoty L^* zvýšily ve všech skupinách. Ošetřené párky vykazovaly stabilnější barvu při delším skladování v chladničce, důvodem je zřejmě ochranná role rozmarýnového esenciálního oleje na přítomné proteiny.

Tabulka 1: Parametr L^* (Lightness). Hodnoty jsou vyjádřeny jako průměr $\pm$ střední chyba průměru.

vzorek	Potravinářská fólie			Vakuové balení		
	1. den	3. den	p-hodnota	1. den	3. den	p-hodnota
1	67,1 $\pm$ 1,37	65,9 $\pm$ 1,57	<0,05	67,2 $\pm$ 2,38	66,8 $\pm$ 1,78	>0,05
2	73,3 $\pm$ 1,08	73,2 $\pm$ 0,94	>0,05	73,2 $\pm$ 0,93	73,6 $\pm$ 1,21	>0,05
3	67,2 $\pm$ 2,78	66,3 $\pm$ 1,57	>0,05	66,6 $\pm$ 2,55	65,3 $\pm$ 1,49	<0,05
4	67,6 $\pm$ 1,60	67,7 $\pm$ 2,63	>0,05	68,3 $\pm$ 2,07	67,6 $\pm$ 2,82	>0,05
5	62,0 $\pm$ 2,70	61,2 $\pm$ 2,05	>0,05	62,6 $\pm$ 2,44	61,3 $\pm$ 3,84	>0,05
6	66,9 $\pm$ 1,90	66,0 $\pm$ 1,75	>0,05	66,8 $\pm$ 1,45	64,7 $\pm$ 1,91	<0,01

V tab. 2 jsou uvedeny výsledné hodnoty parametru a^* , který představuje část spektra vlnových délek odpovídající barvám od zelené po červenou. U tohoto parametru byly nalezeny statisticky významné rozdíly u vzorků č. 3 a 4 ($p < 0,05$) uchovaných v potravinářské folii, kdy došlo k poklesu hodnot a^* u vakuově balených vzorků č. 1 a 6 ($p < 0,01$), kdy naopak došlo k nárůstu hodnot parametru a^* , kdy byl párek více červený. Barva párků je ovlivněna zejména složením. Seo et al. (2021) sledovali vliv přídavku antaxantinu ve vepřových klobásách v závislosti na době skladování. Na barvu má vliv i přídavek jiných složek. Corrêa et al. (2023) hodnotili přídavek emulzních gelů z rostlinných zdrojů do masného výrobku typu frankfurtského párku a stanovovali nutriční, fyzikálně-chemické a mikrobiologické vlastnosti. Jako kontrolní vzorek sloužil frankfurtský párek vyrobený z vepřového masa. U všech barevných parametrů došlo k výraznému nárůstu hodnot. V našem případě k nárůstu došlo u všech vakuově balených vzorků a u vzorku č. 1 u potravinářské folie.

Tabulka 2: Parametr a^* (Zeleno-červená osa). Hodnoty jsou vyjádřeny jako průměr $\pm$ střední chyba průměru.

vzorek	Potravinářská fólie			Vakuové balení		
	1. den	3. den	p-hodnota	1. den	3. den	p-hodnota
1	9,5 $\pm$ 0,94	9,6 $\pm$ 0,68	>0,05	9,4 $\pm$ 1,11	10,5 $\pm$ 0,60	<0,01
2	8,7 $\pm$ 0,50	8,7 $\pm$ 0,57	>0,05	8,9 $\pm$ 0,75	9,2 $\pm$ 0,65	>0,05
3	9,7 $\pm$ 0,96	9,0 $\pm$ 0,93	<0,05	9,6 $\pm$ 1,09	9,9 $\pm$ 0,69	>0,05
4	10,6 $\pm$ 0,76	10,1 $\pm$ 1,16	<0,01	10,4 $\pm$ 0,66	10,7 $\pm$ 1,57	>0,05
5	17,1 $\pm$ 2,39	17,0 $\pm$ 1,85	>0,05	16,5 $\pm$ 1,66	17,0 $\pm$ 2,83	>0,05
6	10,2 $\pm$ 1,09	10,0 $\pm$ 0,96	>0,05	10,2 $\pm$ 0,78	11,1 $\pm$ 0,73	<0,01

V tab. 3 jsou uvedeny výsledné hodnoty parametru b^* , který představuje chromatickou osu soustavy CIELAB, probíhající od modré barvy ke žluté. U párků uchovaných v potravinářské folii byl statisticky významný rozdíl u vzorků č. 1, 2, 4 a 6 ($p < 0,01$) a u vakuově balených vzorků 1, 3, 4 a 6 ($p < 0,01$). Ve všech případech došlo k nárůstu hodnot. Podobného výsledku dosáhli i Luong et al. (2020), kteří sledovali změny vepřových a krutých párků skladovaných v ochranné atmosféře a zjistili, že barva párků se s narůstajícím časem mění z červené barvy na žlutou, což je projevem zejména oxidace lipidů a má z následek kažení masných výrobků.

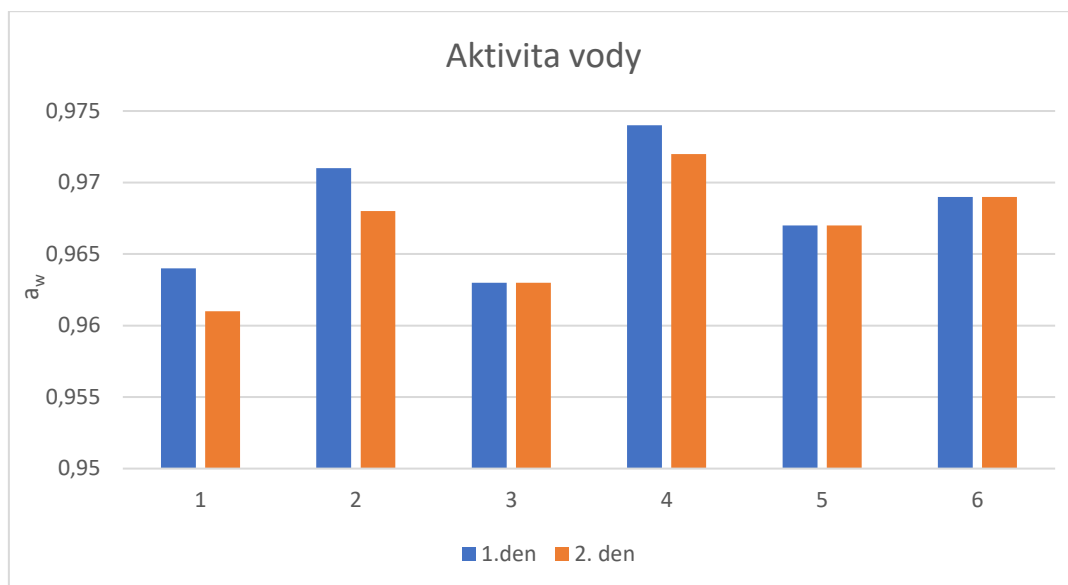
Tabulka 3: Parametr b^* (Modro-žlutá osa). Hodnoty jsou vyjádřeny jako průměr $\pm$ střední chyba průměru.

vzorek	Potravinářská fólie			Vakuové balení		
	1. den	3. den	p-hodnota	1. den	3. den	p-hodnota
1	9,7 $\pm$ 0,57	10,6 $\pm$ 0,52	<0,01	9,9 $\pm$ 0,69	11,2 $\pm$ 0,71	<0,01
2	13,0 $\pm$ 0,48	13,8 $\pm$ 0,45	<0,01	13,1 $\pm$ 0,51	13,5 $\pm$ 0,63	>0,05
3	11,0 $\pm$ 1,17	11,5 $\pm$ 0,60	>0,05	10,9 $\pm$ 0,76	12,3 $\pm$ 0,72	<0,01
4	11,3 $\pm$ 0,77	11,9 $\pm$ 0,53	<0,01	11,0 $\pm$ 0,71	11,5 $\pm$ 0,71	<0,05
5	17,1 $\pm$ 2,00	16,5 $\pm$ 1,62	>0,05	16,7 $\pm$ 1,60	15,8 $\pm$ 2,67	>0,05
6	10,4 $\pm$ 1,19	11,3 $\pm$ 0,59	<0,01	10,3 $\pm$ 0,88	11,5 $\pm$ 1,05	<0,01

V grafu 1 je uvedena aktivita vody a_w , která se v průběhu tří dnů snížila pouze u vzorků č. 1, 2 a 4, ale změna nebyla statisticky významná ($p > 0,05$). U ostatních vzorků zůstala

hodnota aktivity vody stejná, a pohybovala se v rozmezí od 0,960 do 0,970, což odpovídá hodnotám stanovených pro masné výrobky.

Liu et al. (2025) ve své studii sledovali vliv přídavku soli a doby fermentace u vepřových párků, nižší obsah soli v párku v jejich případě znamenal vyšší hodnotu aktivity vody, což koresponduje s našimi výsledky. Sůl působí jako inhibitor aktivity vody a snižuje množství volné vody v mase, čímž se snižuje hodnota aktivity vody. Pokles NaCl ovlivňuje proces sušení fermentovaných uzenin, což vede ke zvýšení aktivity vody a_w (Campagnol et al., 2012).



Graf 1: Aktivita vody

Závěr

Na základě výsledků lze konstatovat, že k největším rozdílům došlo u parametru b^* jak u vzorků balených v průběhu měření v potravinářské folii, tak u vzorků balených vakuově. U parametrů L^* a a^* nedošlo, až na výjimky, v průběhu skladování k výrazným změnám.

Literatura

- Bekhit, A. E. D., Faustman, C. 2005. Metmyoglobin reducing activity. *Meat science*, vol. 71, no. 3, pp. 407-439. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.032>
- Campagnol, P. C. B., Alves don Santos, B., Terra, N., N., Pollonio, M., A., R. 2012. Lysine, disodium guanylate and disodium inosinate as flavor enhancers in low-sodium fermented sausages. *Meat Science*, vol. 91, pp. 334-338. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.012>
- CIE Colorimetry, 2ndedn., CIE Publications No. 15.2 Commission Internationale de l'Eclairage, Vienna, 1986.
- Corrêa, P. F., Da Silva, C. F., Ferreira J. P., Guerra, J. M. C. 2023. Vegetable-based frankfurter sausage production by different emulsion gels and assessment of physical-chemical, microbiological and nutritional properties. *Food Chemistry Advances*, vol. 3, p. 100354. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100354>

Česká Republika. Vyhláška č. 69/2016 Sb. ze dne 4. března 2016, o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. *Sbírka zákonů*, 2016, č. 26 (v aktuálním znění).

Doležalová, J., Dvořák, P., Máté, D. 2016. Další parametry barvy masa v soustavě CIE. *Maso*, roč. 27, č. 6, s. 40-42.

Estevéz, M., Ventanas, S., Cava, R. 2005. Protein oxidation in Frankfurters with increasing levels of added rosemary essential oil: Effect on color and texture determination. *Food chemistry and Toxicology*, vol. 70, no. 7, pp. 427-432. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb11464.x>

Hughes, J.M., Clarke, F.M., Purslow, P.P., Warner, R.D. 2020. Meat color is determined not only by chromatic heme pigments but also by the physical structure and achromatic light scattering properties of the muscle. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 19, no. 1, pp. 44-63. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12509>

Liu, Y., Hu, Y., Huang, D., Bayinbata, B., Zheng, S., Xu, B. 2025. The effects of fermented sausage quality driven by reduction of NaCl: Investigation into the microbial community and flavor profiles. *Food Research International*, vol. 204. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.115867>

Luong, M.N.G., Jeuge, S., Coroller, L., Feurer, C., Desmonts, M. H., Moriceau, N., Anthoine, V., Gavignet, S., Rapin, A., Frémaux, B., Robieu, E., Zagorec, M., Membré, J.M., Guillou, S. 2020. Spoilage of fresh turkey and pork sausages: Influence of potassium lactate and modified atmosphere packaging, *Food Research International*, vol. 137, 109501. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109501>

Seo, J.K., Parvin, R., Park, J., Yang, H.S. 2021. Utilization of astaxanthin as a synthetic antioxidant replacement for emulsified sausages. *Antioxidants*, vol. 10, no. 3, p. 407. <https://doi.org/10.3390/antiox10030407>

Poděkování

Tato práce vznikla z finančních prostředků Institucionální podpory výzkumu přidělených Ústavu hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie FVHE, VETUNI Brno.

Kontaktní adresa

Ing. Jana Doležalová, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: dolezalovaj@vfu.cz

Mikrobiologická kvalita hlbokozmrazených jahôd *Microbiological Quality of Deep-Frozen Strawberries*

Dudriková, E., Ploskuňáková, K., Hanzelová, Z., Zahumenská, J.

Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

Súhrn

Cieľom našej práce bolo porovnať mikrobiologickú kvalitu hlbokozmrazených jahôd od rôznych výrobcov, zakúpených v obchodnej sieti v Košiciach. Potravinový kódex SR uvádza povolený limit $3,69 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹ pre koliformné baktérie u hlbokozmrazeného ovocia, zeleniny a húb. Naše výsledky, kde počet koliformných baktérií bol v rozmedzí od $0,85 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹ do $1,00 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹, poukazujú na to, že ani jedna z nami vyšetrených vzoriek hlbokozmrazených jahôd tento limit neprekročila. Počty kvasiniek a mikromycét sa pohybovali v rozpätí od $0,48 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹ do $3,81 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹ v rámci všetkých nami analyzovaných vzoriek (n=15) hlbokozmrazených jahôd od výrobcov A – C. Pri porovnaní našich výsledkov s Potravinovým kódexom SR, ktorý stanovuje povolený limit do $3 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹ pre mikroskopické vláknité huby a kvasinky v hlbokozmrazenom ovocí, zelenine a hubách sme zistili, že iba vzorky (n=5) od výrobcu A tento limit prekročili. Súčasne sme naše výsledky porovnávali aj s právnymi predpismi podľa FAO (2000), kde je uvedený limit pre *Staphylococcus* spp. a *E. coli* $2 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹, a pre *Enterococcus* spp. $3 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹, čo znamená, že počty baktérií *Enterococcus* spp. tento limit neprekročili. Pri porovnaní našich výsledkov pri stanovení *Staphylococcus* spp. limit prekročili iba dve vzorky od výrobcu A s hodnotami $2,14 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹ pre vzorku jedna a $2,18 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹ pre vzorku 2.

Kľúčové slová: hlbokozmrazené jahody, mikrobiologická kvalita

Summary

The aim of our work was to compare the microbiological quality of deep-frozen strawberries from different manufacturers, purchased in a retail chain in Košice. The Food Code of the Slovak Republic states a permitted limit of $3.69 \log_{10}$ cfu.g⁻¹ for coliform bacteria in deep-frozen fruits, vegetables and mushrooms. Our results, where the number of coliform bacteria ranged from $0.85 \log_{10}$ cfu.g⁻¹ to $1.00 \log_{10}$ cfu.g⁻¹, indicate that none of the deep-frozen strawberry samples we examined exceeded this limit. The numbers of yeasts and micromycetes ranged from $0.48 \log_{10}$ cfu.g⁻¹ to $3.81 \log_{10}$ cfu.g⁻¹ in all samples (n=15) of deep-frozen strawberries from producers A – C that we analysed. When comparing our results with the Food Codex of the Slovak Republic, which sets a permitted limit of up to $3 \log_{10}$ cfu.g⁻¹ for microscopic filamentous fungi and yeasts in deep-frozen fruits, vegetables and mushrooms, we found that only samples (n=5) from producer A exceeded this limit. At the same time, we also compared our results with the legal regulations according to FAO (2000), which states a limit of $2 \log_{10}$ cfu.g⁻¹ for *Staphylococcus* spp. and *E. coli*, and $3 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹ for *Enterococcus* spp., which means that the numbers of *Enterococcus* spp. bacteria did not exceed this limit. When comparing our results for the determination of *Staphylococcus* spp. Only two samples from manufacturer A exceeded the limit with values of $2.14 \log_{10}$ cfu.g⁻¹ for sample 1 and $2.18 \log_{10}$ cfu.g⁻¹ for sample 2.

Key words: deep-frozen strawberries, microbiological quality

Úvod

Významným aspektom kvality mrazeného ovocia je aj mikrobiocenóza čerstvých plodov určených na zmrazovanie. Hoci šupka čerstvého ovocia je pre mikroorganizmy nehostinným prostredím, mikróby priľnuté na povrchu ovocia môžu existovať ako vegetatívne bunky alebo spóry. Tieto mikroorganizmy však pozostávajú hlavne z nepatogénnych epifytických mikróbov, ktoré môžu patriť do podmnnožín mikrobiálneho sveta, vrátane baktérií, kvasiniek, plesní a vírusov. Všeobecné baktérie spojené s vonkajšími povrchmi plodov zahŕňajú tak grampozitívne (rod *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*), ako aj gramnegatívne baktérie (rod *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Aerobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*). Mikromycéty rodu *Aspergillus*, *Penicillium*, *Eurotium*, *Wallemia* a jednobunkové kvasinky (napr. *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Hanseniaspora*, *Candida*, *Debaryomyces* a *Pichia*) sú na povrchu ovocia tiež prítomné. Povrchová kontaminácia čerstvých produktov teda odráža environmentálnu flóru, v ktorej sa produkty pestujú, kvalitu závlahovej vody, používanie čiastočne spracovaného kompostu alebo hnoja, hmyz (najmä ovocné mušky, domáce muchy), podmienky zberu a zariadení na spracovanie, atď. Tieto mikróby sa nachádzajú len na povrchu, pokiaľ sú šupky zdravé a neporušené. Akékoľvek rezné rany alebo odreniny, ktoré sa objavia počas operácií pozberového spracovania, umožňujú ich vstup do menej chráneného vnútorného mäkkého pletiva (Hui, 2006).

Ovocie môže byť kontaminované aj potravinovými patogénmi v rôznych krokoch technologického procesu, teda počas zberu, manipulácie a procesu balenia. Konzumácia kontaminovanej produkcie predstavuje zdravotné riziko. *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*, *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, vírus hepatitídy (HAV) a norovírus (NoV) sú najbežnejšie patogény, ktoré sa podieľajú na prepuknutiach ochorení spôsobených konzumáciou kontaminovaných plodín (García and Heredia 2017).

Ku kontaminácii ovocia môže dôjsť v rôznych krokoch od farmy po stôl. Predovšetkým kontaminácia pred zberom je spojená so zvyšujúcim sa počtom potravinových patogénov. Primárne zdroje kontaminácie rastlín pred zberom zahŕňajú kontaminovanú pôdu, zlú kvalitu vody, výkaly zvierat (napríklad hovädzí dobytok, vtáky, plazy a domáce zvieratá), zlú hygienu pracovníkov, nedostatočne kompostovaný alebo surový živočíšny hnoj alebo splašky a zamorenie hmyzom z polí susediacich s pastvinami dobytka. Je samozrejmé, že nie všetky tieto možnosti platia pre konkrétnu farmu alebo plodinu. Tie závisia od charakteristík farmy. V zmrazenom ovocí môžu byť prítomné aj vírusy, ako je NoV či vírus hepatitídy a parazity. Opomenúť nemožno ani pozberovú kontamináciu ovocia.

Cieľom našej práce bolo porovnať mikrobiologickú kvalitu hlbokozmrazených jahôd od rôznych výrobcov, so zameraním na zistenie prítomnosti a stanovenie počtu koliformných baktérií, kvasiniek a mikromycét, koagulázapozitívnych stafylokokov a enterokokov.

Materiál a metodika

V práci bolo v roku 2024 na Katedre hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín UVLF v Košiciach analyzovaných 15 laboratórnych vzoriek - spotrebiteľských balení hlbokozmrazených jahôd vybraných od troch výrobcov dostupných v obchodnej sieti na Slovensku. Pre potreby analýzy sme od každého výrobcu nakúpili po 5 kusov spotrebiteľských balení hlbokozmrazených jahôd. Vzorky jahôd sme do laboratória preniesli v originálnom balení v chladiacom boxe so zmrazenými vložkami a označili

písmenami A, B a C. Vzorky zakúpených jahôd boli až do laboratórneho vyšetrenia skladované v mraziacom boxe pri teplote -20 °C.

Z každého druhu hlbokozmrazených jahôd sme v deň experimentu pripravili jednotlivo (n=5) homogenát z celého balenia jahôd bez predchádzajúceho rozmrazovania. Jahody, po sterilizácii obalu 70 % etanolom, sme za aseptických podmienok presypali do homogenizačného, sterilného, plastového vrecúška a zhomogenizovali na prístroji Stomacher 400 (Seward Medical, London, UK). Homogenát z každej vzorky jahôd sme použili na stanovenie počtu koliformných baktérií, kvasiniek a mikromycét, koagulázapozitívnych stafylokokov a enterokokov podľa príslušnej legislatívy pre mikrobiologické skúšanie vzoriek potravín.

Získané výsledky sme zároveň porovnávali s kritériami hygieny procesu, uvedenými v prílohe č.10 štvrtej hlavy Potravinového kódexu SR (tab. 1) (Výnos MP SR a MZ SR 2006). Zároveň sme naše výsledky porovnávali s mikrobiologickými požiadavkami pre potravinové skupiny (tab. 2) podľa FAO (2000).

Tabuľka 1: Mikrobiologické kritériá pre hlbokozmrazené ovocie

hlbokozmrazené ovocie, zelenina a huby				
parameter	n	c	m	M
koliformné baktérie	5	2	$5 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$
mikroskopické vláknnité huby	5	2	10^3	$5 \cdot 10^3$

n – počet vzoriek určený na mikrobiologickú analýzu; **c** - je počet vzoriek z rozsahu výberu (n), v ktorých sa pripúšťa najviac medzná hodnota (M), pričom platí, že vo vzorkách v počte (n) mínus (c) môže byť najviac hodnota (m); **m** - je množstvo mikroorganizmov, ktoré sa pripúšťa v rozsahu výberu (n) v ustanovenom množstve vzorky; **M** - je medzná (výstražná) hodnota počtu mikroorganizmov ustanovenom množstve vzorky, ktorý sa ešte pripúšťa, ale len v počte vzoriek, ktorý je menší ako (c) alebo sa rovná (c).

Zdroj: Výnos MP SR č. 06267/2006-SL, upravené

Tabuľka 2: Mikrobiologické kritériá pre čerstvé a mrazené ovocie podľa FAO (2000)

čerstvé alebo mrazené ovocie	
CPM	$5 \cdot 10^5$
<i>Escherichia coli</i>	$m = 10^2$; $M = 10^3$; $n = 5$; $c = 3$
<i>Staphylococcus aureus</i>	10^2
<i>Enterococcus spp.</i>	10^3

CPM-celkový počet mikroorganizmov pri 30 °C; n – počet vzoriek určený na mikrobiologickú analýzu; c - je počet vzoriek z rozsahu výberu (n), v ktorých sa pripúšťa najviac medzná hodnota (M), pričom platí, že vo vzorkách v počte (n) mínus (c) môže byť najviac hodnota (m); m - je množstvo mikroorganizmov, ktoré sa pripúšťa v rozsahu výberu (n) v ustanovenom množstve vzorky; M - je medzná (výstražná) hodnota počtu mikroorganizmov ustanovenom množstve vzorky, ktorý sa ešte pripúšťa, ale len v počte vzoriek, ktorý je menší ako (c) alebo sa rovná (c). Zdroj: FAO 2000, upravené

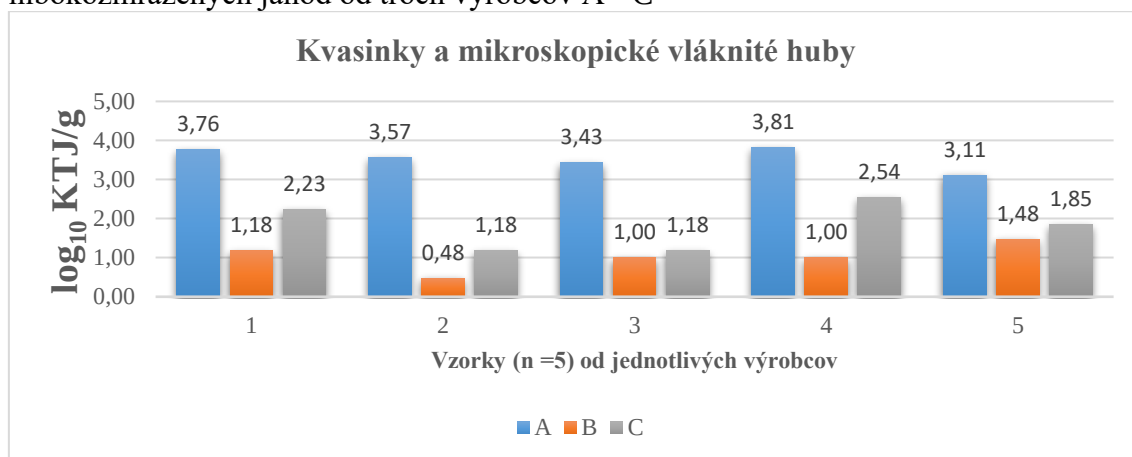
Výsledky a diskusia

Prítomnosť koliformných baktérií sme zaznamenali iba vo vzorkách (n=5) hlbokozmrazených jahôd od výrobcu A, pričom ich počet sa pohyboval v rozmedzí od $0,85 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹ do $1,00 \log_{10}$ KTJ.g⁻¹. Vo vzorkách hlbokozmrazených jahôd od výrobcov B a C sme prítomnosť koliformných baktérií nezistili ani v jednom prípade.

V Grafe 1 sú uvedené výsledky stanovenia počtu kvasiniek a mikroskopických vláknitých húb na agarovom médiu DRBC vo vzorkách (n=15) hlbokozmrazených jahôd od troch rôznych výrobcov (A – C).

Nami zistené počty kvasiniek a mikromycét vo vzorkách (n=15) hlbokozmrazených jahôd od výrobcov A – C sa pohybovali v rozpätí od 0,48 log₁₀ KTJ.g⁻¹, do 3,81 log₁₀ KTJ.g⁻¹. Najvyššie hodnoty vykazovali počty kvasiniek a mikromycét vzorky hlbokozmrazených jahôd (n=5) od výrobcu A (3,11 – 3,81 log₁₀ KTJ.g⁻¹). Nižšie počty kvasiniek a mikromycét sme stanovili pri vzorkách od výrobcu C (1,18 – 2,54 log₁₀ KTJ.g⁻¹), pričom prevažovali kvasinky. Vzorky (n=5) hlbokozmrazených jahôd výrobcu B vykazovali najnižšie hodnoty stanovovaných mikroorganizmov a pohybovali sa od 0,48 log₁₀ KTJ.g⁻¹. do 1,48 log₁₀ KTJ.g⁻¹.

Graf 1: Výsledky stanovenia kvasiniek a mikroskopických vláknitých húb vo vzorkách hlbokozmrazených jahôd od troch výrobcov A - C



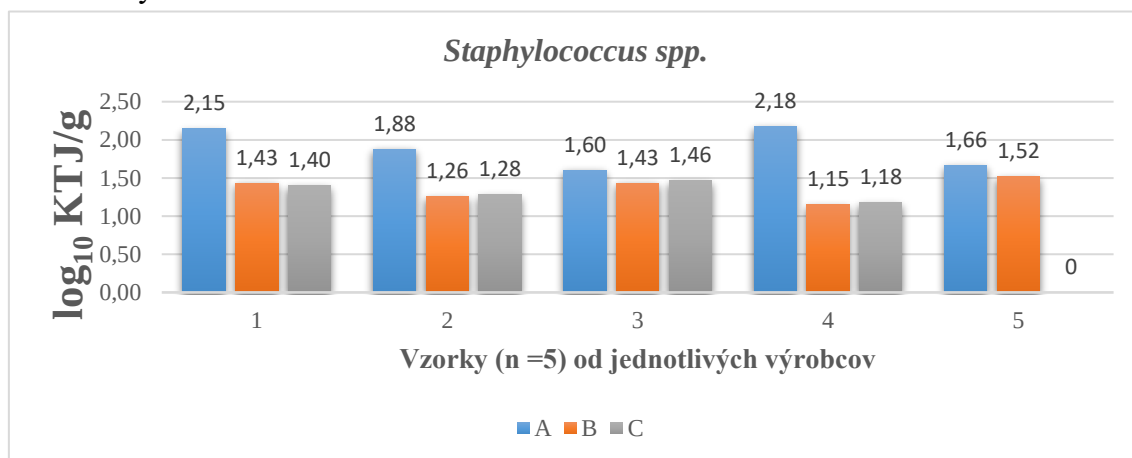
KTJ-kolónie tvoriace jednotky; Zdroj: vlastný graf

Počty *Staphylococcus* spp. vo vzorkách (n=15) hlbokozmrazených jahôd sa pohybovali od 0 KTJ.g⁻¹ do 2,18 log₁₀ KTJ.g⁻¹. Vo vzorkách (n=5) hlbokozmrazených jahôd od výrobcu A sme zaznamenali najvyššie počty *Staphylococcus* spp., v rozmedzí od 1,60 log₁₀ KTJ/g do 2,18 log₁₀ KTJ.g⁻¹. Naopak vo vzorkách hlbokozmrazených jahôd od výrobcov B a C boli počty stafylokokov približne rovnaké ale porovnateľne nižšie ako u výrobcu A. V jednej zo vzoriek hlbokozmrazených jahôd od výrobcu C sme nezistili prítomnosť *Staphylococcus* spp. (graf 2).

Vo vzorkách (n=15) hlbokozmrazených jahôd sme baktérie z rodu *Enterococcus* identifikovali iba v jednej vzorke jahôd od výrobcu C, pričom ich počet dosiahol hodnotu 1,90 log₁₀ KTJ.g⁻¹. Všetky ostatné vzorky hlbokozmrazených jahôd od výrobcov A, B a zvyšné vzorky od výrobcu C boli na prítomnosť *Enterococcus* spp. negatívne.

Mikrobiologické analýzy odhalili prítomnosť rôznych mikroorganizmov v nami vyšetrených vzorkách hlbokozmrazených jahôd. Najvyššiu mikrobiálnu záťaž vykazovali vzorky od výrobcu A, kde sme zaznamenali najvyššie počty mikroskopických vláknitých húb a baktérií z rodu *Staphylococcus*. Okrem toho, boli vzorky (n=5) hlbokozmrazených jahôd od výrobcu A, ako jediné kontaminované koliformnými baktériami. Vzorky (n=10) od výrobcov B a C vykazovali porovnateľnú úroveň mikrobiálnej kontaminácie, hoci v jednej vzorke od výrobcu C sme detegovali prítomnosť baktérií z rodu *Enterococcus*.

Graf 2: Výsledky stanovenia *Staphylococcus* spp. vo vzorkách hlbokozmrazených jahôd od troch výrobcov A – C



KTJ-kolónie tvoriace jednotky; Zdroj: vlastný graf

V najvyšších počtoch boli detegované kvasinky a mikroskopické vlákňité huby, kde sa hodnoty pohybovali v rozpätí od 0,48 log₁₀ KTJ.g⁻¹, do 3,81 log₁₀ KTJ.g⁻¹ v rámci všetkých nami analyzovaných vzoriek (n=15) hlbokozmrazených jahôd. Pri porovnaní našich výsledkov s Potravinovým kódexom SR, ktorý stanovuje povolený limit do 3 log₁₀ KTJ.g⁻¹ pre mikroskopické vlákňité huby v hlbokozmrazenom ovocí, zelenine a hubách sme zistili, že iba vzorky (n=5) od výrobcu A tento limit prekročili. Potravinový kódex SR zároveň uvádza povolený limit 3,69 log₁₀ KTJ.g⁻¹ pre koliformné baktérie pre hlbokozmrazené ovocie, zeleninu a huby. Naše výsledky, kde počet koliformných baktérií bol v rozmedzí od 0,85 log₁₀ KTJ.g⁻¹ do 1,00 log₁₀ KTJ.g⁻¹, poukazujú na to, že ani jedna z našich vzoriek hlbokozmrazených jahôd tento limit neprekročila.

Súčasne sme naše výsledky porovnávali aj s právnymi predpismi uvedenými FAO (2000), kde limit pre *Staphylococcus* spp. a *E. coli* predstavuje 2 log₁₀ KTJ.g⁻¹, a pre *Enterococcus* spp. 3 log₁₀ KTJ.g⁻¹. Výsledky našej práce ukázali, že počty *Enterococcus* spp. zistenými v testovaných vzorkách hlbokozmrazených jahôd tento limit neprekročili. Pri porovnaní našich výsledkov pri stanovení *Staphylococcus* spp. limit prekročili iba dve vzorky od výrobcu A s hodnotami 2,14 log₁₀ KTJ.g⁻¹ pre vzorku jedna a 2,18 log₁₀ KTJ.g⁻¹ pre vzorku 2.

Mikrobiologickú kvalitu jahôd skúmali aj Kowalska a Szczech (2024), ktorí sa sústredili na stanovenie a kvantifikáciu rôznych mikroorganizmov medzi nimi aj baktériami z rodu *Enterococcus*. Zistili, že dve vzorky z 25 vzoriek čerstvých jahôd boli kontaminované baktériami z rodu *Enterococcus*, kde ich priemerný počet v pozitívnych vzorkách bol 1,20 log₁₀ KTJ.g⁻¹. Táto štúdia potvrdzuje, že baktérie rodu *Enterococcus* môžu byť prítomné na čerstvých jahodách v dôsledku fekálnej kontaminácie. Zároveň výsledky našej experimentálnej práce, kde vo vzorke od výrobcu C ich počet dosiahol 1,90 log₁₀ KTJ.g⁻¹, naznačujú, že tieto mikroorganizmy sú schopné prežiť proces mrazenia, čo poukazuje na ich odolnosť voči nízkym teplotám a potenciálne riziko ich prenosu prostredníctvom mrazených ovocných produktov.

Výsledky našej práce ako aj práce Steinka a Kukułowicz (2018) poukazujú na prežívanie stafylokokov v mrazených jahodách. V tejto práci uvedení autori zaznamenali prítomnosť *Staphylococcus aureus* a *S. epidermidis* v čerstvých a mrazených jahodách, pričom *S. aureus* identifikovali v 38 % vzoriek čerstvých jahôd. Po zmrazení jahôd pri

-18 °C sa populácia *S. aureus* znížila o 2, 23 – 2,99 log₁₀ KTJ.g⁻¹. Pri porovnaní tejto štúdie s našou prácou môžeme konštatovať, že aj keď zmrazenie jahôd prispieva k redukcii stafylokokov, ich eliminácia nenastáva. Naše výsledky preukázali výrazne rozdiely medzi jednotlivými výrobcami, čo poukazuje na dôležitosť technologických postupov a hygienických štandardov počas spracovania. Naopak v štúdií Steinka a Kukułowicz (2018) zistili, že zmrazenie pri teplote -40 °C metódou fluidizácie dokázalo takmer úplne eliminovať *S. aureus*, čo naznačuje, že nižšia teplota a rýchlejšie zmrazovanie môžu byť efektívnejšie pri redukcii mikrobiálnej kontaminácie.

V štúdií Ortiz-Solà et al. (2020) skúmali mikrobiologickú kvalitu vo vzorkách (n=152) čerstvých jahôd a vo vzorkách (n=31) mrazených jahôd. Vzorky boli testované na celkový počet mikroorganizmov, plesne a kvasinky, koliformné baktérie, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, ako aj norovirus (NoV) GI a GII. Mikrobiologické počty v mrazených jahodách sa pohybovali od <1,70 (dl) – 3,66 log₁₀ KTJ.g⁻¹ pre celkový počet mikroorganizmov, od <1,70 (dl) – 2,76 log₁₀ KTJ.g⁻¹ pre mikroskopické vlákňité huby od <0,70 (dl) – 1,74 log₁₀ KTJ.g⁻¹ pre koliformné baktérie. Všetky vzorky v tejto štúdií boli negatívne na prítomnosť *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli* a NoV GI a GII genóm. V porovnaní s našimi výsledkami, v tejto štúdií pri mikrobiologickej analýze zistili nižší počet mikroskopických vlákňitých húb, ale naopak vyšší počet koliformných baktérií vo vyšetrovaných vzorkách. Obmedzením našej experimentálnej práce je skutočnosť, že vzorky pochádzali len od troch dodávateľov, čo môže ovplyvniť reprezentatívnosť výsledkov. Problémom bola ponuka hlbokomrazených jahôd v obchodnej sieti v čase experimentu. Navyše, skúmané mikroorganizmy boli identifikované len na úrovni bežných mikrobiologických metód, pričom podrobnejšia genetická analýza by mohla poskytnúť presnejšie informácie o druhu mikroorganizmov a ich pôvode.

Bobuľovité ovocie akéhokoľvek druhu je zriedkavo spojené s prepuknutím alimentárnych chorôb. Vo všeobecnosti sa považujú za nízkorizikové potraviny, pretože majú prirodzene nízke pH. No aj napriek tomu existuje niekoľko prípadov prepuknutia ochorenia spojeného s požitím tohto druhu ovocia, čo naznačuje, že potenciálne patogénne mikroorganizmy ako aj potravinové patogény môžu byť príležitostným kontaminantom bobuľovitého ovocia (Knudsen, Yamamoto, Harris 2001). Aj napriek tomu, že sa naša experimentálna práca nevenovala zisteniu prítomnosti patogénnych mikroorganizmov ako *Listeria monocytogenes* a *Escherichia coli*, v štúdií Flessa a Harris (2005) dokázali, že tieto potravinové patogény dokážu prežívať na mrazenom ovocí, čo dokazuje dôležitosť správnej výrobnnej praxe a dodržiavanie hygienických požiadaviek počas výroby.

Dôležitosť správnych hygienických postupov počas manipulácie a výroby mrazeného ovocia dokazuje aj štúdia Cinar a Onbaşı (2021), ktorá sa zaoberala implementáciou programu environmentálneho monitoringu (EMP) v závode na mrazené ovocie a zeleninu s cieľom identifikovať miesta, ktoré umožňujú rast patogénnych/indikátorových mikroorganizmov a vytvoriť preventívne opatrenia na zníženie alebo elimináciu rizika kontaminácie mrazeného ovocia a zeleniny. Po zavedení EMP sa výrazne zvýšil podiel vzoriek spĺňajúcich požadované mikrobiologické limity – z 82 % na 100 % pre *E. coli*, zo 61 % na 86 % pre koliformné baktérie, z 48 % na 77 % pre celkový počet mikroorganizmov a zo 63 % na 80 % pre kvasinky a plesne. Tieto výsledky zdôrazňujú dôležitosť systematického monitorovania mikrobiálnej kontaminácie, pravidelnej sanitácie a školenia personálu ako kľúčových prvkov pre zabezpečenie bezpečnosti mrazených potravín.

Záver

V kontexte existujúcich štúdií táto experimentálna práca potvrdzuje, že jahody môžu byť kontaminované celou škálou mikroorganizmov. Na základe týchto zistení možno odporučiť dôslednejšiu kontrolu hygienických postupov pri spracovaní a balení mrazeného ovocia. Dôležité je tiež zabezpečiť správne teplotné podmienky v mraziacich zariadeniach a minimalizovať možnosti sekundárnej kontaminácie.

Literatúra

- Çinar, A., Onbaşı, E. 2020. Monitoring environmental microbiological safety in a frozen fruit and vegetable plant. *Food Science and Technology* [online]. vol. 41[cit. 2024.10.28]. ISSN 1678-457X. <https://doi.org/10.1590/fst.10420>
- FAO. 2000. *Microbiological Requirements for Food Groups*. [online]. [cit. 2025.01.15]. <https://faolex.fao.org/does/pdf/est37807.pdf>
- Flessa, S., Lusk, D. M., Harris, L. J. 2005. Survival of *Listeria monocytogenes* on fresh and frozen strawberries. *International Journal of Food Microbiology*. [online]. 2005, vol. 101, no. 3, [cit. 2025.03.10]. ISSN 0168-1605. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.11.010>
- García, S., Heredia, N. 2017. Microbiological safety of fruit and vegetables in the field, during harvest, and packaging: A global issue. In: Barbosa-Cánovas, G., et al. *Global food security and wellness*. [online]. New York: Springer, p. 27-48. [cit. 2024.06.12] ISBN 978-1-4939-6496-3. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6496-3_3
- Hui, Y. H. 2006. *Handbook of fruits and fruit processing*. Ames, Iowa: Blackwell Publishing, 697 p. ISBN 978-0-8138-1981-5.
- Knudsen, D. M., Yamamoto, S. A., Harris, L. J. 2001. Survival of *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* O157: H7 on fresh and frozen strawberries. *Journal of Food Protection*. [online]. 2001, vol. 64, no. 10, [cit. 2025.03.10]. ISSN: 0362-028X. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-64.10.1483>
- Kowalska, B., Szczech, M. 2024. Assessment of the microbial quality of ready-to-eat vegetable salads and berry fruit available on Polish market. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. [online]. vol. 23, no. 3, [cit. 2025.03.10]. ISSN: 2545-1405. <https://doi.org/10.24326/asphc.2024.5351>
- Ortiz-Solà, J. et al. 2020. Occurrence of selected viral and bacterial pathogens and microbiological quality of fresh and frozen strawberries sold in Spain. *International Journal of Food Microbiology*. [online]. vol. 314, [cit. 2025.03.10]. ISSN: 0168-1605. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108392>
- Steinka, I., Kukułowicz, A. 2018. Identification and study of the behavior of *S. aureus* and *S. epidermidis* in fresh and frozen strawberries. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. [online]. vol. 17, no.1, [cit. 2025.03.10]. ISSN 1898-9594. https://www.food.actapol.net/volume17/issue1/4_1_2018.pdf
- Výnos MP SR a MZ SR zo 6. februára 2006 č.06267/2006-SL. [online]. [cit. 2025.01.15]. https://www.svps.sk/kodex/data/6267_2006.pdf

PodĎakovanie:

Práca bola podporená projektom KEGA 007UVLF-4/2024.

Kontaktná adresa:

doc. MVDr. Eva Dudriková, PhD, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice. E.mail: eva.dudrikova@uvlf.sk

Slovenské vína produkované malými vinárstvami - obsah histamínu a senzorická kvalita

Slovak Wines Produced by the Small Wineries: Histamine Content and Sensory Quality

Fikselová, M., Jakabová, S., Zelenáková, L., Kunová S., Čapla, J., Šajbanová N.
Ústav potravinárstva, FBP, Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitra

Súhrn

Cieľom práce bolo porovnanie vybraných odrôd bielych vín (8) z produkcie malých slovenských vinárstiev so vzorkami vín z väčšieho (2) a veľkého vinárstva (4) z troch vinohradníckych oblastí Slovenska. V súvislosti s množstvom pacientov trpiacich histaminovou intoleranciou sme sa zamerali na obsah histamínu a senzorickú kvalitu vyprodukovaných vín. Použitím histamínového (enzymatického) testovacieho kitu RIDASCREEN® sa stanovil obsah histamínu vo vínach, v rozmedzí od 0,74 do 2,52 mg.l⁻¹. Najnižší obsah histamínu bol zistený vo vzorke Rizling rýnsky z malého vinárstva (SVO), najvyšší vo vzorke Tramín červený z malého vinárstva (SVO). Ďalej bola hodnotená senzorická kvalita vzoriek vín použitím 100 - bodového hodnotiaceho systému (OIV). Z výsledkov vyplýva, že malé rodinné vinárstva sú schopné produkovať senzoricky atraktívne a konkurencieschopné vína, pričom najlepšie vyhodnotený bol opäť Tramín červený z malého vinárstva (SVO). Všetky vzorky boli klasifikované v kategóriách vynikajúce a veľmi dobré vína.

KLúčové slová: *víno, kvalita, bezpečnosť, histamín, odroda*

Abstract

The aim of this work was to compare selected white wine varieties (8) produced by small Slovak wineries to the wine samples from larger (2) and large wineries (4) from 3 wine-growing regions of Slovakia. We focused on the histamine content due to the number of patients suffering from histamine intolerance and sensory quality of produced wines. Using the histamine (enzymatic) test kit RIDASCREEN®, the histamine content in wines was determined, ranging from 0.74 mg.l⁻¹ to 2.52 mg.l⁻¹. The lowest content was found to be at Riesling sample from the small winery (Stredoslovensky wine-growing region), and the highest at Traminer from the small winery (Stredoslovensky wine-growing region). The sensory quality of the wine samples was evaluated using the 100-point evaluation system (OIV). The results show that the small wineries are able to produce sensory attractive and competitive wines, with the best evaluated Traminer from the small winery (Stredoslovensky wine-growing region) again. All samples were classified at the categories excellent and very good.

Keywords: *wine, quality, safety, histamine, variety*

Úvod

Zloženie vína závisí od odrody hrozna, jeho pôvodu, podmienok ročníka i technológie (Fikselová et al., 2022). Stanovenie hlavného chemického zloženia vína vrátane celkových a prchavých kyselín, organických kyselín možno považovať za najdôležitejšie parametre, ktoré určujú kvalitu vína (Jakabová et al., 2021). Určité riziko však prináša víno v súvislosti s obsahom histamínu, keďže tento biogénny amín časť citlivých konzumentov netoleruje a spôsobuje im zdravotné ťažkosti. Hlavné biogénne amíny spojené s vínom sú histamín, tyramín, putrescín a kadaverín a ich prítomnosť slúži ako

marker pre kvalitu vína. Tieto biogénne amíny majú vplyv nielen na chuť vína, ale aj na fyziologický účinok na citlivých jedincov (Moreno-Arribas et al., 2022).

Cieľom práce bolo porovnanie bielych vín z ročníka 2021 (CHOP), prioritne vyrobených malými vinárstvami. Vzorky od malých vinárstiev porovnať so vzorkami vín z väčšieho, resp. veľkého vinárstva v rámci obsahu histamínu a senzorickej kvality produkovaných vín.

Materiál a metodika

Materiál

Hodnotilo sa 14 vzoriek bielych vín z ročníka 2021, ktoré boli vyrobené piatimi výrobcami, označených ako výrobca A – E, z ktorých 3 výrobcovia boli z kategórie malé vinárstva (výrobca A, B, E) a na porovnanie sa použili aj 1 väčšie vinárstvo (výrobca D) a 1 veľké vinárstvo (výrobca C).

Hodnotili sa nasledovné odrody: Rizling rýnsky (RR), Rulandské šedé (RŠ), Chardonnay (CHAR), Tramín červený (TČ). Vzorky boli kategorizované ako vína s chráneným označením pôvodu. Pochádzali z Nitrianskej vinohradníckej oblasti (výrobca C), Malokarpatskej vinohradníckej oblasti (MVO) od výrobcu D a zo Stredoslovenskej vinohradníckej oblasti (SVO) pochádzali vzorky vín od výrobcu A, B a E (tabuľka 1).

Tabuľka 1: Hodnotené vzorky vín

Výrobca	Označenie vzorky	Odroda	Prívlastok	Kategorizácia	Vinohradnícka oblasť
A (malé vinárstvo)	A1	Rizling rýnsky	ovh	suché	SVO
	A2	Chardonnay	ovh	suché	
	A3	Rulandské šedé	ovh	suché	
	A4	Tramín červený	avo	sladké	
B (malé vinárstvo)	B5	Rizling rýnsky	onz	suché	SVO
	B6	Rulandské šedé	ovh	suché	
	B7	Chardonnay	onz	polosladké	
C (veľké vinárstvo)	C8	Chardonnay	onz	suché	NVO
	C9	Rulandské šedé	onz	suché	
	C10	Tramín červený	ovh	suché	
	C11	Rizling rýnsky	onz	polosuché	
D (väčšie vinárstvo)	D12	Tramín červený	avo	polosladké	MVO
	D13	Rizling rýnsky	avo	polosladké	
E (malé vinárstvo)	E14	Tramín červený	ovh	polosladké	SVO

Poznámka: akostné víno odrodové skr. avo, akostné víno odrodové s prívlastkom výber z hrozna skr. ovh, akostné víno odrodové s prívlastkom neskorý zber skr. onz, Stredoslovenská vinohradnícka oblasť skr. SVO, Nitrianska vinohradnícka oblasť skr. NVO, Malokarpatská vinohradnícka oblasť skr. MVO.

Metodika

Stanovenie obsahu histamínu

Kvantitatívne stanovenie obsahu histamínu vo víne sa uskutočnilo použitím histamínového (enzymatického) testovacieho kitu RIDASCREEN®. Prvým krokom bola eliminácia farebných pigmentov a rušivých zlúčenín pomocou súpravy RIDA® Sample

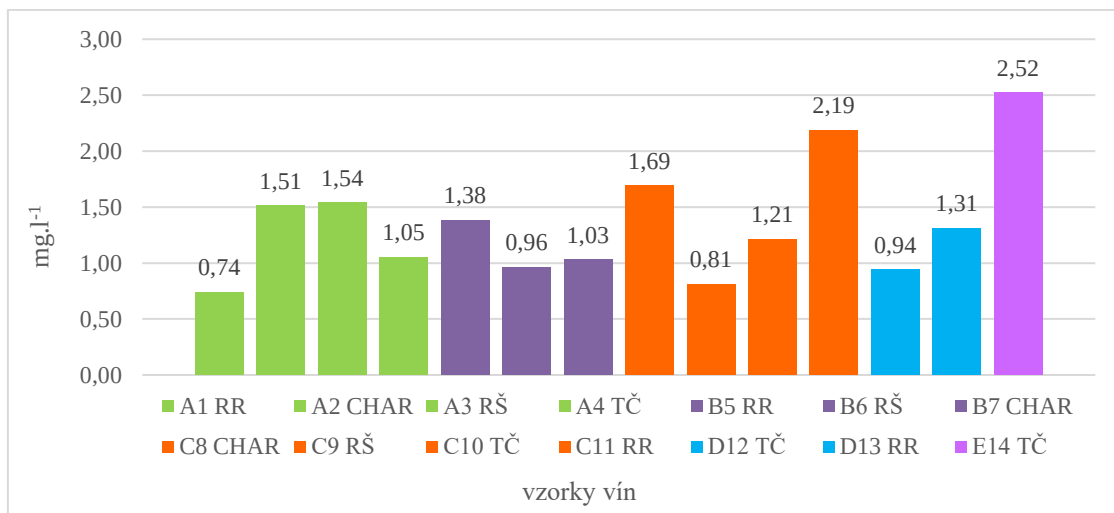
Decolorant. Príprava vzorky a stanovenie histamínu sa uskutočnilo podľa protokolu opísaného výrobcom. Princíp metódy je založený na enzymatickom stanovení histamínu s aplikáciou enzýmu histamíndehydrogenázy, ktorý katalyzuje oxidačnú deamidáciu histamínu za prítomnosti elektrónového nosiča, ktorý premieňa farbivo na farebný produkt. Výsledná intenzita farby je priamo úmerná koncentrácii histamínu a meria sa pri 450 nm.

Senzorické hodnotenie vín

Senzorické hodnotenie vín prebiehalo v degustačnej miestnosti. Vzorky boli hodnotené pri teplote vín 11 °C. Vína sa podávali anonymne. Hodnotenia sa zúčastnili znalci a zaškolení hodnotitelia. Poradie vzoriek bolo zostavené od suchých vín až po sladké. Senzorické hodnotenie prebiehalo bodovaním jednotlivých kvalitatívnych atribútov vín ako sú vzhľad, vôňa, chuť, celkový dojem, vzorky za jednotlivé znaky získali určitý počet bodov v rámci 100 bodového systému podľa OIV. Na základe pridelených bodov boli vzorky vín klasifikované do piatich kategórií, a to na vzorky vín vynikajúce (100-87 b.), veľmi dobré (86-73 b.), dobré (72-57 b.), uspokojivé (56-41 b.) a nedostatočné (40 – menej b.).

Výsledky a diskusia

Na tvorbu histamínu vo víne môže mať vplyv odroda a úroveň zrelosti hrozna, typ pôdy, hygienické a klimatické podmienky, mikroorganizmy prítomné počas alkoholovej a jablčno-mliečnej fermentácie (La Torre et al., 2023). Víno s obsahom histamínu je istým rizikom pre časť konzumentov, ktorá histamín netoleruje (Moreno-Arribas et al., 2022). Medzi prejavy histamínovej intolerancie patrí zúženie ciev, migréna, žihľavka (Michlovský, 2014), nevoľnosť, vracanie, hnačka, brušné kŕče. Hypotenzia, bolesť hlavy, búšenie srdca, mravčenie, návaly horúčavy a pocity pálenia v ústach. V závažných prípadoch bol hlásený šok, bronchospazmus, dusenie. Histamín slúži ako markerová látka pre hodnotenie kvality vína (Moreno-Arribas et al., 2022). Vo vzorkách našich vín bol zistený obsah histamínu (Obr. 1) v rozmedzí od 0,74 mg.l⁻¹ do 2,52 mg.l⁻¹, najnižšia hodnota bola stanovená vo vzorke Rizling rýnsky z malého vinárstva A zo SVO. V malých vinárstvách A a B sa obsah histamínu stanovil na úrovni od 0,74 do 1,54 mg.l⁻¹. Najvyššia hodnota obsahu histamínu bola zistená vo vzorke Tramín červený z malého vinárstva E zo SVO, nasledovali vzorky z veľkého vinárstva C – 2,19 mg.l⁻¹ a 1,69 mg.l⁻¹. Histamín sa v priemere vyskytuje v množstve 3,9 mg.l⁻¹ v bielych vínach a 6,4 mg.l⁻¹ v červených vínach. Legislatíva niektorých krajín povoľuje maximálne 10 mg.l⁻¹ histamínu vo víne (Michlovský, 2014) Niektoré krajiny EU (Nemecko, Holandsko, Belgicko, Francúzsko) stanovili maximálne prípustné limity histamínu vo víne v rozsahu 2 – 10 mg.l⁻¹. Míšková et al. (2023) sa zaoberali stanovením jednotlivých biogénnych amínov vo vínach. Uvádzajú ako najvyšší stanovený obsah histamínu 4,5 mg.l⁻¹ vo víne Sauvignon Blanc. Nami zistené obsahy histamínu sú nižšie ako sú dané maximálnej hodnoty niektorými krajinami EU, t.j. do 10 mg.l⁻¹.

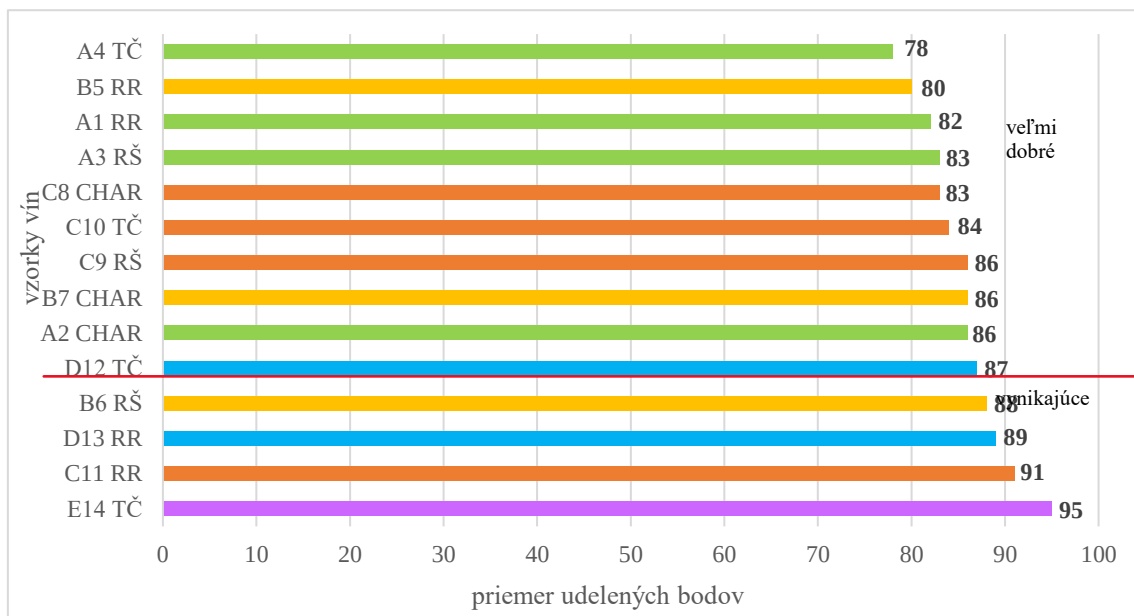


Obrázok 1: Obsah histamínu [mg.l⁻¹] vo vzorkách vín z rôznych VO

Poznámka: Malé vinárstvo A z SVO (1-Rizling rýnsky, 2-Chardonnay, 3-Rulandské šedé, 4-Tramín červený); malé vinárstvo B z SVO (5-Rizling rýnsky, 6-Rulandské šedé, 7-Chardonnay); veľké vinárstvo C z NVO (8-Chardonnay, 9-Rulandské šedé, 10-Tramín červený, 11-Rizling rýnsky); väčšie vinárstvo D z MVO (12-Tramín červený, 13-Rizling rýnsky); malé vinárstvo E z SVO (14-Tramín červený)

Vyhodnotenie senzorickej kvality vzoriek vín

Na základe pridelených bodov senzorickým hodnotením vín v rámci 100-bodového systému, boli naše vzorky klasifikované v dvoch kategóriách a to vzorky vín vynikajúce a veľmi dobré (Obr. 2).



Obrázok 2: Senzorické vyhodnotenie vín

Poznámka: Malé vinárstvo A z SVO (1-Rizling rýnsky, 2-Chardonnay, 3-Rulandské šedé, 4-Tramín červený); malé vinárstvo B z SVO (5-Rizling rýnsky, 6-Rulandské šedé, 7-Chardonnay); veľké vinárstvo C z NVO (8-Chardonnay, 9-Rulandské šedé, 10-Tramín červený, 11-Rizling rýnsky); väčšie vinárstvo D z MVO (12-Tramín červený, 13-Rizling rýnsky); malé vinárstvo E z SVO (14-Tramín červený)

V kategórii **vynikajúce vína** sa klasifikovalo päť vzoriek, a to Tramín červený (malé vinárstvo E, SVO), Rizling rýnsky (veľké vinárstvo C, NVO), Rizling rýnsky (väčšie vinárstvo D, MVO), Rulandské šedé (malé vinárstvo B, SVO) a Tramín červený (väčšie vinárstvo D, MVO).

V kategórii **veľmi dobré** sa klasifikovali ostatné vzorky vín, a to v nasledovnom poradí: Chardonnay (malé vinárstvo A, SVO), Chardonnay (malé vinárstvo B, SVO), Rulandské šedé (veľké vinárstvo C, NVO), Tramín červený (veľké vinárstvo C, NVO), Chardonnay (veľké vinárstvo C, NVO), Rulandské šedé (malé vinárstvo A, SVO), Rizling rýnsky (malé vinárstvo A, SVO), Rizling rýnsky (malé vinárstvo B, SVO), Tramín červený (malé vinárstvo A, SVO).

Z výsledkov vyplýva, že malé rodinné vinárstva sú schopné produkovať senzoricky kvalitné, atraktívne a konkurencieschopné vína s nízkym, takmer nulovým obsahom histamínu.

Záver

Obsah histamínu predstavuje značné zdravotné riziko pre čoraz viac konzumentov trpiacich histamínovou intoleranciou. V našich vzorkách bielych vín bol stanovený nižší obsah histamínu, pohyboval sa v rozsahu od 0,74 do 2,52 do mg.l^{-1} . Najvyšší obsah histamínu bol zistený vo vzorke Tramín červený z malého vinárstva z SVO, nasledovali vzorky z veľkého vinárstva s obsahom histamínu 2,19 mg.l^{-1} a 1,69 mg.l^{-1} . V rámci senzorického hodnotenia vín boli vzorky vín klasifikované ako vynikajúce a veľmi dobré. Malé rodinné vinárstva sú teda schopné produkovať senzoricky atraktívne vína s nízkym obsahom histamínu.

Literatúra

- Fikselová, M., Šnirc, M., Rybníkář, S., Mezey, J., Jakabová, S., Zelenáková, L., Vlčko, T., Baláška, M. 2022. The wine quality description of different origin evaluated by modern chemometric approach. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 12 (Special issue), e9270. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.9270>
- Jakabová, S., Fikselová, M., Mendelová, A., Ševčík, M., Jakab, I., Aláčová, Z., Kolačková, J., Ivanova-Petropulos, V. 2021. Chemical Composition of White Wines Produced from Different Grape Varieties and Wine Regions in Slovakia. *Applied Sciences*, vol. 11, no. 22, 11059. <https://doi.org/10.3390/app112211059>
- La Torre, G. L., Rotondo, A., Salvo, A. 2023. Do vine cropping and breeding practices affect the biogenic amines' content of produced wines? *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 115, ISSN 0889-1575, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104901>
- Moreno-Arribas, M.V., Smit, A.Y., Toit, M. 2022. Biogenic amines and the winemaking process, In Andrew G. Reynolds :*Managing Wine Quality (Second Edition)*, volume II. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Second Edition, Pages 595-627, ISBN 9780081020654, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102065-4.00038-9>
- Michlovský, M. 2014. Lexikon chemického složení vína, 1. vyd. Rakvice : Vinselekt Michlovský a. s., 12 s., 65 s., 86 s., 106 s., 110 s., 155 s., ISBN 978-80-905319-2-5.
- Míšková, Z., Lorencová, E., Salek, R. N., Koláčková, T., Trávníková, L., Rejdlová, A., Buňková, L., Buňka, F. 2023. Occurrence of Biogenic Amines in Wines from the Central European Region (Zone B) and Evaluation of Their Safety. *Foods*, vol. 12, no. 9, p. 1835. <https://doi.org/10.3390/foods12091835>

PodĎakovanie: Práca bola finančne podporená projektom KEGA č. 002SPU-4/2025.

Kontaktná adresa

doc. Ing. Martina Fikselová, PhD., SPU Nitra, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, e-mail: martina.fikselova@uniag.sk

**Antioxidačná aktivita a celkový obsah polyfenolov olivových listov
(*Olea europaea* L.) z pohľadu ľudského zdravia**
***Antioxidant Activity and Total Polyphenol Content of Olive Leaves
(*Olea Europaea* L.) in Relation to Human Health***

Hnatová, L.¹, Kňazická, Z.¹, Fatrcová Šramková, K.¹, Kováčiková, E.¹,
Kopčeková, J.¹, Lenická, D.², Mlyneková, E.³, Lenický, M.³, Prčík, M.⁴,
Capcarová, M.⁵

¹ Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

² Ústav rastlinnej produkcie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

³ Ústav chovu zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

⁴ Ústav udržateľného regionálneho a miestneho rozvoja, Fakulta európskych štúdií
a regionálneho rozvoja, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

⁵ Ústav aplikovanej biológie, Fakulta biotechnológie a potravinárstva,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

Súhrn

V posledných rokoch sa vedecký výskum čoraz intenzívnejšie sústreďuje na využívanie prírodných zdrojov antioxidantov, ktoré zohrávajú významnú úlohu pri ochrane ľudského zdravia. Osobitný záujem vzbudzujú olivové listy (*Olea europaea* L.), ktoré zatiaľ nie sú v potravinárstve ani farmácii plnohodnotne docenené, napriek ich vysokému obsahu bioaktívnych zlúčenín a preukázanému etnomedicínskemu potenciálu. Cieľom práce bolo zhodnotiť antioxidačnú aktivitu (2,2-difeny-1-pikrylhydrazyl; DPPH metódou) a celkový obsah polyfenolov (total polyphenol content – TPC; Folin-Ciocalteuovou metódou) v lyofilizovaných olivových listoch (kultivar Frantoio), pochádzajúcich z provincie Padova (Taliansko), ako aj poukázať na možnosti ich ďalšieho perspektívneho využitia z aspektu ľudského zdravia. Naše výsledky z analýz preukázali silnú antioxidačnú aktivitu ($72,84 \pm 0,42$ %) a vysoký obsah TPC ($39,91 \pm 6,24$ mg.GAE.g⁻¹). Olivové listy možno považovať za cenný komplex fenolových a ďalších bioaktívnych zlúčenín napriek tomu, že vznikajú ako vedľajší produkt pri spracovaní olív a výrobe olivového oleja. Ďalší výskum polyfenolového profilu a mechanizmov ich účinku v rámci *in vitro* štúdií je opodstatnený, keďže otvára možnosti ich širšieho využitia vo výžive, farmakológii a preventívnej medicíne.

Kľúčové slova: *Olea europaea* L., antioxidačný potenciál, celkový obsah polyfenolov, zdravotné prínosy

Abstract

In recent years, scientific research has increasingly focused on the utilization of natural sources of antioxidants, which play a crucial role in the protection of human health. Olive leaves (*Olea europaea* L.) have attracted particular interest, as they remain underappreciated in the food and pharmaceutical industries despite their high content of bioactive compounds and proven ethnomedical potential. The aim of this study was to evaluate the antioxidant activity (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl; DPPH method) and total polyphenol content (TPC; Folin-Ciocalteu method) in lyophilized olive leaves (cultivar

Frantoio) originating from the province of Padova (Italy), as well as to point out the possibilities of their further prospective use in relation to human health. Our results of analyses showed strong antioxidant activity ($72.84 \pm 0.42\%$) and a high content of TPC ($39.91 \pm 6.24 \text{ mg GAE.g}^{-1}$). Olive leaves can be considered a valuable natural source of phenolic and other bioactive compounds, despite originating as a by-product of olive processing and olive oil production. Other research of polyphenolic profile and mechanisms of their action *in vitro* is justified, as it may open new possibilities for their broader application in nutrition, pharmacology, and preventive medicine.

Key words: *Olea europaea L.*, antioxidant potential, total polyphenol content, health benefits

Úvod

Ľudské zdravie je v súčasnosti neoddeliteľne spojené so životným štýlom, ktorý môže chrániť pred rizikom rozvoja civilizačných ochorení alebo naopak prispieť ich vzniku. Významným ochranným faktorom je stredomorská (mediteránska) strava, charakterizovaná konzumáciou rôznych liečivých rastlín a ich vedľajších produktov, ktorá zohráva významnú úlohu v prevencii ochorení – oxidačný stres, *diabetes mellitus*, obezita a rakovina (Elhrech et al., 2024). Jedným z kľúčových aspektov tejto stravy je vysoký príjem fytonutrientov, najmä polyfenolov (Zighed et al., 2022). Tieto zlúčeniny sú predmetom intenzívneho vedeckého záujmu pre svoju schopnosť aktivovať rôzne signálne dráhy zapojené do regulácie metabolizmu, posilňovania antioxidantnej obranyschopnosti a prevencie mnohých ochorení (Boukhebt et al., 2015).

Olivovník (*Olea*; čeľaď *Oleaceae*) je suchovzdorná rastlina pestovaná predovšetkým v stredomorských krajinách (Kabbash et al., 2021). Olivové listy sa považujú za vedľajší produkt pestovania olív (Jurcâu et al., 2021). Jeden strom vyprodukuje v priemere približne 7 kg listov ročne (Tabera et al., 2004). Olivové listy predstavujú 4 - 10 % celkovej hmotnosti spracovaných olív (Abaza et al., 2015; Contreras et al., 2020), čo zodpovedá približne 5 % z celkového množstva vedľajších (odpadových) produktov vznikajúcich pri výrobe olivového oleja (Lama-Muñoz et al., 2020).

Extrakt z olivových listov si získali osobitnú pozornosť výskumníkov na celom svete vďaka svojmu terapeutickému potenciálu a vysokému obsahu bioaktívnych zlúčenín prospešných pre zdravie. Doteraz vykonané fytochemické štúdie identifikovali široké spektrum zlúčenín, predovšetkým sekoiridoidov, fenolové kyseliny, alkoholy, jednoduché fenoly, flavonoidy (luteolín-7-O-glukozid, rutín, apigenín-7-O-glukozid, luteolín 4-O-glukozid) (Bouaziz a Sayadi, 2005; Japón-Luján a Luque de Castro, 2007; Rahmanian et al., 2015), ako aj niektoré triterpenoidy a deriváty lignanov (Hashmi et al., 2015). Najvýznamnejšou bioaktívnou polyfenolovou zlúčeninou prítomnou v olivových listoch je oleuropeín (Bouaziz a Sayadi, 2005), charakterizovaný výraznými antioxidantnými účinkami (Zorić et al., 2021; Mansour et al., 2023). Mnohé vedecké štúdie (Lee a Lee, 2010; Omar, 2010; Afaneh et al., 2015; Przychodzen et al., 2019; Abbattista et al., 2021; Zorić et al., 2021) potvrdzujú jeho protizápalové, antimikrobiálne, antivírusové, neuroprotektívne, hepatoprotektívne, antiischemické, hypoglykemické a hypolipidemické vlastnosti. Druhým najvýznamnejším polyfenolom a derivátom oleuropeínu je hydroxytyrozol, ktorý sa získava najmä z listov olivovníka ako vedľajší produkt výroby olivového oleja (Zorić et al., 2013). Obe tieto zlúčeniny indukujú apoptotické procesy v rakovinových bunkách (Han et al., 2009; Omar, 2010) a vykazujú silnú cytotoxickú aktivitu, ktorá znižuje životaschopnosť nádorových buniek (Widyaningrum et al., 2020).

Cieľom predkladanej práce bolo vyhodnotiť antioxidačnú aktivitu a celkový obsah polyfenolov v lyofilizovaných olivových listoch (*Olea europaea* L.), ako aj preskúmať ich potenciálne terapeutické aplikácie a poukázať na ďalší perspektívny význam pre budúci výskum z hľadiska ľudského zdravia.

Materiál a metodika

Olivové listy (*Olea europaea* L.; kultivar Frantoio) boli získané z provincie Padova (Taliansko). Rastlinný materiál bol náhodne zozbieraný v období 2023 – 2025. Konáre s mladými aj zrelými listami boli odobraté v dostupnej výške po celom obvode stromu. Následne po zbere boli vzorky uložené do plastových vreciek a prenesené do laboratória. Listy boli oddelené od konárov, lyofilizované, zomleté a vákuovo uskladnené mimo dosahu svetla a vlhkosti až do doby extrakcie.

Extrakty na stanovenie antioxidačnej aktivity a celkového obsahu polyfenolov (TPC) boli pripravené pridaním 1,0 ml extrakčného činidla (metanol : H₂O : kyselina octová v pomere 80 : 18 : 2) k 20 mg vzorky (v duplikáte). Následne boli olivové listy homogenizované a sonikované (5 min, 50 °C). Po centrifugácii (15 616×g počas 10 min, 20 °C; Hettich Rotina 380, Tuttlingen, Nemecko) bol supernatant odobratý a prenesený do ependorfiek. Zvyšná pevná fáza bola opakovane extrahovaná pridaním ďalšieho 1,0 ml extrakčného činidla a celý proces bol zopakovaný (Kováčiková et al., 2025). Antioxidačná aktivita bola stanovená spektrofotometricky podľa metódy Brand-Williams et al. (1995) a modifikovaná pre použitie na 96-jamkové mikroplatničky (Kováčiková et al., 2025). Absorbancia sa merala pomocou mikroplatničkového fotometra DYNAREAD (Dynex Technologies s.r.o., Praha, Česká republika) pri vlnovej dĺžke 515 nm. Sila antioxidačnej aktivity pre hodnotené vzorky bola definovaná na základe % inhibície DPPH ako slabá (0 - 29 %), stredne silná (30 - 59 %) alebo silná (60 % a viac). Na vyhodnotenie TPC bola použitá Folin-Ciocalteova metóda, modifikovaná podľa protokolu Kováčikovej et al. (2025). Absorbancia sa merala pomocou UV-Vis mikroplatničkového fotometra Glomax Multi+ (Promega Corp., Madison, USA) pri vlnovej dĺžke 765 nm. UV-Vis merania boli kalibrované na základe štandardnej krivky kyseliny galovej (GAE; 0 - 500 mg.g⁻¹; Merck KGaA, Darmstadt, Nemecko). Celkový obsah polyfenolov bol kvantifikovaný podľa kalibračnej krivky a vyjadrený ako ekvivalent GAE.

Výsledky a diskusia

Rastlinné fenolové zlúčeniny sú jednou z najdôležitejších skupín sekundárnych metabolitov prijímaných v ľudskej strave a spájaných s prevenciou viacerých ochorení (Trichopoulou et al., 2003). Vysoký obsah týchto zlúčenín v olivových listoch sa odráža v širokom spektre ich biologických účinkov preukázaných v *in vitro* aj *in vivo* štúdiách, ako sú antimikrobiálne, antioxidačné, antidiabetické, antifungálne, hypoglykemické, antihypertenzívne, hypocholesterolemické a protizápalové vlastnosti (Bulotta et al., 2011; Rahmanian et al., 2015; Cavaca et al., 2020; Jurcâu et al., 2021; Selim et al., 2022; Bilel et al., 2023). *Olea europaea* L. slúži ako cenný zdroj v konvenčnej medicíne na liečbu rôznych ochorení. Zistenia z farmakologických a fytochemických výskumov prehľbujú jej terapeutický význam a podporujú potenciálne budúce využitie v modernej medicíne (Elhrech et al., 2024).

Koncentrácia fenolovej frakcie v olivových listoch je niekoľkonásobne vyššia v porovnaní s olivami alebo olivovým olejom, a jej množstvo závisí od viacerých faktorov, ako sú kultivar olivovníka, klimatické podmienky (Abaza et al., 2005), čas

zberu, spôsoby spracovania, procesy extrakcie, ako aj od samotných pestovateľských faktorov (Elhrech et al., 2024). Techniky mrazenia a sušenia listov tiež významne ovplyvňujú zloženie polyfenolov (Jurcâu et al., 2021). Naše výsledky potvrdzujú silnú antioxidačnú aktivitu ($72,84 \pm 0,42$ %) a vysoký obsah TPC ($39,91 \pm 6,24$ mg GAE.g⁻¹) v lyofilizovaných olivových listoch u najrozšírenejšieho kultivaru v Taliansku – Frantoio. Blasi et al. (2016) zistili, že sezónne variácie významne ovplyvňujú antioxidačný potenciál a TPC extraktov olivových listov z rôznych talianskych kultivarov (Dolce Agogia, Moraiolo, Leccino, Frantoio). Priemerné hodnoty TPC sa pohybovali od 40,90 mg GAE.g⁻¹ pre Frantoio (decembrový zber) do 66,60 mg GAE.g⁻¹ pre kultivar Dolce Agogia (júnový zber). Zároveň bolo zistené, že antioxidačná aktivita (DPPH metóda) kultivaru Frantoio sa pohybovala v rozpätí 40,90 – 80,00 %, čo je v súlade s našimi výsledkami. Autori tiež zaznamenali najvyšší obsah bioaktívnych zlúčenín v decembri a marci, čo je zaujímavé vzhľadom na to, že práve v týchto obdobiach predstavujú olivové listy odpadový produkt spojený so zberom olív a orezávaním olivovníkov.

Farag et al. (2020) vykonali fytochemický skrining a hodnotili obsah antioxidantov v surových šťavách z rôznych liečivých rastlín. Zistili, že antioxidačná kapacita extraktu z olivových listov mala pozitívny účinok ($IC_{50} = 42,50$ µg.ml⁻¹) v porovnaní s použitým štandardom ($IC_{50} = 21,0$ µg.ml⁻¹). Surová šťava z olivových listov sa preto javí ako vhodný doplnok stravy na oddialenie oxidácie tukov. Lins et al. (2018) preukázali, že extrakt z olivových listov vykazuje silnú antioxidačnú aktivitu proti širokej škále reaktívnych foriem kyslíka a chráni ľudské erytrocyty pred poškodením voľnými radikálmi. Lfitat et al. (2020) realizovali *in vitro* štúdie, ktoré potvrdili antioxidačnú účinnosť olivových listov a poukázali na úlohu sekundárnych metabolitov pri chelácii kovov a vychytávaní voľných radikálov. Štúdia Monteleone et al. (2021) tiež potvrdila významnú antioxidačnú kapacitu olivových listov. Pennisi et al. (2023) sa zamerali na antivírusové a antioxidačné vlastnosti extraktov získaných z *Olea europaea* vars. *sativa* a *sylvestris*. Výskumníci zistili, že tieto extrakty zabraňujú peroxidácii lipidov v ľudských bunkách HeLa, a zároveň zvyšujú hladiny antioxidačných enzýmov, vrátane katalázy, superoxiddismutázy a glutatiónpoxidázy.

Viaceré výskumy preukázali aj cytotoxickú aktivitu extraktu z olivových listov proti rôznym rakovinovým bunkovým líniam. Hodnoty IC_{50} metanolového extraktu proti rakovinovým bunkovým líniam HCT, MCF-7, HeLa a HEPG-2 boli stanovené na 81,60; 43,00; 21,50 a 77,90 mg GAE.l⁻¹. Tieto výsledky poukazujú na výrazný účinok extraktu z olivových listov na bunkovú líniu HEPG-2, čím sa splnilo kritérium cytotoxicity pre surové extrakty stanovené Národným onkologickým inštitútom USA ($IC_{50} < 30$ mg.l⁻¹) (Morsy a Abdel-Aziz, 2014). Viaceré predklinické štúdie potvrdzujú ich ďalší priaznivý potenciál, vyplývajúci z ich biochemických a farmakologických účinkov (Cavaca et al., 2020), ktoré možno uplatniť pri prevencii a bioterapii rôznych civilizačných ochorení.

Záver

Výsledky našej práce potvrdzujú, že olivové listy (*Olea europaea* L.) predstavujú významný zdroj bioaktívnych zlúčenín s priaznivým účinkom na ľudské zdravie. Zistený vysoký obsah celkových polyfenolov a silná antioxidačná aktivita poukazujú na ich potenciál pri ochrane pred oxidačným stresom a súvisiacimi hromadnými neinfekčnými tzv. civilizačnými ochoreniami. Naše zistenia podporujú perspektívne uplatnenie olivových listov vo výžive, ako prídavok zvyšujúci biologickú hodnotu potravín, ako aj vo farmakológii a preventívnej medicíne. Ďalší výskum zameraný na detailnú charakterizáciu polyfenolového profilu a mechanizmov pôsobenia ďalších bioaktívnych

zlúčenín v olivových listoch v predklinických štúdiách otvára nové možnosti pre ich využitie v terapeutických aplikáciách a nutraceutikách.

Literatúra

- Abaza, L., Taamalli, A., Nsir, H., et al. 2015. Olive tree (*Olea europaeae* L.) leaves: Importance and advances in the analysis of phenolic compounds. *Antioxidants*, vol. 4, pp. 682-698.
- Abaza, L., Taamalli, W., Temine, S. B., et al. 2005. Natural antioxidant composition as correlated to stability of some Tunisian virgin olive oils. *Rivista Italiano Delle Sostanze Gresse*, vol. 132, no. 1, pp. 12-18.
- Abbattista, R., Ventura, G., Calvano, C. D., et al. 2021. Bioactive compounds in waste by-products from Olive oil production: applications and structural characterization by mass spectrometry techniques. *Foods*, vol. 10, no. 6, pp. 1236.
- Afaneh, I., Yateem, H., Al-Rimawi, F. 2015. Effect of Olive Leaves Drying on the Content of Oleuropein. *Am. J. Analyt. Chem.*, vol. 6, pp. 246-252.
- Bilel, H., Yahia, M., Moustafa, S. M. N. 2023. An Overview of Chemical Composition and Fungicidal Activity of Olive (*Olea europaea* L.) Leaf Extract. *Egypt. J. Chem.*, vol. 66, pp. 303-311.
- Blasi, F., Urbani, E., Simonetti, M., et al. 2016. Seasonal variations in antioxidant compounds of *Olea europaea* leaves collected from different Italian cultivars. *J. Appl. Bot. Food Qual.*, vol. 89, pp. 202-207.
- Bouaziz, M., Sayadi, S. 2005. Isolation and evaluation of antioxidants from leaves of a Tunisian cultivar olive tree. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, vol. 107, pp. 497-504.
- Boukhebt, H., Chaker, A., Lograda, T., et al. 2015. *Pharmacology & Toxicology. Int. J. Pharmacol. Toxicol.*, vol. 5, pp. 42-46.
- Brand-Wiliams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 28, no. 1, pp. 25-30.
- Bulotta, S., Corradino, R., Celano, M., et al. 2011. Antiproliferative and antioxidant effects on breast cancer cells of oleuropein and its semisynthetic peracetylated derivatives. *Food Chem.*, vol. 127, pp. 1609-1614.
- Cavaca, L. A., López-Coca, I. M., Silvero, G., et al. 2020. Chapter 5 - The olive-tree leaves as a source of high-added value molecules: Oleuropein. *Studies in Natural Products Chemistry*, vol. 64, pp. 131-180.
- Contreras, M. D. M., Lama-Muñoz, A., Espínola, F., et al. 2020. Valorization of olive mill leaves through ultrasound-assisted extraction. *Food Chem.*, vol. 314, pp. 126218.
- Elhrech, H., Aguerd, O., El Kourchi, C., et al. 2024. Comprehensive Review of *Olea europaea*: A Holistic Exploration into Its Botanical Marvels, Phytochemical Riches, Therapeutic Potentials, and Safety Profile. *Biomolecules*, vol.14, no. 6, pp. 722.
- Farag, R. S., Abdel-Latif, M. S., Abd El Baky, H. H., et al. 2020. *Phytochemical screening and antioxidant activity of some medicinal plants' crude juices. Biotechnol. Rep.*, vol. 28, pp. e00536.
- Han, J., Talorete, T. P., Yamada, P., et al. 2009. Anti-proliferative and apoptotic effects of oleuropein and hydroxytyrosol on human breast cancer MCF-7 cells. *Cytotechnology*, vol. 59, no. 1, pp. 45-53.
- Hashmi, M. A., Khan, A., Hanif, M., et al. 2015. Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology of *Olea europaea* (Olive). *Evid. Based Complement. Altern. Med.*, vol. 2015, pp. 541591.

- Japón-Luján, R., Luque de Castro, M. D. 2007. Static-dynamic superheated liquid extraction of hydroxytyrosol and other biophenols from alperujo (a semisolid residue of the olive oil industry). *J. Agric. Food Chem.*, vol. 55, no. 9, pp. 3629-3634.
- Jurcău, R.-N., Jurcău, I.-M., Colceriu, N.-A., et al. 2021. Polyphenols in olive leaves and their antioxidant role - A brief review. *Interdisciplinary Journal of Physical Education and Sports*, vol. 21, no. 2.
- Kabbash, E. M., Ayoub, I. M., Gad, H. A., et al. 2021. Quality assessment of leaf extracts of 12 olive cultivars and impact of seasonal variation based on UV spectroscopy and phytochemical content using multivariate analyses. *Phytochem. Anal.*, vol. 32, pp. 932-941.
- Kováčiková, E., Urbanová, L., Kuželová, L., Lakatošová, J., Jančo, I., Árvay, J., Žiarovská, J., Ďuranová, H. 2025. Chemical-analytical characterization and Pun1 gene expression variability analysis of ten selected *Capsicum* varieties. *Food Bioscience*, vol. 65, pp. 106038.
- Lama-Muñoz, A., Contreras, M. D. M., Espínola, F., et al. 2020. Content of phenolic compounds and mannitol in olive leaves extracts from six Spanish cultivars: Extraction with the Soxhlet method and pressurized liquids. *Food Chem.*, vol. 320, pp. 126626.
- Lee, O. H., Lee, B. Y. 2010. Antioxidant and antimicrobial activities of individual and combined phenolics in *Olea europaea* leaf extract. *Bioresour. Technol.*, vol. 101, pp. 3751-3754.
- Lfitat, A., Zejli, H., Bousselham, A., et al. 2020. Comparative Evaluation of *Argania spinosa* and *Olea europaea* Leaf Phenolic Compounds and their Antioxidant Activity. *Botanica*, vol. 26, pp. 76-87.
- Lins, P. G., Marina Piccoli Pugine, S., Scatolini A. M., et al. 2018. *In vitro* antioxidant activity of olive leaf extract (*Olea europaea* L.) and its protective effect on oxidative damage in human erythrocytes. *Heliyon*, vol. 4, pp. e00805.
- Mansour, H. M. M., Zeitoun, A. A., Abd-Rabou, H. S. 2023. Antioxidant and anti-diabetic properties of Olive (*Olea europaea*) leaf extracts: *In vitro* and *In vivo* evaluation. *Antioxidants*, vol. 12, no. 6, pp. 1275.
- Monteleone, J. I., Sperlinga, E., Siracusa, L., et al. 2021. Water as a Solvent of Election for Obtaining Oleuropein-Rich Extracts from Olive (*Olea europaea*) Leaves. *Agronomy*, vol. 11, pp. 465.
- Morsy, F. S., Abdel-Aziz, M. E. 2014. Efficiency of olive (*Olea europaea* L.) leaf extract as antioxidant and anticancer agents. *J. Agroaliment. Process. Technol.*, vol. 20, pp. 46-53.
- Omar, S. H. 2010. Oleuropein in olive and its pharmacological effects. *Scientia pharmaceutica*, vol. 78, no. 2, pp. 133-154.
- Pennisi, R., Ben Amor, I., Gargouri, B., et al. 2023. Analysis of Antioxidant and Antiviral Effects of Olive (*Olea europaea* L.) Leaf Extracts and Pure Compound Using Cancer Cell Model. *Biomolecules*, vol. 13, no. 2, pp. 238.
- Przychodzen, P., Wyszowska, R., Gorzynik-Debicka, M., et al. 2019. Anticancer Potential of Oleuropein, the Polyphenol of Olive Oil, with 2-Methoxyestradiol, Separately or in Combination, in Human Osteosarcoma Cells. *Anticancer Res.*, vol. 39, pp. 1243-1251.
- Rahmanian, N., Jafari, S. M., Wani, T. A. 2015. Bioactive profile, dehydration, extraction and application of the bioactive components of olive leaves. *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 42, pp. 150-172.

- Selim, S., Albqmi, M., Al-Sanea, M. M., et al. 2022. Valorizing the Usage of Olive Leaves, Bioactive Compounds, Biological Activities, and Food Applications: A Comprehensive Review. *Front. Nutr.*, vol. 9, pp. 1008349.
- Tabera, J., Guinda, A., Ruiz-Rodríguez, A., et al. 2004. Countercurrent supercritical fluid extraction and fractionation of high-added-value compounds from a hexane extract of olive leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 52, pp. 4774-4779.
- Trichopoulou, A.; Costacou, T.; Bamia, C., et al. 2003. Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N. Engl. J. Med.*, vol. 348, pp. 2599-2608.
- Widyaningrum, N., Hussaana, A., Puspitasari, N. A. 2020. *In vitro* Antioxidant and Cytotoxic Potential of *Ficus carica* L. and *Olea europaea* L. against Cervical Cancer. *Sains Med.: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, vol. 11, no. 1, p. 14-19.
- Zighed, A., Derradji, L., Hadeif, Y., et al. 2022. Determination of polyphenolic components by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) and evaluation of the antioxidant activity of leaves of *Olea europaea* L. var. *sylvestris* (Miller) Lehr. *GSC Biol. Pharm. Sci.*, vol. 20, no. 1, pp. 095-099.
- Zorić, N., Horvat, I., Kopjar, N., et al. 2013. Hydroxytyrosol expresses antifungal activity *in vitro*. *Curr. Drug Targets*, vol. 14, no. 9, pp. 992-998.
- Zorić, N., Kopjar, N., Rodriguez, J. V., et al. 2021. Protective effects of olive oil phenolics oleuropein and hydroxytyrosol against hydrogen peroxide-induced DNA damage in human peripheral lymphocytes. *Acta Pharm.*, vol. 71, no. 1, pp. 131-141.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol vĎďaka finanĎnej podpore Nadácie Tatra banky v rámci grantového programu Vzdelanie pre inštitúcie 2024 (Ď. 2024VZDinst038) a za podpory projektu GA FAPZ SPU v Nitre (Ď. 2/2024 Nové perspektívy využitia listov olivovníka a determinácia účinkov oleuropeínu na ľudské zdravie).

Kontaktná adresa

Ing. Liliana Hnatová, FAPZ SPU v Nitre, Ústav výživy a genomiky, Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra; e-mail: lilihnato5@gmail.com; zuzana.knazicka@uniag.sk

Vplyv úrovne funkčného postihnutia pri poruchách autistického spektra na stravovacie návyky a potravinovú selektivitu
The Impact of the Level of Functional Disability in Autism Spectrum Disorders on Attitudes Towards Food and Food Selectivity

**Hnatová, L.¹, Kopčeková, J.¹, Fatrcová-Šramková, K.¹,
Kňazická, Z.¹, Capcarová, M.²**

¹ Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

² Ústav aplikovanej biológie, Fakulta biotechnológie a potravinárstva,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

Súhrn

Poruchy autistického spektra (PAS) predstavujú komplexné neurovývinové ochorenia, ktoré významne ovplyvňujú sociálne interakcie, komunikáciu a správanie, vrátane oblastí každodenného života, ako je stravovanie. Cieľom tejto štúdie bolo analyzovať a porovnať stravovacie návyky, výskyt gastrointestinálnych ťažkostí a potravinovú selektivitu u osôb s PAS v závislosti od úrovne ich funkčného postihnutia (nízke, stredné, vysoké). Výskum bol realizovaný formou neštandardizovaného anonymného dotazníka distribuovaného rodičom detí s PAS a odborným inštitúciám. Získané údaje od 182 respondentov boli štatisticky spracované a analyzované pomocou chí-kvadrát testu ($p < 0,05$). Výsledky ukázali, že selektívne stravovanie, preferencia jedál s jednoduchou štruktúrou a potreba rutiny v stravovaní sa výrazne zvyšuje s rastúcou mierou funkčného postihnutia. Respondenti s vysokým stupňom postihnutia častejšie uvádzali obmedzený jedálny lístok, silnú senzorickú citlivosť a častejší výskyt gastrointestinálnych ťažkostí. Subjektívne vnímanie vplyvu PAS na stravovanie taktiež korelovalo s mierou postihnutia – čím vyšší stupeň, tým častejšie jedinci vnímali stravu ako ovplyvnenú poruchou. Záverom možno konštatovať, že úroveň funkčného postihnutia pri PAS významne súvisí s výživovými obmedzeniami a návykmi.

Kľúčové slová: *poruchy autistického spektra, autizmus, výživa, stravovacie zvyklosti*

Abstract

Autism spectrum disorders (ASD) are complex neurodevelopmental disorders that significantly affect social interactions, communication and behavior, including areas of daily life such as eating. The aim of this study was to analyze and compare eating habits, the occurrence of gastrointestinal problems and food selectivity in people with ASD depending on the level of their functional disability (low, moderate, high). The research was carried out in the form of a non-standardized anonymous questionnaire distributed among parents of children with ASD and professional institutions. The data obtained from 182 respondents were statistically processed and analyzed using the chi-square test ($p < 0.05$). The results showed that selective eating, preference for meals with a simple structure and the need for routine in eating significantly increased with increasing degree of functional disability. Respondents with a high degree of disability more often reported a limited menu, strong sensory sensitivity and a more frequent occurrence of gastrointestinal tract problems. Subjective perception of the impact of ASD on eating also correlated with the degree of disability – the higher the degree, the more often individuals perceived their diet as affected by the disorder. In conclusion, it can be stated that the

level of functional disability in ASD is significantly related to dietary restrictions and habits.

Key words: *autism spectrum disorders, autism, nutrition, eating habits*

Úvod

Poruchy autistického spektra (PAS) patria medzi najčastejšie neuro-vývinové poruchy. Sú charakterizované dvoma hlavnými príznakmi, a to poruchou sociálnej komunikácie a obmedzeným repetitívnym správaním (Hnilicová a Ostatníková, 2018). PAS tvoria komplexný súbor súvisiaci s vývinovými poruchami, ktoré sú charakterizované poruchami v komunikácii, sociálnej interakcii a poruchami správania sa. PAS sa považujú za hlavný zdravotný a vzdelávací problém ovplyvňujúci mnoho oblastí každodenného života, vrátane stravovania (Twachtman-Reilly et al., 2008). Dlhé roky sa autizmus pokladal za jedno ochorenie, dokonca spočiatku spadal pod druh schizofrénie, dnes však vieme, že ide o samostatné ochorenie a existuje niekoľko poddruhov. Klasifikácia sa však v priebehu rokov menila. V staršej, v súčasnosti neaktuálnej klasifikácii, sa autizmus rozdeľoval do niekoľkých samostatných poddruhov (American Psychiatric Association, 2013; tab. 1).

Tabuľka 1: Klasifikácia autizmu zaužívaná v minulosti (American Psychiatric Association, 2013)

Podddruh autizmu	Prejavy
Detský autizmus	Narušenie funkčnej reči, spravidla bez poruchy intelektu.
Atypický autizmus	Porucha vývinu intelektu, žiadne alebo mierne narušenie reči.
Aspergerov syndróm	Porucha funkčnej reči, bez poruchy intelektu, naopak vysoký až nadpriemerný intelekt.
Rettov syndróm	Porucha funkčnej reči a intelektu, záchvaty, problémy s koordináciou, problémy s dýchaním, spravidla bez poruchy intelektu.
Iné dezintegratívne poruchy	Porucha funkčnej reči, bez poruchy intelektu.

V súčasnosti sa systém klasifikuje na tri stupne, respektíve úrovne PAS (tab. 2). Nový systém zároveň umožňuje presnejšie zatriedenie jedincov do kategórií potrebnej pomoci podľa úrovne prejavov, ktorú jednotlivci vyžadujú. Jeden z termínov, ktorý sa napriek týmto skutočnostiam vo vybraných kruhoch stále zaužíva, je práve Aspergerov syndróm. Tento termín sa stal populárnym, pretože popisuje jedincov s nadpriemerne vysokým intelektom, veľmi dobrou pamäťou, charakteristickým opakujúcim sa správaním a absenciou očného kontaktu (American Psychiatric Association, 2022; Zeldovich, 2018).

Komorbidity, ktoré sa vyskytujú súčasne s PAS, zahŕňajú gastrointestinálne príznaky, problémy so spánkom, epilepsiu, problémy so správaním, poruchu pozornosti, hyperaktivitu, úzkosť a problémy s toaletou (Leader et al., 2020).

Mnoho detí s vývojovým oneskorením vykazuje problémy so stravovaním, vďaka čomu sa stravovanie stáva opakujúcou sa výzvou a stresom pre mnohých rodičov. Problémy so stravovaním sa vyskytujú častejšie u detí s PAS ako u detí s iným postihnutím, znevýhodnením (Vissocker et al., 2015). Mnoho detí s PAS majú preferencie pre potraviny s vysokým obsahom škrobov, ľahké jedlá a spracované potraviny, a prejavujú nedostatok ochoty jesť ovocie, zeleninu a bielkoviny (Williams et al., 2010).

Tabuľka 2: Klasifikácia PAS zaužívaná v súčasnosti (American Psychiatric Association, 2022; Zeldovich, 2018)

Úroveň	Podpora	Charakteristika
Úroveň 1	Úroveň s minimálnym stupňom podpory	Problémy rozumieť a dodržiavať pravidlá, stres, nepredvídateľné správanie.
Úroveň 2	Úroveň so stredným stupňom podpory	Atypické správanie, vysoký záujem v oblasti špeciálnych záujmov, častá úzkosť a stres.
Úroveň 3	Úroveň s vysokým stupňom podpory	Závažné deficit v oblasti komunikácie a sociálnej interakcie, často úplne neverbálni jedinci, vysoká potreba rituálov, problémy v spoločnosti.

Cieľom práce bolo analyzovať a porovnať mieru a výskyt špecifických prejavov v oblasti stravovania u osôb s PAS v závislosti od miery funkčného postihnutia (nízke, stredné, vysoké).

Materiál a metodika

Výskumu sa zúčastnilo 182 respondentov vo veku od 2 do 45 rokov s priemerným vekom $17,60 \pm 9,30$ rokov. V súčasnosti sa podľa najnovších diagnostických metód určujú tri formy PAS, a to s nízkym (PAS-1), stredným (PAS-2) alebo vysokým funkčným postihnutím (PAS-3). Tento spôsob diagnostiky sa považuje za relatívne nový, avšak bol zvolený z dôvodu lepšej presnosti a prehľadnosti. Na zber potrebných údajov bol použitý neštandardizovaný elektronický anonymný dotazník určený pre osoby s PAS. Jeho hlavným cieľom bolo identifikovať faktory ovplyvňujúce výskyt a intenzitu gastrointestinálnych ťažkostí u tejto skupiny. Dotazník bol distribuovaný najmä inštitúciám a jednotlivcom, ktorí sa tejto problematike aktívne venujú – konkrétne špecializovaným centráм poradenstva a prevencie pre deti s autizmom, základným školám pre deti s autizmom a rodičom pôsobiacim v tejto oblasti na sociálnych sieťach. Získané údaje boli spracované pomocou programov Microsoft Office Word, Microsoft Excel a Google Sheets. Tieto nástroje slúžili na zaznamenanie odpovedí, výpočet podielov a vizualizáciu výsledkov. Na štatistické zhodnotenie súvislosti medzi mierou funkčného postihnutia (PAS-1, PAS-2, PAS-3) a výskytom gastrointestinálnych ťažkostí sme využili χ^2 – test (chí – kvadrát test), hodnota $p < 0,05$ bola považovaná za štatisticky významnú.

Výsledky a diskusia

Výskumný súbor zahŕňal osoby s PAS v širokom vekovom rozpätí od 2 do 45 rokov. Najmenšie zastúpenie malo vekové pásmo 0–3 roky s jedným respondentom (0,5 %). Relatívne nízke bolo aj zastúpenie detí vo veku 4–7 rokov, ktoré tvorili 10,4 % z celkového počtu účastníkov. Najväčšie zastúpenie v súbore mali deti vo veku 8–12 rokov (28,0 %), nasledované dvoma relatívne vyrovnanými skupinami – adolescentmi vo veku 13–18 rokov (23,6 %) a mladými dospelými vo veku 19–30 rokov (24,7 %). Skupina osôb nad 30 rokov predstavovala 12,8 % respondentov.

Najviac respondentov uviedlo ako diagnostikovanú formu autizmus s nízkym funkčným postihnutím (79) a autizmus so stredným funkčným postihnutím (74). Autizmus s vysokým funkčným postihnutím malo 20 respondentov, pričom pozorujeme výskyt a mieru prejavov práve v súvislosti s diagnostikovanou formou (tab. 3). Na Slovensku

sme sa stretli aj v súčasnosti s diagnostikou v neaktuálnej forme, z tohto dôvodu niektorí respondenti uviedli iný typ autizmu, ako napríklad Aspergerov syndróm, ktorým sa vyznačujú jedinci s vysokým inteligenčným kvocientom a ťažkosťami v oblasti socializácie. V rámci svetovej prevalencie sa pomer jednotlivých foriem líši, avšak v súčasnosti sa miera diagnostiky formy s nízkym postihnutím odhaduje na 40 – 70 % jedincov celkového počtu ľudí s autizmom (Kesheri, 2025). Táto miera približne zodpovedá aj miere zo získaných odpovedí respondentov, keďže forma s nízkym funkčným postihnutím prevláda.

Tabuľka 3: Charakteristika súboru podľa formy poruchy autistického spektra (n=182)

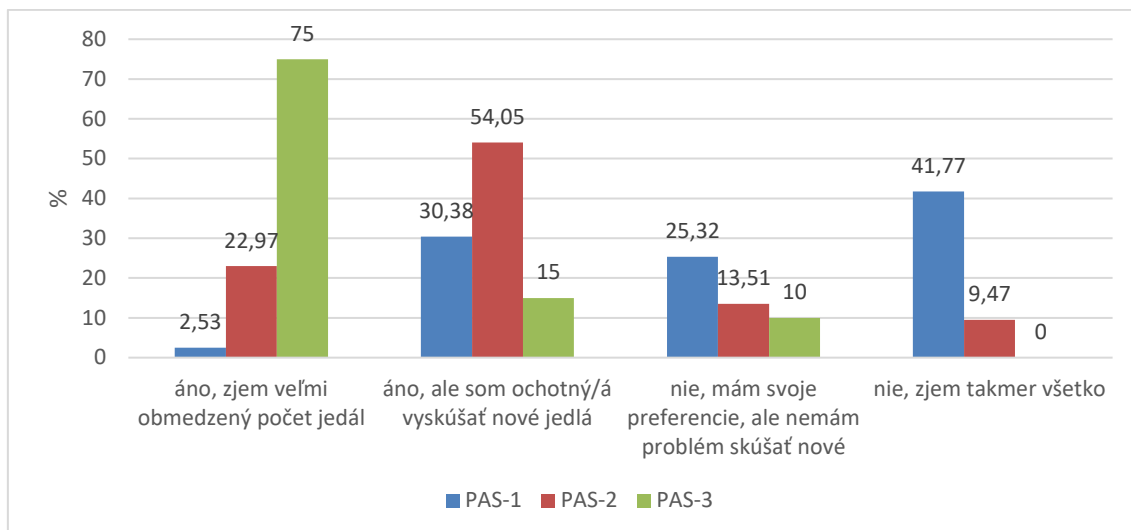
Funkčné postihnutie	n	%
Nízke	79	43,4
Stredné	74	40,6
Vysoké	20	10,9
Atypický autizmus	8	4,3
Asperger	1	0,5

Deti s PAS sú často označované za vyberavé alebo selektívne. Rané detstvo je obdobím, kedy deti spoznávajú nové jedlá, chute a textúry. Rodičia batoliat a malých detí často opisujú svoje deti ako „vyberavých jedákov“, ktorí odmietajú vyskúšať alebo jesť rôzne jedlá. Aj keď vyberavé stravovanie nie je u detí nič neobvyklé, môže byť u detí s PAS ešte viac obmedzujúce (Twachtman-Reilly et al., 2008).

Vyberavosť jedla alebo „vyberavé stravovanie“ sa často pozoruje u malých detí a je častou príčinou znepokojenia rodičov. Selektivita sa častejšie uvádza u detí s vývojovými poruchami, a to najmä u detí s PAS (Schreck et al., 2004). Napriek mnohým správam zameraným na vyberavosť, strnulosť, selektívne stravovanie a odmietanie jedál počas jedenia u detí s PAS, chýba štandardizovaná definícia potravinovej selektivity (Cermak et al., 2010). Často popísané ťažkosti detí sú príliš selektívne, s averziami voči konkrétnym textúram, farbám, vôňam, teplotám a tuhosti, vzhľadom na konkrétne zloženie potravín. Pojem „potravinová selektivita“ sa rôzne používal na označenie odmietnutia potravy a obmedzenia príjmu niekoľkých, často konzumovaných potravín, s rôznymi prístupmi používanými na kategorizáciu potravín, napríklad so zameraním na výživovú zložku (napr. vysoký obsah bielkovín, vysoký obsah škrobu...) alebo senzorické aspekty (napr. lepkavé, sladké) (Bandini et al., 2010).

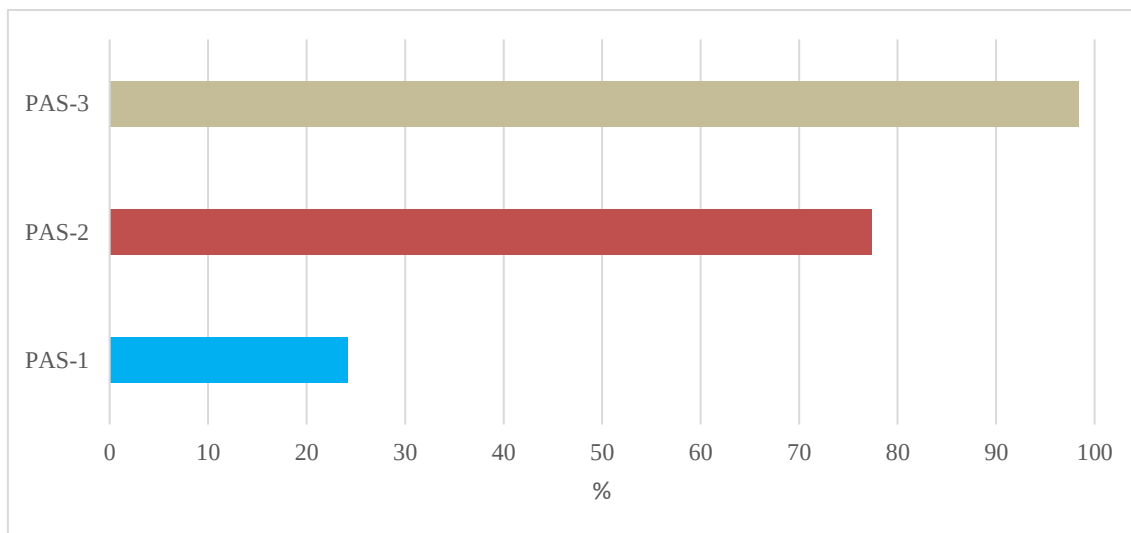
Pre porovnanie odpovedí v rámci jednotlivých foriem, je zaujímavosťou, že väčšina respondentov s vysokým funkčným postihnutím (15 z celkového počtu 20) uviedla, že zje len veľmi obmedzený počet jedál (obr. 1).

Takáto selektivita má tendenciu sa prejavovať najmä v podobe nedostatku vybraných živín, obzvlášť vo vzťahu k najčastejšie preferovaným skupinám jedál u týchto jedincov. Tieto výsledky korelujú s javom, že prejavy autizmu sú výraznejšie pri vyšších stupňoch poruchy. Pri deťoch s PAS sa predpokladá, že sú vystavené riziku výživových nedostatkov, o ktorých sa predpokladá, že vznikajú zo selektivity potravín a rituálnych stravovacích návykov (Kral et al., 2013). Napríklad nízky príjem vápnika bol u detí s PAS zvyčajne pripisovaný obmedzeniam alebo vylúčeniu mliečnych a bezlepkových výrobkov zo stravy, o ktorých sa predpokladá, že niektoré z nich zlepšujú gastrointestinálne príznaky (Marí-Bauset et al., 2014).



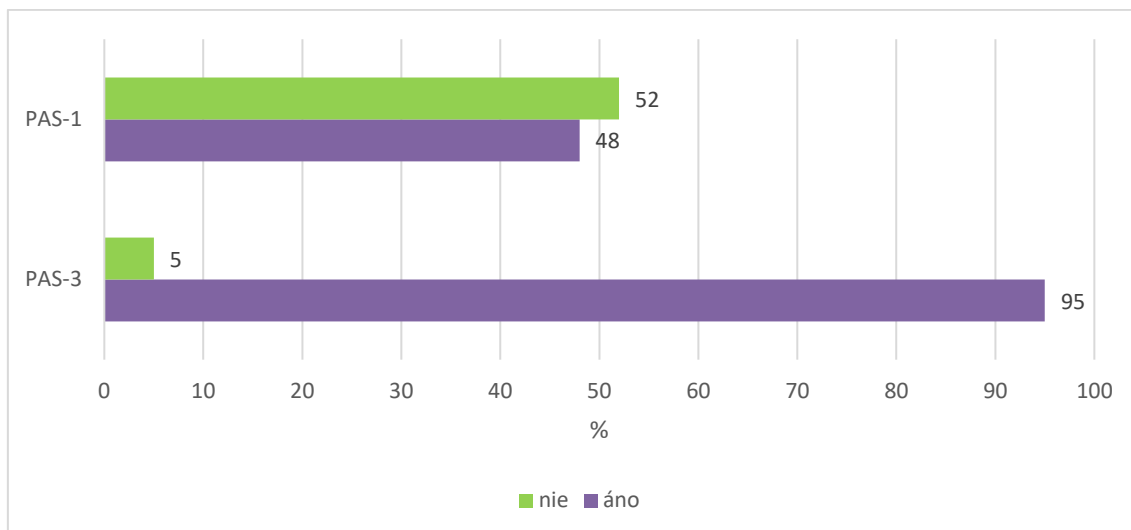
Obrázok 1: Selektívnosť v jedle

Opakovanými štúdiami sa zistilo, že deti s PAS vykazujú viac problémov so stravovaním, vrátane odmietania potravy, idiosynkratického správania pri jedle a akceptovania obmedzenej rozmanitosti a textúry potravinových položiek (Schreck et al., 2004). Zisťovanie preferovanej štruktúry jedla preto poskytuje informácie o senzorických preferenciách respondenta a umožňuje lepšie pochopiť jeho stravovacie návyky v súvislosti s výskytom gastrointestinálnych ťažkostí. Obr. 2 poukazuje na vzťah výraznejších prejavov, obmedzení či potrieb spojených s vyššími stupňami autizmu ($p < 0,001$).



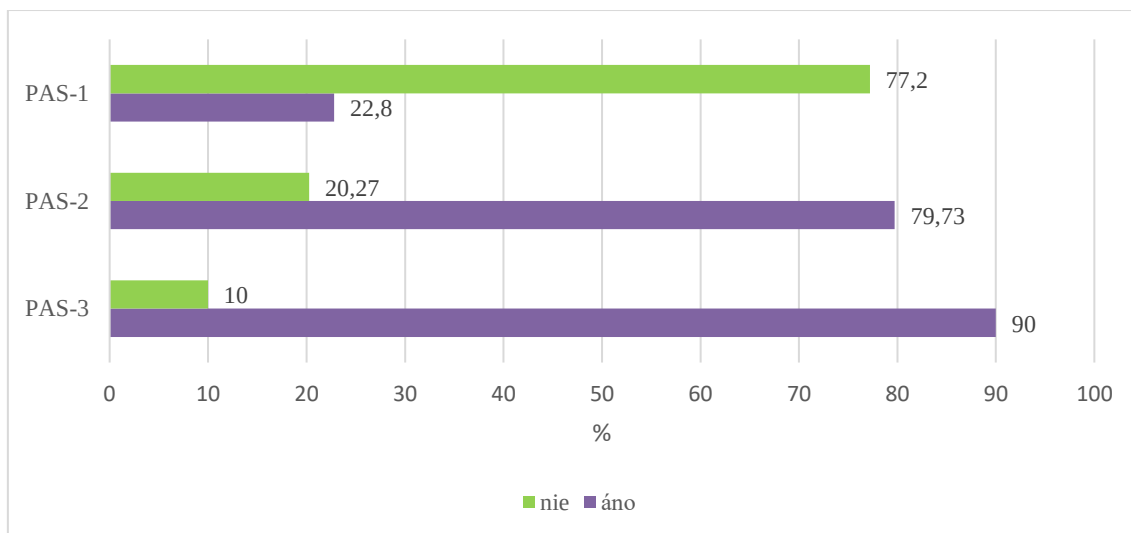
Obrázok 2: Preferencie v štruktúre jedla

Veľmi častým javom spojovaným s autizmom je potreba rutiny alebo nejakej formy rituálu (Peña, 2025). Obr. 3 ukazuje, že čím vyššie je funkčné postihnutie u ľudí s PAS, tým väčšiu dôležitosť prikladajú rutine v stravovaní ($p < 0,001$). Môže to súvisieť s tým, že jedinci s vyšším postihnutím sa viac spoliehajú na predvídateľnosť a stabilitu v denných činnostiach, ako je napríklad strava. U jedincov s nižším funkčným postihnutím je väčšia variabilita a flexibilita v prístupe k stravovacím návykom.



Obrázok 3: Dôležitosť rutiny v stravovaní

Ďalej sme zisťovali, ako vnímajú samotní jedinci spojenie vzťahu svojich stravovacích návykov a poruchou autistického spektra. Zatiaľ čo u väčšiny jedincov s nízkym funkčným postihnutím autizmu (77,2 %) prevláda názor, že porucha ich stravovanie neovplyvňuje, u jedincov s vysokým funkčným postihnutím výrazne prevláda názor, že autizmus ich spôsob stravovania ovplyvňuje (90 %). Pri autizme so stredným funkčným postihnutím prevažuje postoj, že porucha ich stravovacie návyky ovplyvňuje (79,73 %). Z týchto poznatkov môžeme konštatovať, že s vyšším stupňom funkčného postihnutia rastie miera faktorov, ktoré ovplyvňujú stravovanie jedincov s PAS ($p < 0,001$). Vyšší stupeň postihnutia autizmu teda na základe subjektívneho vnímania respondentov pozitívne koreluje s výraznejšími prejavmi (obr. 4).



Obrázok 4: Dopad miery funkčného postihnutia na vnímanie vplyvu PAS na stravovacie návyky

Záver

Výsledky realizovaného výskumu potvrdzujú, že úroveň funkčného postihnutia pri PAS má významný vplyv na stravovacie návyky a potravinovú selektivitu. S rastúcou mierou

postihnutia sa zvyšuje miera selektivity v stravovaní, preferencia jedál s jednoduchou štruktúrou, potreba rutiny a stabilných rituálov pri konzumácii potravy. Jedinci s vysokým stupňom funkčného postihnutia uvádzajú výrazne obmedzený jedálny lístok a silnejšiu senzorickú citlivosť. Rovnako aj subjektívne vnímanie vplyvu PAS na stravovanie priamo koreluje so stupňom postihnutia – čím je vyššia miera postihnutia, tým častejšie jedinci alebo ich rodičia vnímajú výrazný dopad autizmu na ich stravovacie správanie. Tieto zistenia poukazujú na potrebu individualizovaného prístupu v oblasti výživy, zohľadňujúceho senzorické preferencie a nutnosť podpory rutinej štruktúry u detí s PAS, najmä u tých s vyššou mierou postihnutia.

Literatúra

- American Psychiatric Association. 2013. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. Dostupné na: <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- American Psychiatric Association. 2022. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, Fifth Edition, Text Revision (DSM-5-TR (TM)), 5th ed. Washington DC: American Psychiatric Publishing; 1120 s., ISBN: 0890425760.
- Bandini, L. G., Anderseen, S. E., Curtin, C., et al. 2010. Food selectivity in children with autism spectrum disorders and typically developing children. *The Journal of Pediatrics*, vol. 157, no. 2, pp. 259–264.
- Cermak, S. A., Curtin, C., Bandini, L. G. 2010. Food selectivity and sensory sensitivity in children with autism spectrum disorders. *Journal of the American Dietetic Association*, vol. 110, no. 2, pp. 238–246.
- Hnilicová, S., Ostatníková, D. 2018. Poruchy autistického spektra – včasná diagnostika a skrining. *Pediatrica pre prax*, vol. 19, no. 2, Dostupné na: www.solen.sk
- Kesheri, M. R. 2025. What percentage of autism is high functioning? *Totalcareaba.com*. Dostupné na: <https://www.totalcareaba.com/autism/what-percentage-of-autism-is-high-functioning>
- Kral, T. V. E., Eriksen, W. T., Saunders, M. S. C., et al. 2013. Eating behaviors, diet quality, and gastrointestinal symptoms in children with autism spectrum disorders: a brief review. *Journal of Pediatric Nursing*, vol. 28, no. 2, pp. 548–555.
- Leader, G., Touhy, E., Chen, J. L., et al. 2020. Feeding problems, gastrointestinal symptoms, challenging behavior and sensory issues in children and adolescents with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, vol. 50, no. 4, pp. 1401–1410.
- Marí-Bauset, S., et al. 2014. Food selectivity in autism spectrum disorders: a systematic review. *Journal of Child Neurology*, vol. 39, pp. 1554–1561.
- Peña, M. 2025. Mealtime tips for autistic children with eating challenges. *Autismspeaks.org*. Dostupné na: <https://www.autismspeaks.org/expert-opinion/autism-food-refusal-mealtime-tips>
- Schreck, K., Williams, K., Smith, A. F. 2004. A comparison of eating behaviors between children with and without autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, vol. 34, no. 4, pp. 433–438.
- Twachtman-Reilly, J., Amaral, S. C., Zebrowski, P. P., et al. 2008. Addressing feeding disorders in children on the autism spectrum in school-based settings: physiological and behavioral issues. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, vol. 39, no. 2, pp. 261–272.

Visser, R. E., Latzer, Y., Gal, E. 2015. Eating and feeding problems and gastrointestinal dysfunction in autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, vol. 12, pp. 10–21.

Williams, K. E., Field, D., Seiverling, L. 2010. Food refusal in children: a review of the literature. *Research in Developmental Disabilities*, vol. 31, no. 3, pp. 625–633.

Zeldovich, L. 2018. The evolution of ‘autism’ as a diagnosis, explained. *The transmitter.org*. Dostupné na: <https://www.thetransmitter.org/spectrum/evolution-autism-diagnosis-explained/>

PodĎakovanie

Táto aktivita sa uskutočnila vďaka finančnej podpore Nadácie SPP (č. 188092024: InnovaCell Nutrition Lab - inovácie výskumu a intenzifikácia kvality vzdelávania v oblasti Výživy ľudí). Práca bola podporená aj projektom KEGA 017SPU-4/2023.

Kontaktná adresa

Ing. Liliana Hnatová, FAPZ SPU v Nitre, Ústav výživy a genetiky, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xhnatoval@uniag.sk

Kešu orechy – významný zdroj živín s alergénnym potenciálom *Cashew Nuts — A Significant Source of Nutrients with Allergenic Potential*

Hrnčárová, D., Zelenáková, L.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Kešu orechy (*Anacardium occidentale* L.) predstavujú nutrične koncentrovaný zdroj lipidov a kvalitných bielkovín s bohatým spektrom esenciálnych aminokyselín. Zároveň patria medzi klinicky sledované potravinové alergény zo skupiny stromových orechov. Cieľom práce je na základe dostupných informácií z vedeckých zdrojov popísať nutričný profil kešu orechov a jeho vplyv na technologické a nutričné vlastnosti vybraných pekárskeho výrobkov a posúdiť moderné prístupy detekcie orechových alergénov v závislosti od spracovania potravinovej matrice.

Kľúčové slová: orechy, nutričné vlastnosti, bielkoviny, alergény, detekcia

Abstract

Cashew nuts (*Anacardium occidentale* L.) are a nutrient-dense source of lipids and high-quality proteins, with a broad spectrum of essential amino acids. They are also recognized as clinically relevant food allergens among tree nuts. Drawing on the scientific literature, this work describes the nutritional profile of cashew nuts and its implications for the technological and nutritional properties of selected bakery products, and evaluates modern approaches to detecting nut allergens as influenced by processing and food-matrix conditions.

Keywords: nuts; nutritional properties; proteins; allergens; detection

Úvod

Kešu (*Anacardium occidentale* L.) pochádza z Brazílie; do Afriky a Ázie ho rozšírili Portugalci v 16. storočí (Oliveira et al., 2019). Dnes sa pestuje v tropických oblastiach, pričom medzi najväčších producentov patria Pobrežie Slonoviny, India a Vietnam (FAO, 2025; Reuters, 2024). Strom je tropická stálezelená drevina z čeľade Anacardiaceae a nesie mäsitý pseudoplod („cashew apple“), ku ktorému je prirastené semeno – jadro kešu (Gutiérrez-Paz et al., 2024). Pseudoplod tvorí podstatnú časť biomasy plodu a lokálne sa využíva na šťavy, džemy či fermentované nápoje (Oliveira et al., 2019). Jadrá obsahujú približne 45–50 % tuku a okolo 21 % bielkovín. V profile mastných kyselín dominujú olejová a linolová (Nandi, FAO; Liu et al., 2023). Technologické a senzorické vlastnosti oleja z kešu orechov sa líšia podľa triedy jadier a zrelosti, čo sa odráža vo fyzikálno-chemických parametroch a zlúčeninách (Leal et al., 2023). Kešu orechy sú nutrične hodnotné; popri vysokej energetickej hodnote obsahujú bielkoviny, ktoré vykazujú priaznivé hodnoty ukazovateľov P-PER, EAAI a BV, pričom v aminokyselinovom profile dominujú kyselina glutámová a asparágová; významné sú aj lyzín a fenylalanín (Olatidoye et al., 2020).

Praženie mení zastúpenie viacerých aminokyselín – pri 160 °C/60 min sa pozoruje pokles Lys (~18 %), Phe (~12 %) a Asp (~41 %) a nárast Glu (~20 %) a His (~116 %) – no celková kvalita bielkovín zostáva v bežných podmienkach spracovania vysoká (Olatidoye et al., 2020). Potravinové alergie sú rastúcou výzvou a vyžadujú spoľahlivé označovanie a kontrolu prítomnosti alergénov v potravinách (Xu et al., 2024).

V Európskej únii je deklarácia alergénov povinná podľa nariadenia EÚ 1169/2011 a prax rizikovo podloženého varovného označenia vychádza z rámca VITAL (European Commission, 2011; Allergen Bureau, 2019). Hlavné alergény kešu patria medzi zásobné proteíny semien: Ana o 1 (7S vicilín), Ana o 2 (11S legumín) a Ana o 3 (2S albumín) (Mattison et al., 2021; Zhao et al., 2019). Z nich Ana o 3 vyniká termickou a proteolytickou odolnosťou aj klinickou relevanciou, a preto je preferovaným analytickým cieľom pre rýchly skrining (Mattison et al., 2021; Zhao et al., 2019; Shen et al., 2025).

Na detekciu alergénov sa používajú tri dopĺňajúce sa metódy: protilátkové testy na alergénové proteíny (ELISA, laterálne prúžkové testy), PCR na detekciu DNA a LC-MS/MS zameraná na markerové peptidy; každý cieľ iný analyt a hodí sa pre inú úlohu v spracovaných matriciach (Xu et al., 2024). Na rýchly skrining kešu sa najčastejšie využíva ELISA cielená na Ana o 3; táto metóda dosahuje LOD 0,04–0,06 mg/kg, pri typických LOQ 40 mg/kg v sušienkach a 4 mg/kgv čokoláde (Zhao et al., 2019).

Novšie ELISA/LFIA systémy pre Ana o 3 preukazujú linearitu 0,5–50 ng/mL a vizuálny LOD 2,5 ng/mL v reálnych produktoch (Shen et al., 2025). Ak je potrebná vysoká selektivita v zložitých potravinách, nasadzuje sa proteomický LC-MS workflow: extrakcia proteínov a výber stabilných druhovo-špecifických peptidov na HRMS (Q-TOF) a následná potvrdená kvantifikácia na QQQ-MRM (Xu et al., 2024).

V „incurred“ pekárskych matriciach tento prístup dosiahol $r^2 > 0,99$, LOD 0,11–0,31 mg/kg, výťažnosť 72,5–92,1 % (Xu et al., 2024). PCR sa využíva doplnkovo na potvrdenie prítomnosti orechovej DNA, najmä v tepelne spracovaných potravinách, pričom je potrebné mať na pamäti, že nehovorí priamo o množstve alergénneho proteínu (Xu et al., 2024; Mattison et al., 2021).

Pri pozitívnom alebo podozrivom skriningu (ELISA/LFIA) sa postupuje na potvrdenie a kvantifikáciu pomocou LC-QQQ-MRM s maticovou kalibráciou a interpretáciou vo vzťahu k rámcu VITAL; kombinácia ELISA → LC-MS spája rýchlosť skriningu s istotou identifikácie a kvantifikácie a je vhodná na monitorovanie alergénov kešu v pekárskych výrobkoch (Xu et al., 2024; Mattison et al., 2021). V tab. 1 sú uvedené alergény kešu orechov a možnosti ich detekcie.

Tabuľka 1: Kľúčové alergény kešu a overené analytické prístupy

Alergén	Proteínová rodina	Stabilita	Preferovaný analytický cieľ/prístup	Typické parametre (zdroj)
Ana o 3	2S albumín	Vysoká (disulfidmi stabilizovaný; odolný voči teplu)	ELISA/LFIA cielené na Ana o 3; LC-MS/MS (markerové peptidy)	ELISA LOD 0,04–0,06 mg/kg; LOQ 40 mg/kg (cookies), 4 mg/kg (čokoláda) (Zhao et al., 2019); sELISA 0,6 ng/mL; LFIA 2,5 ng/mL (Shen et al., 2025); epitopy/skriženie (Mattison et al., 2021).
Ana o 1	7S vicilín (cupin)	Stredná (citlivejší na proteolýzu než 2S)	ELISA (komb. systémy); LC-MS/MS potvrdenie	Markerové peptidy a validácia podľa matice (Xu et al., 2024).
Ana o 2	11S legumín (globulín)	Stredná až vyššia	ELISA (komb. systémy); LC-MS/MS	Výkon závislý od spracovania; preferovať LC-MS potvrdenie (Xu et al., 2024).

Záver

Kešu kombinujú vysokú nutričnú hodnotu s prítomnosťou stabilného alergénu Ana o 3. V praxi sa odporúča dvojstupňová metóda: rýchly skrining (ELISA/LFIA) s validáciou v cieľových maticiach a následné potvrdenie/kvantifikáciu pomocou multiplexnej LC-MS/MS s markerovými peptidmi; tento rámec podporuje spoľahlivé označovanie a rozhodovanie podľa VITAL. Pre pekárske matrice je kľúčová maticovo prispôbená kalibrácia a práca s „incurred“ materiálmi, aby sa minimalizoval matrix-efekt a dosiahla reprodukovateľná výťažnosť, najmä po tepelnom spracovaní. PCR má miesto ako doplnkový nástroj na dôkaz prítomnosti suroviny, nemožno ju však interpretovať ako priamu kvantifikáciu alergénového proteínu; na kvantifikáciu zostáva referenčná LC-MS/MS.

PodĎakovanie: Príspevok bol finančne podporený projektom KEGA č. 020SPU-4/2025.

Literatúra

- Allergen Bureau. 2019. Summary of the 2019 VITAL Scientific Expert Panel (VSEP) Recommendations: Reference Doses for VITAL 3.0. Allergen Bureau, Sydney. Dostupné na: https://vital.allergenbureau.net/wp-content/uploads/2021/03/VSEP-2019-Summary-Recommendations_FINAL_Sept2019.pdf
- Bianco M., Ventura G., Calvano C.D., Cataldi T.R.I. 2023. Food allergen detection by mass spectrometry: From common to novel protein ingredients. *Proteomics*, vol 23, no. 23-24, p. e2200427. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/pmic.202200427>
- Croote D., Quake S.R. 2016. Food allergen detection by mass spectrometry: the role of targeted proteomics. *Proteomics*, vol. 16, no. 19, pp. 2576–2590. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/pmic.201600130>
- European Commission. 2011. Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers. *Official Journal of the European Union*, L 304, 18–63. Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/1169/oj/eng>
- FAO. 2023. *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023*. Rome: FAO. Dostupné na: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6e04f2b4-82fc-4740-8cd5-9b66f5335239/content>
- FAOSTAT. 2025. *Production: Crops and livestock products – Cashew nuts, in shell* (dataset). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dostupné na: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Foo A.C.Y., Sayers R., et al. 2023. Structure and IgE Cross-Reactivity among Cashew, Pistachio and Other Nuts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 71, no. 36, pp. 13415–13426. Dostupné na: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c07061>
- Gutiérrez-Paz C., Rodríguez-Moreno M.-C., Hernández-Gómez M.-S., Fernández-Trujillo J.P. 2024. The Cashew Pseudofruit (*Anacardium occidentale*): Composition, Processing Effects on Bioactive Compounds and Potential Benefits for Human Health. *Foods*, vol. 13, no. 15, p. 2357. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/foods13152357>
- Leal A.R., Dionísio A.P., de Abreu F.A.P., et al. 2023. Impact of different kernel grades on volatile compounds profile, fatty acids and oxidative quality of cashew nut oil. *Food Research International*, vol. 165, p. 112526. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112526>
- Liu Y., Li L., Xia Q., Lin L. 2023. Analysis of Physicochemical Properties, Lipid Composition, and Oxidative Stability of Cashew Nut Kernel Oil. *Foods*, vol. 12, no. 4, p. 693. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/foods12040693>
- Luparelli A., Losito I., De Angelis E., Pilolli R., Monaci L. 2023. Multi-Target Detection of Nuts and Peanuts as Hidden Allergens in Bakery Products through Bottom-Up Proteomics and High-

Resolution Mass Spectrometry. *Foods*, vol. 12, no. 4, p. 726. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/foods12040726>.

Mattison C.P., Vant-Hull B., de Castro A.C.R., Chial H.J., Bren-Mattison Y., Bechtel P.J., de Brito E.S. 2021. Characterization of Anti-Ana o 3 Monoclonal Antibodies and Their Application in Comparing Brazilian Cashew Cultivars. *Antibodies*, vol. 10, no. 4, p. 46. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/antib10040046>

Monaci L., Visconti A. 2009. Mass spectrometry-based proteomics methods for analysis of food allergens. *Trends in Analytical Chemistry*, vol. 28, no. 5, pp. 581–591. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2009.02.013>

Monaci L., Tregoat V., van Hengel A.J., Anklam E. 2010. Immunochemical and DNA-based methods in food allergen analysis and quality assurance. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 21, no. 1, pp. 35–44. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.08.007>

Olatidoye O.P., Shittu T.A., Awonorin S.O., Ajisegiri E.S.A. 2020. Nutritional profile, protein quality, and biological value of raw and roasted cashew kernels (*Anacardium occidentale*) grown in southwest Nigeria. *Croatian Journal of Food Science and Technology* vol. 12, no. 1, p. 2. Dostupné na: <https://doi.org/10.17508/CJFST.2020.12.1.02>

Oliveira N.N., Nunes A.S., et al. 2020 (Epub 2019). Cashew nut and cashew apple: a scientific and technological monitoring worldwide review. *Journal of Food Science and Technology*, vol. 57, no. 1, pp. 12–21. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04051-7>

Robotham J.M., Wang F., Seamon V., Teuber S.S., Sathe S.K., Roux K.H. 2005. Ana o 3, an important cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) allergen of the 2S albumin family. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, vol. 115, no. 6, pp. 1284–1290. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2005.02.028>

Shen Y., Liu W., Li J., Yang X., Zheng S., Jin X., Chen H., Wu Y. 2025. Developing a dual-antibody Sandwich ELISA and LFIA for detecting the cashew allergen Ana o 3 in foods. *Food Chemistry*, vol. 472, p. 142942. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.142942>

Soares D.J., Rocha S., et al. 2013. Prevalent fatty acids in cashew nuts obtained from different stages of processing. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 33, no. 3, pp. 569–575. Dostupné na: <https://www.scielo.br/j/cta/a/hXBvQw8n4tBXNMCKGKy9nBy/>

Venkatachalam M., Sathe S.K. 2006. Chemical Composition of Selected Edible Nut Seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 54, no. 13, pp. 4705–4714. Dostupné na: <https://doi.org/10.1021/jf0606959>

Xu D., Huang H., Liu Z., Wang Y., Liu Q., Jiang X., Yang J., Ling R. 2024. Comprehensive characterization and detection of nut allergens in bakery foods using Q-TOF mass spectrometry and bioinformatics. *Food Quality and Safety*, vol. 8, pp. 1–13. Dostupné na: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyad061>

Zhao Y., Sun X., Marquis C.P., Lee N.A. 2019. Development of a sensitive sandwich ELISA specific to 2S albumin (Ana o 3) as a stable protein marker for cashew nut residue detection in pre-packaged food products. *Food Control*, vol. 96, pp. 432–440. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.09.038>

Kontaktná adresa

Ing. Dominika Hrnčárová., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. Slovenská republika. E-mail: dominika.hercegova@gmail.com

Mikrobiologická bezpečnost zeleninových salátů a klíčků v tržní síti *Microbiological Safety of Leaf Salads and Sprouts at Retail Level*

Hulánková, R., Fábryová, A., Čutová, M.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem práce bylo posoudit výskyt patogenních bakterií v balených klíčcích, praných, nepraných a obědových salátech (N=76), dostupných v tržní síti. *Salmonella* spp., enteropatogenní druhy rodu *Yersinia*, shiga-toxin produkující *E. coli* ani *Staphylococcus aureus* nebyly ve vzorcích prokázány. V případě *Listeria monocytogenes* a *Clostridium perfringens* (typ A) se jednalo pouze o ojedinělý záchyt (1/76, 1,3 %). *L. monocytogenes* však byla prokázána v obědovém salátě, což je potravinu určená k přímé spotřebě. Nejvíce zastoupeným patogenem byl *Bacillus cereus* (18/76, 23,7 %), který byl nejčastěji detekován v nepraných salátech (47,1 %), následovaných pranými saláty (20,0 %), klíčky (16,7 %) a obědovými saláty (8,3 %). Průmyslové praní salátů tak má sice pozitivní vliv na odstranění patogenů, není však zárukou jejich úplné eliminace.

Klíčová slova: potravinové patogeny, čerstvá produkce, salát, *L. monocytogenes*, *B. cereus*

Abstract

The aim of this work was to assess the occurrence of pathogenic bacteria in packed sprouts, pre-washed and unwashed pre-cut leaf vegetable and lunch salads (N=76), available at retail. No *Salmonella* spp., enteropathogenic *Yersinia*, shiga-toxin producing *E. coli*, nor *Staphylococcus aureus* were detected in any sample. *Listeria monocytogenes* and *Clostridium perfringens* (type A) were each detected in one sample only (1/76, 1.3%). However, the presence of *L. monocytogenes* in lunch salad, a ready-to-eat food, can pose a serious problem. *Bacillus cereus* was the most frequently encountered pathogen (18/76, 23.7%), found predominantly in unwashed salads (47.1%), followed by washed salads (20.0%), sprouts (16.7%) and lunch salads (8.3%). Industrial washing of fresh produce thus has a positive impact, but does not ensure a complete elimination of pathogens.

Key words: foodborne pathogens, fresh produce, lettuce, *L. monocytogenes*, *B. cereus*

Úvod

Zeleninové saláty jsou stále populárnější díky trendu zdravého životního stylu. Tyto syrové, minimálně zpracované produkty však mohou být pro spotřebitele zdrojem patogenních mikroorganismů, jako je *Salmonella* spp., shiga toxin produkující *Escherichia coli* (STEC) nebo *Yersinia* spp. (Fischerström et al., 2024). Povrch listové zeleniny je značně členitý - v záhybech listů a v pórech se často usazují mikroorganismy, které mohou přilnout a pevně se přichytit k povrchu ve formě biofilmu. Pokud bakterie přes různá drobná poškození vniknou až do pletiv rostlin, je jejich následné odstranění o to obtížnější. Proto ani mytí nezaručuje naprostou eliminaci patogenů.

Mezi nejčastější zdroje mikrobiální kontaminace patří půda, závlahová voda, organická hnojiva, ale např. i manipulace po sklizni, jako je krájení. Díky uvolněné šťávě z nakrájených listů je uvnitř balení vlhké prostředí vhodné pro množení bakterií. Šťáva ze salátových listů je skvělým růstovým stimulem a potencuje vznik biofilmu. Zásadní je proto dodržování chladírenského řetězce (Fischerström et al., 2024; Osaili et al., 2023).

V tržní síti jsou dnes celoročně k dispozici prané, krájené a balené směsi listových salátů, ke kterým stačí přidat pouze zálivku, případně další složky. Populární jsou také balené tzv. bistro (obědové) saláty, které kromě listové zeleniny obsahují i dresink a další komponenty (často i živočišného původu) jako zdroje bílkovin. V obou případech se jedná o potraviny určené k přímé spotřebě. V mnohem menší míře jsou v tržní síti zastoupeny krájené a balené neprané saláty.

Cílem této práce bylo zjistit pomocí mikrobiologických metod výskyt mikroorganismů (rod *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, rod *Yersinia*, *Clostridium perfringens*, STEC, *Staphylococcus aureus*) v klíčcích a různě upravených typech zeleninových salátů na bázi listové zeleniny, dostupných na českém trhu.

Materiál a metodika

Během letního období bylo odebráno celkem 76 vzorků balených listových salátů a klíčků. Vzorky zahrnovaly prané (N=35) a neprané (N=17) salátové směsi, klíčky (N=12) a balené obědové saláty (N=12). Po zakoupení v tržní síti (řetězce Albert, Kaufland, Tesco a online prodejce Košík) byly vzorky dopraveny v chladícím boxu na VETUNI, kde proběhla analýza.

Kultivačními metodami podle příslušných ČSN norem byla prokazována přítomnost vybraných patogenních bakterií: *Salmonella* spp. (ČSN EN ISO 6579), *Listeria monocytogenes* (ČSN EN ISO 11290-1), STEC (ČSN EN ISO 16654), *Bacillus cereus* (ČSN EN ISO 7932), *Staphylococcus aureus* (ČSN EN ISO 6888-1), *Clostridium perfringens* (ČSN EN ISO 7937) a enteropatogenní yersinie (ČSN EN ISO 10273). Druhovká confirmace *B. cereus* byla provedena metodou PCR (detekce genu *gyrB*), geny pro produkci toxinů (*ces*, *nheA*, *nheB*, *nheC*, *nheD*, *hblA*, *hblC*, *cytK-1* a *cytK-2*) byly zjišťovány metodou multiplex PCR (Dorotíková et al., 2022a).

Statistická analýza byla provedena ve volně šiřitelném programu R (verze 4.5.0), byl použit Fisherův exaktní test a vypočítán Clopper-Pearsonův exaktní 95 % interval spolehlivosti (CI). Za statisticky významnou byla považována hodnota $p < 0,05$.

Výsledky a diskuze

Celkem byla ze 76 analyzovaných vzorků prokázána přítomnost patogenních bakterií u 19 vzorků (25 %; CI 16 – 36 %, tab. 1). V 18 případech se jednalo o přítomnost *B. cereus* (*sensu lato*). Jedná se tedy jednoznačně o nejčastější patogen přítomný v balených salátech a klíčcích ($p < 0,001$). U většiny patogenů nebyl výskyt prokázán vůbec, respektive byl pod detekčním limitem studie (1,3 %).

Tabulka 1: Výskyt jednotlivých patogenů ve vzorcích balených salátů a klíčků

Bakterie	Počet vzorků	Počet pozitivních	Procento pozitivních	Interval spolehlivosti
<i>B. cereus</i>	76	18	23,7 %	14,7 – 34,8 %
<i>C. perfringens</i>	76	1	1,3 %	0,03 – 7,1 %
<i>L. monocytogenes</i>	76	1	1,3 %	0,03 – 7,1 %
<i>Salmonella</i> spp.	76	0	0 %	0 – 4,7 %
STEC	76	0	0 %	0 – 4,7 %
<i>S. aureus</i>	76	0	0 %	0 – 4,7 %
<i>Yersinia</i> spp.	76	0	0 %	0 – 4,7 %

Výskyt *B. cereus* u jednotlivých kategorií salátů je znázorněn v tabulce 2. Nejvyšší výskyt byl zaznamenán u nepraných salátů (47 %), naopak u obědových salátů byl výskyt jen v 8 % případů. Tento rozdíl je statisticky významný ($p = 0,043$). I když rozdíl mezi pranými a nepranými saláty nebyl statisticky významný ($p = 0,056$), vliv praní na kontaminaci bakterií *B. cereus* byl přesto patrný (20 % versus 47 %). Pouze jeden kmen měl potenciál produkovat cereulid (a tedy vyvolat emetický syndrom), ostatní kmeny mohou být spojeny především s průjemovým syndromem.

B. cereus je běžně vyskytuje v půdě, což činí půdu pravděpodobným zdrojem kontaminace. Také je známo, že je díky tvorbě odolných spor schopen přežívat i v náročných podmínkách (Dorotíková et al., 2022b). Z hlediska kontaminace čerstvé produkce se tak jedná o jeden z nejčastějších patogenů (Song et al., 2019). Vysoké záchyty byly zjištěny v německé studii, ve které bylo analyzováno 114 listových salátů, přičemž 40 produktů bylo určeno k dalšímu zpracování, zatímco zbývajících 74 bylo určeno k přímé spotřebě. V této studii byl *Bacillus cereus* detekován jak v praných, tak nepraných salátech, přičemž na potenciálně nebezpečné až kritické úrovni se vyskytoval přibližně ve 20 % vzorků salátů určených k přímé konzumaci a ve 30 % vzorků nepraných salátů (Becker et al., 2019).

Tabulka 2: Přítomnost *B. cereus* ve sledovaných kategoriích balených salátů a klíčků

Druh vzorku	Počet vzorků	Počet pozitivních	Procento pozitivních	Interval spolehlivosti	Významnost
Salát praný	35	7	20,0 %	8,4 – 36,9 %	ab
Salát nepraný	17	8	47,1 %	23,0 – 72,2 %	a
Salát obědový	12	1	8,3 %	0,2 – 38,5 %	b
Klíčky	12	2	16,7 %	2,1 – 48,4 %	ab

Rozdílná písmena ^(a,b) označují statisticky významný rozdíl

Jeden vzorek praného salátu (polníček, země produkce Itálie) byl kromě *B. cereus* pozitivní také na přítomnost bakterie *C. perfringens*. Také tato bakterie se vyskytuje v půdě ve formě velmi odolných spor. Izolát však patřil mezi toxigenní typ A, který díky absenci produkce enterotoxinu nezpůsobuje alimentární onemocnění člověka (Grenda et al., 2023).

Nejproblematictější nálezem byl průkaz přítomnosti *L. monocytogenes* v jednom vzorku obědového salátu (Caesar salát s grilovaným kuřecím masem, krutony a sýrem). V této kategorii tento záchyt představoval procentuální výskyt 8,3 % (ovšem s rozpětím 0,2 - 38,5 %). Vzhledem k tomu, že byl vzorek analyzován pouze jako celek s poměrným zastoupením jednotlivých komponent, mohla být zdrojem i živočišná složka (dresink byl přibalen zvlášť nebyl vůbec součástí analýzy). V případě *L. monocytogenes* je navíc dobře znám fenomén sekundární kontaminace potravin z povrchů zařízení a nástrojů použitých při přípravě pokrmu. Protože bylo provedeno pouze kvalitativní stanovení, nelze určit, zda byl překročen legislativní limit pro potraviny určené k přímé spotřebě 100 KTJ/g. Riziko představuje zejména nedodržení doby použitelnosti a/nebo doporučené skladovací teploty, které může umožnit pomnožení této psychrotrofní bakterie, nebezpečné i v malých množstvích pro těhotné ženy a další rizikové skupiny obyvatel (Hulánková, 2013).

Závěr

Saláty a klíčky byly v minulosti potvrzeny v řadě případů jako zdroje hromadných případů alimentárních onemocnění. Většina námi testovaných vzorků balených salátů a klíčků však neobsahovala žádnou ze sledovaných patogenních bakterií a nepředstavovala zdravotní riziko pro spotřebitele. Přesto byla v několika případech potvrzena přítomnost mikroorganismů, které mohou být potenciálně nebezpečné – zejména pokud jde o *L. monocytogenes* v obědovém salátu. Nejvíce zastoupeným sledovaným mikroorganismem byl *B. cereus*, který se hojně vyskytuje na rostlinné produkci a představuje riziko až při vysokých počtech a také v závislosti na toxinogenním potenciálu konkrétního kmene.

Literatura

- Becker, B., Stroll, D., Schulz, P., Kulling, S., Huch, M. 2019. Microbial contamination of organically and conventionally produced fresh vegetable salads and herbs from retail markets in Southwest Germany. *Foodborne Pathogens and Disease*, vol. 16, no. 4, pp. 269-275.
- Dorotíková, K., Kameník, J., Bogdanovičová, K., Křepelová, S., Strejček, J., Haruštiaková, D. 2022a. Microbial contamination and occurrence of *Bacillus cereus sensu lato*, *Staphylococcus aureus*, and *Escherichia coli* on food handlers' hands in mass catering: Comparison of the glove juice and swab methods. *Food Control*, vol. 133, no. 3, 108567.
- Dorotíková, K., Hulánková, R., Kameník, J. 2022b. *Bacillus cereus*: všudypřítomný alimentární patogen. *Maso*, roč. 33. č. 1, s. 56-60.
- Fischerström, K., Dryselius, R., Kühlmann-Berenzon, S., Karamehmedovic, N., Börjesson, S., Hashemi, N., Gunn, I., Lindroos, N., Nederby-Öhd, J., Widerström, M., Rimhanen-Finne, R., Vainio, A., Rehn, M. 2024. Outbreak of *Salmonella* Typhimurium linked to Swedish pre-washed rocket salad, Sweden, September to November 2022. *Euro Surveillance*, vol. 29, no. 10, 2300299.
- Grenda, T., Jarosz, A., Sapała, M., Grenda, A., Patyra, E., Kwiatek, K. 2023. *Clostridium perfringens* - opportunistic foodborne pathogen, its diversity and epidemiological significance. *Pathogens*, vol. 12, no. 6, 768.
- Hulánková, R. *Listeria monocytogenes* – vlastnosti a výskyt v potravinovém řetězci. 2013. *Maso*, roč. 24, č. 7, s. 46-52.
- Osaili, T.M., Hasan, F., Al-Nabulsi, A.A., Olaimat, A.N., Ayyash, M., Obaid, R.S., Holley, R. 2023. A worldwide review of illness outbreak involving mixed salad/dressings and factors influencing product safety and shelf life. *Food Microbiology*, vol. 112, 104238.
- Song, H., Yoon, J. H., Choi, Y. S., Han, A., Kim, J. Y., Kim, J. H., Hyun, J. E., Bae, Y. M., Huq, M. A., Choi, C., Park, K. H., Lee, S. Y. 2019. Evaluation of the microbial contamination of fresh produces and their cultivation environments from farms in Korea. *Food Science and Biotechnology*, vol. 28, no. 4, pp. 1265–1274.

Poděkování

Tato práce byla podpořena grantem NAZV QK22010086: Multiplexní detekce a identifikace genů zodpovědných za antimikrobiální rezistenci a produkci toxinů u významných bakteriálních agens v potravinách.

Kontaktní adresa

doc. Mgr. Radka Hulánková, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: hulankovar@vfu.cz

Biogénne amíny a hodnotenie potravín *Biogenic Amines and Evaluation of Food*

Jakabová, S., Árvay, J., Grófová, M., Ailer, L., Mázor, M., Golian, J.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Obsah biogénnych amínov v potravinách môže byť považovaný za ukazovateľ čerstvosti alebo za indikátor nesprávneho skladovania. Niektoré amíny sa tvoria a ich koncentrácia stúpa v dôsledku degradačných procesov v potravinách, ktoré sú podporované enzymatickými reakciami spôsobenými vonkajšou mikrobiálnou aktivitou alebo endogénnou aktivitou tkanív. Hladiny týchto zlúčenín sú kľúčové z hľadiska bezpečnosti potravín, keďže môžu prispievať k potravinovým intoxikáciám. Najčastejšie sa v potravinách vyskytujú histamín, putrescín, kadaverín, tyramín, tryptamín, fenyletylamín, spermidín a spermín. V tomto príspevku sú rozpracované stratégie hodnotenia biogénnych amínov vo vybraných druhoch potravín.

Kľúčové slová: *biogénne amíny, hodnotenie čerstvosti, indexy kvality, limitné hodnoty*

Abstract

The presence of biogenic amines in food may serve as an indicator of freshness or, conversely, of poor preservation. Their formation and rising concentrations result from degradation processes in food, driven by enzymatic reactions originating from external microbial activity or endogenous tissue mechanisms. The levels of these compounds are crucial from a food safety perspective, as they can contribute to foodborne intoxications. The most commonly occurring amines in foods include histamine, putrescine, cadaverine, tyramine, tryptamine, phenylethylamine, spermine, and spermidine. Evaluation strategies for biogenic amines in selected food types is elaborated in this paper.

Key words: *biogenic amines, evaluation of food freshness, quality index, limits*

Úvod

Biogénne amíny (BAs) sú biologicky aktívne nízkomolekulové bázičné dusíkaté zlúčeniny. Podľa svojej chemickej štruktúry sa môžu klasifikovať ako aromatické amíny (histamín, tyramín, serotonin, β -fenyletylamín a tryptamín), alifatické diamíny (putrescín a kadaverín) alebo alifatické polyamíny (agmatín, spermidín a spermín) (Ruiz-Capillas and Jiménez-Colmenero, 2009). Poznanie hladín biogénnych amínov (BAs) v potravinách je dôležité pri hodnotení zdravotných rizík, pretože môžu spôsobovať poruchy neurotransmisie v dôsledku svojho pôsobenia ako falošné neurotransmitery. Stanovenie BAs je preto vhodné na odhalenie počiatočného kazení a ich množstvá možno priamo spájať s čerstvosťou potraviny (Vinci et Antonelli, 2002). Kontrola a monitorovanie biogénnych amínov je významné nielen z toxikologického a zdravotného hľadiska, ale aj preto, že môžu zohrávať dôležitú úlohu ako ukazovatele kvality a/alebo prijateľnosti niektorých potravín, pričom riadenie tejto kvality je zároveň spôsobom, ako garantovať a zabezpečiť bezpečnosť potravín (Ruiz-Capillas et Herrero, 2019; Kalac et Krizek, 2003). Kvalita potravín sa vzťahuje na hlavné charakteristiky súvisiace s bezpečnosťou, nutričnou hodnotou, dostupnosťou, pohodlnosťou, integritou a čerstvosťou (Herrero, 2008). Množstvo BAs sa taktiež považuje za marker úrovne mikrobiologickej kontaminácie potravín s cieľom nájsť koreláciu medzi hladinami amínov a kazením potravín (Vinci et Antonelli, 2002). Mikrobiálne metabolity ako sú

biogénne amíny predstavujúce bezpečnostné riziko (Ruiz-Capillas et Herrero, 2019). Prítomnosť biogénnych amínov je zdokumentovaná v širokom spektre potravín živočíšneho aj neživočíšneho charakteru (Smith, 1981; Ruiz-Capillas et Jiménez-Colmenero, 2009), pričom existujú viaceré prístupy pre hodnotenie rizika súvisiaceho s prítomnosťou BAs.

Cieľom príspevku je sumarizovať poznatky o možnostiach hodnotenia potravín na základe obsahov biogénnych amínov a zamerať sa na komplexnejšie prístupy k hodnoteniu kvality vybraných potravín prostredníctvom výpočtu indexov pre biogénne amíny.

Materiál a metodika

Príspevok má kompilačný charakter. Sumarizácia zistení bola spracovaná s použitím programu Excel (Microsoft, USA).

Biogénne amíny a hodnotenie kvality potravín

Biogénne amíny predstavujú často využívaný indikátor kvality rôznych potravín, ako sú mäso, ryby či víno, pretože poskytujú informáciu o ich čerstvosti alebo miere znehodnotenia a zároveň umožňujú sledovať proces výroby a spracovania potravín a nápojov. Na tento účel sa používajú jednotlivé amíny, napríklad histamín, tyramín či kadaverín, prípadne kombinácie viacerých zlúčenín (tab. 1). Hromadenie BAs vo fermentovaných potravinách je komplexný proces ovplyvnený viacerými faktormi a ich interakciami, ktorých kombinácie sú početné, premenlivé a špecifické pre jednotlivé produkty. Preto možnosti znižovania rizika, založené na kontrole týchto faktorov/interakcií, nemožno posudzovať a hodnotiť jednotlivo (EFSA, 2011).

Medzi prvými prístupmi patrí tradičný index navrhnutý Mietom a Karmasom (1978), ktorý bol určený na hodnotenie rozkladu rýb. Index vychádza zo zvyšovania koncentrácií putrescínu, kadaverínu a histamínu a poklesu spermidínu a spermidínu počas skladovania. Hodnota 0–1 predstavuje ryby dobrej kvality, 1–10 ešte prijateľné a nad 10 už degradovaný produkt. Ďalším spôsobom hodnotenia čerstvosti rýb je index kvality (Biji et al., 2016; Veciana-Nogués, 1997). Pre iné potraviny, napríklad syry alebo mäsové výrobky, však tento systém nie je vhodný, keďže nezohľadňuje tyramín, ktorý je v týchto produktoch dominantným biogénnym amínom. Preto bol pre mäso vypracovaný alternatívny index biogénnych amínov (BAI), definovaný ako súčet obsahu putrescínu, kadaverínu, histamínu a tyramínu (Triki et al., 2018; Hernández-Jover et al., 1996; Cheng et al., 2016; Biji et al., 2016). Podľa Hernández-Jover et al. (1996) hodnoty $BAI < 5$ mg/kg označujú čerstvé mäso dobrej kvality, interval 5–20 mg/kg prijateľné mäso s prvými znakmi kazenia, 20–50 mg/kg mäso nízkej kvality a nad 50 mg/kg skazený produkt. Spôľahlivosť BA ako ukazovateľov kvality však podstatne závisí od charakteru hodnoteného produktu (čerstvý, konzervovaný, balený v ochrannej atmosfére, fermentovaný a pod.). Pri čerstvom a tepelne spracovanom mäse sa ukazujú indexy BA ako vhodnejšie než pri fermentovaných výrobkoch, čo súvisí s vysokou variabilitou koncentrácií BAs v dôsledku faktorov ako dozrievanie, fermentačný proces, štartovacie kultúry či použité aditíva (Ruiz-Capillas et Herrero, 2019). Z tohto dôvodu nie je vytvorenie univerzálneho a spoľahlivého indexu jednoduché. Navyše, produkty s toxickými hladinami histamínu alebo tyramínu môžu vyzerieť a chutiť „normálne“, ako je to pri tuniaku, lososovi či fermentovanom chorizo, kde nebezpečné koncentrácie týchto amínov nemožno pred konzumáciou senzoricky odhaliť. To podčiarkuje potrebu ich dôslednej kontroly (Ruiz-Capillas et Herrero, 2019).

Tabuľka 1: Prehľad spôsobov hodnotenia potravín s využitím biogénnych amínov

No.	Kategória potravín	Konkrétny typ	BAs stanovené a hodnotené	Typ hodnotenia	Výpočet	Literatúra
1	mäso	červené mäso (dospelý hovädzí dobytok) a biele mäso (kuracie) bravčové mäso)	TRM, PUT, CAD, SER, TYM, SPD, SPM	celkové BAs a celkové BAs (s výnimkou SPD a SPM)	Σ BAs; Σ TRM, PUT, CAD, SER, TYM	Vinci et Antonelli, 2002
2	mäso	bravčové mäso	TYM, HIM, SER, OCM, DOM, PHE, TRM, PUT, CAD, AGM, SPD, SPM	index biogénnych amínov (BAI) s nasledujúcimi limitmi: BAI < 5 mg/kg pre čerstvé mäso, medzi 5 a 20 mg/kg pre prijateľné mäso s počiatočnými znakmi kazenia, medzi 20 a 50 mg/kg pre mäso nízkej kvality a nakoniec > 50 mg/kg pre pokazené mäso.	Σ CAD, PUT, TYM, HIM	Hernández-Jover et al., 1996
3	mäso	šunka	TYM, HIM, PUT, CAD, AGM, SPD, SPM	kombinácia koncentrácií TYM, HIM, PUT a CAD, vhodné ako ukazovateľ kvality	neuvedené	Ruiz-Capillas et al., 2007
4	morské plody	okúnik, losos, homár, kreveta	PUT, CAD, HIM, SPD, SPM	Hodnota indexu (IV): okúnik: 0–<2 = trieda 1, 2–<10 = trieda 2, >10 = trieda 3 losos: 0–<0,8 = trieda 1, 0,8–<8 = trieda 2, >8 = trieda 3 homár: 0–<5 = trieda 1, 5–<50 = trieda 2, >50 = trieda 3 kreveta: 0–<5 = trieda 1, 5–<25 = trieda 2, >25 = trieda 3 Indexová trieda (IC): 1 = prijateľné; 2 = počiatočný rozklad; 3 = pokročilý rozklad	Σ PUT, CAD, HIM (bez SPD a SPM)	Mietz et Karmas, 1978
5	mäso	kuracie mäso	TYM, PHE, PUT, CAD, HIM, SER (ND), TYM, SPD, SPM	Súčet všetkých BA; TYM, CAD a PUT – sľubné ukazovatele	Σ BAs	Rokka et al., 2004
6	mäso	hovädzie mäso	CAD, HIM, PUT, SPD, SPM, TRY, TYM	TYM, CAD ako indexy kazenia	koncentrácie jednotlivých zlúčenín	Galgano et al., 2009

No.	Kategória potravín	Konkrétny typ	BAs stanovené a hodnotené	Typ hodnotenia	Výpočet	Literatúra
7	mäso	bravčové mäso, jahňacie mäso, morčacie mäso, kuracie mäso, hovädzie mäso	TYM, PHE, HIM, PUT, CAD, TRM, AGM, SPD, SPM	Index biogénnych amínov (BAI): $BAI < 5 \text{ mg/kg}$ znamená dobrú kvalitu mäsa; $5\text{--}20 \text{ mg/kg}$ znamená prijateľnú kvalitu mäsa; $20\text{--}50 \text{ mg/kg}$ znamená nízku kvalitu mäsa; a $BAI > 50 \text{ mg/kg}$ znamená pokazené mäso.	$\Sigma \text{TYM, HIM, PUT, CAD}$	Triki et al., 2018
8	mäso	bravčové	TYM, HIM, PUT, CAD	Index biogénnych amínov (BAI): $BAI < 5 \text{ mg/kg}$ znamená dobrú kvalitu mäsa; $5\text{--}20 \text{ mg/kg}$ znamená prijateľnú kvalitu mäsa; $20\text{--}50 \text{ mg/kg}$ znamená nízku kvalitu mäsa; a $BAI > 50 \text{ mg/kg}$ znamená pokazené mäso.	$\Sigma \text{TYM, HIM, PUT, CAD}$	Cheng et al., 2016
9	ryby	ryby	PUT, CAD, HIM, SPD, SPM	Index biogénnych amínov (BAI); Index kvality (QI)	$BAI = \Sigma \text{TYM, HIM, PUT, CAD}$ $QI = (\text{HIM} + \text{PUT} + \text{CAD}) / (1 + \text{SPD} + \text{SPM})$	Biji et al., 2016
10	ryby	tuniak	PUT, CAD, HIM, SPD, SPM	Index kvality (QI)	$QI = (\text{HIM} + \text{PUT} + \text{CAD}) / (1 + \text{SPD} + \text{SPM})$	Veciana-Nogués et al., 1997
11	syry	syry	HIM, TYM, PUT, CAD, SPM, SPD	Odhadovaný denný príjem (EDI) pre jednotlivé aminy a tiež pre celkové BA	$EDI = C_i \times IR$ kde C_i je koncentrácia a jednotlivých celkových BA v syre a IR je miera konzumácie syra u konkrétnej populácie	Ma et al., 2020

EFSA (2011) uvádza prístup pre hodnotenie expozície biogénnym aminom, ktorý predstavuje akútnu expozíciu. Odhad bol aplikovaný na rôzne kategórie potravín, avšak nie všetky kategórie mali dostatočné pokrytie relevantnými údajmi. V rámci kategórií tvoriacimi databázu boli: alkoholické nápoje, slané omáčky, ryby a rybie produkty, mäsové produkty, mliečne výrobky, zelenina a zeleninové produkty. Výsledné hodnoty expozície sú uvedené v dokumente EFSA (2011). Pre histamín boli najvyššie hodnoty expozície vypočítané pre kategóriu „iné ryby a rybie produkty“ ($8,8\text{--}41,4 \text{ mg/deň}$), nasledovali „fermentované klobásky“ ($6,4\text{--}37,1 \text{ mg/deň}$), „syry“ ($13\text{--}32,1 \text{ mg/deň}$) a „rybie omáčky“ ($0,4\text{--}29,9 \text{ mg/deň}$). Pre tyramín boli najvyššie hodnoty expozície

zistené pre kategóriu „pivo“ (18,5 – 124,6 mg/deň), čo možno pripísať najmä príležitostne vysokým hodnotám zaznamenaným v databáze spotreby. „Syry“ taktiež vykazujú vysokú expozíciu (44 – 108,7 mg/deň) tomuto biogénemu amínu. „Fermentované klobásky“ (17,2 – 99,3 mg/deň) a „fermentované rybie mäso“ (2 – 90,4 mg/deň) môžu viesť k veľmi vysokej expozícii. Pre putrescín sa kategórie potravín s najvyššími hodnotami expozície líšia od ostatných biogénnych amínov – ide o „fermentovanú zeleninu“ (4,9 – 164,7 mg/deň) a „ostatnú zeleninu“ (13,4 – 93,6 mg/deň). Po zelenine nasledujú „fermentované klobásky“ (14,5 – 83,6 mg/deň), „iné mäsové výrobky“ (20,9 – 36,9 mg/deň) a „syry“ (14,3 – 35,3 mg/deň), ktoré majú relatívne nižšie hodnoty. Pre kadaverín sú najväčším prispievateľom „syry“ s 47 – 116,1 mg/deň, nasledované kategóriou „iné ryby a rybie produkty“ (18,9 – 53,8 mg/deň). Pre fenyletylamín a tryptamín neboli dostupné údaje o výskyte vo všetkých sledovaných kategóriách potravín. Dá sa však konštatovať, že ich expozícia je nižšia ako pri iných biogénnych amínoch. Pre fenyletylamín boli vyššie hodnoty expozície zistené pre „fermentované klobásky“ (1,5 – 8,7 mg/deň) a „syry“ (1,9 – 4,6 mg/deň). Pre tryptamín boli najvyššie hodnoty expozície vypočítané pre „syry“ (0,1 – 12,3 mg/deň), „rybie omáčky“ (0,2 – 12,2 mg/deň) a „fermentované klobásky“ (1,9 – 10,7 mg/deň). Z údajov boli vytvorené aj celkové expozície pre BAs za deň, pričom výpočet expozície v sledovaných kategóriách potravín so zohľadnením vysokých množstiev biogénnych amínov a vysokej spotreby potravín. Výsledky sú uvedené v mg/deň. Výpočet tiež zohľadňoval štatistické údaje o konzumácii za jednotlivé krajiny, čím sa získala kumulatívna expozícia pre každú krajinu v uvedenom dokumente. Údaje viedli k výpočtu koncentrácie biogénnych amínov, ktoré vedú k expozícii z konzumácie jednej potraviny v rámci toxikologického prahu. Jedným z prístupov k tomuto výpočtu je použitie prahových hodnôt pre BA – histamín (50 mg pre zdravé osoby) alebo tyramín (600 mg pre zdravé osoby a 50 mg pre osoby užívajúce lieky) – a vysokých hodnôt spotreby príslušných kategórií potravín.

Limitné hodnoty pre biogénne amíny

Regulačné limity pre hladiny histamínu

Maximálne limity pre histamín v potravinách existujú na celom svete v závislosti od druhov potravín, ktoré sa v daných krajinách bežne konzumujú. Rozmanitosť produktov na báze morských plodov, receptúr a parametrov ich spracovania, spôsobu manipulácie a zamýšľaného použitia vedie k stanoveniu rôznych hodnôt histamínu, ktoré závisia od veľkosti konzumovanej porcie (FAO/WHO, 2013; DeBeeR et al., 2021). Napríklad v Spojených štátoch platí jednotný súbor limitov pre všetky druhy morských plodov – čerstvé, mrazené aj spracované (konzervované). Codex Alimentarius (Codex) však stanovuje dva súbory limitov a Európska únia dokonca tri, v závislosti od druhu a typu finálne spracovaného produktu.

Mnohé krajiny obmedzili maximálne povolené hladiny histamínu v potravinách uvádzaných na trh vzhľadom na dôsledky tejto reakcie. Odborný výbor Organizácie pre výživu a poľnohospodárstvo/ Svetovej zdravotníckej organizácie (FAO/WHO) pre verejné zdravotné riziká histamínu určil, že hladina bez pozorovaného nepriaznivého účinku (NOAEL) predstavuje celkový príjem 50 mg histamínu. Na základe maximálnej porcie morských plodov vo výške 250 g stanovili maximálnu bezpečnú hladinu histamínu na 200 mg/kg, čo zodpovedá 200 ppm (FAO/WHO, 2013; DeBeeR et al., 2021).

Maximálne limity pre obsah histamínu ustanovuje nariadenia EC (Commission Regulation (EC) No 2073/2005 a Commission regulation (EU) No 1019/2013). Aktuálne platné limity pre EÚ uvádza tabuľka 2.

Regulačné limity pre hladiny biogénnych amínov

Kvalitatívnu analýzu rizika biogénnych amínov vo fermentovaných potravinách s využitím údajov z vedeckej literatúry, ako aj z prieskumov, správ a údajov o spotrebe súvisiacich s Európskou úniou publikovala EFSA (2011).

Tabuľka 2: Limity histamínu v rybách a rybích produktoch platné pre EÚ

Limity pre konzervované produkty	Avg ≤ 100 ppm max = 200 ppm	Krajiny EÚ (Rakúsko, Belgicko, Bulharsko, Chorvátsko, Cyprus, Česká republika, Dánsko, Estónsko, Fínsko, Francúzsko, Nemecko, Grécko, Maďarsko, Írsko, Taliansko, Lotyšsko, Litva, Luxembursko, Malta, Holandsko, Poľsko, Portugalsko, Rumunsko, Slovensko, Slovinsko, Španielsko, Švédsko) a India, Ukrajina, Maroko, Nórsko, Peru, Srbsko, Seychely, Spojené kráľovstvo.
Limity pre enzýmovo ošetrované produkty (fermentované)	m = 200 ppm, M = 400 ppm	EFSA (Rakúsko, Belgicko, Bulharsko, Chorvátsko, Cyprus, Česká republika, Dánsko, Estónsko, Fínsko, Francúzsko, Nemecko, Grécko, Maďarsko, Island, India, Írsko, Taliansko, Lotyšsko, Lichtenštajnsko, Litva, Luxembursko, Malta, Holandsko, Nórsko, Peru, Poľsko, Portugalsko, Rumunsko, Srbsko, Seychely, Slovensko, Slovinsko, Španielsko, Švédsko, Švajčiarsko, Ukrajina, Spojené kráľovstvo).
Limity pre rybie omáčky	400 ppm	EFSA (Rakúsko, Belgicko, Bulharsko, Chorvátsko, Cyprus, Česká republika, Dánsko, Estónsko, Fínsko, Francúzsko, Nemecko, Grécko, Maďarsko, Island, Írsko, Taliansko, Lotyšsko, Lichtenštajnsko, Litva, Luxembursko, Malta, Holandsko, Nórsko, Poľsko, Portugalsko, Rumunsko, Slovensko, Slovinsko, Španielsko, Švédsko, Švajčiarsko, Spojené kráľovstvo), Srí Lanka, Čínska republika (Taiwan), Srbsko.

Histamín a tyramín sa považujú za najtoxickéjšie a z hľadiska bezpečnosti potravín najvýznamnejšie, pričom fermentované potraviny predstavujú obzvlášť rizikovú skupinu vzhľadom na intenzívnu mikrobiálnu aktivitu a potenciál tvorby BAs. Na základe priemerného obsahu v potravinách a údajov o expozícii spotrebiteľov boli kategórie fermentovaných potravín zoradené podľa rizikovosti z hľadiska histamínu a tyramínu, avšak v súčasnosti dostupné informácie nie sú postačujúce na vykonanie kvantitatívnej analýzy rizika BA, a to ani jednotlivo, ani v kombináciách (EFSA, 2011).

Na základe priemerného obsahu najtoxickéjších BA (histamínu a tyramínu) možno význam sledovaných kategórií potravín z hľadiska bezpečnosti potravín zoradiť v nasledujúcom klesajúcom poradí – pre histamín: „sušené ančovičky“, „rybia omáčka“, „fermentovaná zelenina“, „syr“, „iné ryby a rybie produkty“ a „fermentované klobásky“; a pre tyramín: „fermentované klobásky“, „rybia omáčka“, „syr“, „fermentované ryby“ a „fermentovaná zelenina“. Na základe expozície spotrebiteľov najtoxickým BA možno význam sledovaných kategórií potravín zoradiť v tomto klesajúcom poradí – pre histamín: „iné ryby a rybie produkty“, „fermentované klobásky“, „syr“, „rybie omáčky“ a „fermentovaná zelenina“; a pre tyramín: „pivo“, „syr“, „fermentované klobásky“, „fermentované rybie mäso“ a „konzervované mäso“. Pre kvantitatívne hodnotenie rizika sú potrebné ďalšie informácie a údaje o BA (jednotlivo aj v kombináciách), vrátane ich toxicity, koncentrácie a spotreby fermentovaných potravín (EFSA, 2011).

Všetky biogénne amíny sa u ľudí považujú za stopové, súvisiace s neuromodulačnými funkciami (Broadley, 2010). Vazokonstrikčný účinok tyramínu, fenyletylamínu a tryptamínu spôsobuje hypertenziu, avšak boli opísané aj ďalšie príznaky, ako bolesť

hlavy, potenie, vracanie, rozšírenie zreníc apod (EFSA, 2011). Literatúra uvádza, že príjem 600 až 2000 mg tyramínu zvyšuje systolický tlak krvi o min. 30 mmHg. Putrescín pôsobí ako prekursor fyziologických polyamínov (t. j. spermidínu a spermidínu) a všetky sa podieľajú na regulácii rastu buniek, bunkového delenia v rátane malígnej proliferácie buniek. Úloha kadaverínu je menej známa, ale môže taktiež prispievať spolu s vyššie uvedenými diamínmi a polyamínmi (EFSA, 2011). V štúdií orálnej toxicity na potkanoch bez pozorovaných nežiaducich účinkov (NOAEL) bola zistená hladina príjmu 80 mg/kg telesnej hmotnosti/deň pre kadaverín a putrescín. Zistená bola tiež reaktivita týchto diamínov s dusitanmi za vzniku karcinogénnych nitrozamínov. Tabuľka 3 uvádza limity a odporúčané prípustné koncentrácie pre biogénne amíny v rôznych produktoch s uvedením literárneho zdroja.

Tabuľka 3: Limity a odporúčané prípustné koncentrácie pre biogénne amíny v rôznych produktoch

Zlúčenina	Koncentrácia	Typ limitu	Literatúra
TYM	600 mg/kg (H) and 50 mg/kg (M)	NOAEL	Ten Brink et al., 1990
PHE	30 mg/kg	Toxické množstvo v potravine	Gardini et al., 2001
HIM	50 mg/kg	maximálny prípustný limit (pre syry)	EFSA, 2011
TYM	100 mg/kg	maximálny prípustný limit (pre syry)	EFSA, 2011
HIM	100 mg/kg	Toxická dávka v potravine	Gardini et al., 2001
CAD	540 mg/kg	prijateľná koncentrácia (pre syry)	EFSA, 2011
PUT	180 mg/kg	prijateľná koncentrácia (pre syry)	EFSA, 2011
SPM	-	ani NOAEL, ani prijateľné hladiny SPM (pre syry)	EFSA, 2011
SPD	-	ani NOAEL, ani prijateľné hladiny SPM (pre syry)	EFSA, 2011

Pozn.: TYM – tyramín, PHE – fenyletylamin, HIM – histamín, CAD – kadaverin, PUT – putrescín, SPM – spermidín, SPD – spermidín, H – zdraví konzumenti, M – konzumenti užívajúci lieky ovplyvňujúce tvorbu enzýmov monoaminoxidázy a diaminoxidázy, NOAEL – úroveň bez pozorovaného nepriaznivého účinku

Záver

Odhadovanie bezpečných hladín celkového množstva prijatých BA je kľúčovým faktorom pre pochopenie zdravotných účinkov na spotrebiteľov. Hodnotenie bezpečnosti potravín z hľadiska obsahu biogénnych amínov je náročná úloha z viacerých dôvodov, vrátane toxicity jednotlivých BA, vekovej skupiny a zdravotného stavu konzumentov ako aj ich stravovacích návykov. Na kontrolu tvorby biogénnych amínov v potravinách je potrebné zlepšiť hygienické podmienky počas celého výrobného reťazca a tiež spresniť požiadavky na obsah biogénnych amínov v potravinách ako ukazovateľ a ich čerstvosti a zdravotnej bezpečnosti.

Literatúra

Biji, K. B., Ravishankar, C. N., Venkateswarlu, R., Mohan, C. O., & Gopal, T. S. 2016. Biogenic amines in seafood: a review. *Journal of Food Science and Technology*, vol. 53, no. 5, pp. 2210–2218. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2224-x>

- Broadley, K. J. 2010. The vascular effects of trace amines and amphetamines. *Pharmacology & Therapeutics*, vol. 125, no. 3, pp. 363–375. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2009.11.005>
- Cheng, W., Sun, D. W., & Cheng, J. H. 2016. Pork biogenic amine index (BAI) determination based on chemometric analysis of hyperspectral imaging data. *LWT*, vol. 73, pp. 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.031>
- Commission Regulation (EC). 2005. No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, vol. 338, pp. 1–26. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005R2073&from=EN>
- DeBeeR, J., Bell, J. W., Nolte, F., Arcieri, J., & Correa, G. 2021. Histamine limits by country: A survey and review. *Journal of Food Protection*, vol. 84, no. 9, p. 1610–1628. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-129>
- EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). 2011. Scientific opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. *EFSA Journal*, vol. 9, no. 10, pp. 2393. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2393>
- European Union. 2013. Commission Regulation (EU) No 1019/2013 of 23 October 2013 amending Annex I to Regulation (EC) No 2073/2005 as regards histamine in fishery products text with EEA relevance. *Official Journal*, vol. 50, pp. 46–47. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32013R1019>
- Galgano, F., Favati, F., Bonadio, M., Lorusso, V., & Romano, P. 2009. Role of biogenic amines as index of freshness in beef meat packed with different biopolymeric materials. *Food Research International*, vol. 42, no. 8, pp. 1147–1152. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.05.012>
- Hernández-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nogués, M. T., & Vidal-Carou, M. C. 1996. Biogenic amine sources in cooked cured shoulder pork. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 44, no. 10, pp. 3097–3101. <https://doi.org/10.1021/jf960250s>
- Hernández-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nogués, M. T., & Vidal-Carou, M. C. 1996. Ion-pair high-performance liquid chromatographic determination of biogenic amines in meat and meat products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 44, no. 9, p. 2710–2715. <https://doi.org/10.1021/jf9506803>
- Herrero, A. M. 2008. Raman spectroscopy a promising technique for quality assessment of meat and fish: A review. *Food Chemistry*, vol. 107, no. 4, pp. 1642–1651. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.014>
- Kalac, P., & Krízek, M. 2003. A review of biogenic amines and polyamines in beer. *Journal of the Institute of Brewing*, vol. 109, no. 2, pp. 123–128. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2003.tb00141.x>
- Ma, J. K., Raslan, A. A., Elbadry, S., El-Ghareeb, W. R., Mulla, Z. S., Bin-Jumah, M., & Darwish, W. S. 2020. Levels of biogenic amines in cheese: correlation to microbial status, dietary intakes, and their health risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 27, no. 35, pp. 44452–44459. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10401-2>
- Mietz, J. L., & Karmas, E. 1978. Polyamine and histamine content of rockfish, salmon, lobster, and shrimp as an indicator of decomposition. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, vol. 61, no. 1, pp. 139–145. <https://doi.org/10.1093/jaoac/61.1.139>
- Natrella, G., Vacca, M., Minervini, F., Faccia, M., & De Angelis, M. 2024. A comprehensive review on the biogenic amines in cheeses: Their origin, chemical

characteristics, hazard and reduction strategies. *Foods*, vol. 13, no. 16, pp. 2583. <https://doi.org/10.3390/foods13162583>

Rokka, M., Eerola, S., Smolander, M., Alakomi, H. L., & Ahvenainen, R. 2004. Monitoring of the quality of modified atmosphere packaged broiler chicken cuts stored in different temperature conditions: B. Biogenic amines as quality-indicating metabolites. *Food Control*, vol. 15, no. 8, pp. 601–607. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2003.10.002>

Ruiz-Capillas, C., & Herrero, A. M. 2019. Impact of biogenic amines on food quality and safety. *Foods*, vol. 8, no. 2, pp. 62. <https://doi.org/10.3390/foods8020062>

Ruiz-Capillas, C., & Jiménez-Colmenero, F. 2009. Biogenic amines in seafood products. In *Handbook of Seafood and Seafood Products Analysis*, p. 851–868. CRC Press.

Ruiz-Capillas, C., Carballo, J., & Colmenero, F. J. 2007. Biogenic amines in pressurized vacuum-packaged cooked sliced ham under different chilled storage conditions. *Meat Science*, vol. 75, no. 3, p. 397–405. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.08.004>

Smith, T. A. 1981. Amines in food. *Food Chemistry*, vol. 6, no. 3, pp. 169–200. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(81\)90008-X](https://doi.org/10.1016/0308-8146(81)90008-X)

Triki, M., Herrero, A. M., Jiménez-Colmenero, F., & Ruiz-Capillas, C. 2018. Quality assessment of fresh meat from several species based on free amino acid and biogenic amine contents during chilled storage. *Foods*, vol. 7, no. 9, pp. 132. <https://doi.org/10.3390/foods7090132>

Veciana-Nogués, M. T., Mariné-Font, A., & Vidal-Carou, M. C. 1997. Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationships with microbial counts, ATP-related compounds, volatile amines, and organoleptic changes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 45, no. 6, pp. 2036–2041.

Vinci, G., & Antonelli, M. L. 2002. Biogenic amines: quality index of freshness in red and white meat. *Food Control*, vol. 13, no. 8, pp. 519–524. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(02\)00031-2](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(02)00031-2)

World Health Organization & Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. Joint FAO/WHO expert meeting on the public health risks of histamine and other biogenic amines from fish and fishery products: meeting report. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/89216>

Pod'akovanie

Táto práca bola podporená výskumným grantom APVV-22-0402 Agentúry na podporu výskumu a vývoja, a výskumnými grantmi VEGA 1/0602/22 a VEGA 1/0307/25 Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky.

Kontaktná adresa

PaedDr. Silvia Jakabová, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská republika, e-mail: silvia.jakabova@uniag.sk

Hodnotenie hygienických aspektov prepravy a skladovania pekárenských výrobkov v obchodnej prevádzke

Assessment of the Hygienic Aspects of the Transport and Storage of Bakery Products in a Commercial Establishment

Kolesárová, A., Zeleňáková, L., Mareček, J., Ivanišová, E.
Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitra

Súhrn

Bezpečnosť a kvalita potravín sú kľúčové faktory v potravinovom reťazci. Príspevok sa zameriava na dodržiavanie hygienických požiadaviek počas prepravy a skladovania pekárenských výrobkov vo vybranej obchodnej prevádzke. Cieľom výskumu bolo sledovať stav prepraviek, čistotu vozidiel, senzorické vlastnosti výrobkov, kvalitu obalov a podmienky skladovania počas trojmesačného obdobia. Výsledky poukazujú na viaceré nedostatky, najmä v oblasti čistoty prepraviek a označovania výrobkov. Zistenia podčiarkujú význam dôsledného dodržiavania hygienických štandardov v každej fáze distribúcie potravín.

Kľúčové slová: *pekárske výrobky, hygiena potravín, preprava a skladovanie, bezpečnosť potravín*

Abstract

Food safety and quality are key factors in the food supply chain. The contribution focuses on compliance with hygiene requirements during the transportation and storage of bakery products in a selected commercial establishment. The aim of the research was to monitor the condition of transport crates, vehicle cleanliness, sensory properties of the products, packaging integrity, and storage conditions over a three-month period. The results revealed several shortcomings, particularly in crate cleanliness and product labelling. These findings highlight the importance of consistently adhering to hygiene standards at every stage of food distribution.

Key words: *bakery products, food hygiene, transport and storage, food safety*

Úvod

Bezpečnosť potravín predstavuje jeden z najzásadnejších aspektov verejného zdravia, najmä v oblasti čerstvých výrobkov, akými sú pekárenské produkty. Tieto sú zvlášť náchylné na mikrobiologické, fyzikálne aj chemické kontaminácie v priebehu výroby, manipulácie, prepravy a predaja (Golian, 2017). Výrobky z chleba a pečiva majú krátku trvanlivosť, sú citlivé na vlhkosť a teplotné výkyvy, a ich balenie či spôsob skladovania zásadne ovplyvňuje nielen kvalitu, ale aj zdravotnú bezpečnosť (Smith et al., 2004).

Zákon č. 152/1995 Z. z. o potravinách stanovuje jasné pravidlá pre hygienu prepravných prostriedkov, skladov, ako aj pre označovanie a balenie potravín. Okrem legislatívnych požiadaviek sú významným nástrojom aj systémy vnútornej kontroly kvality, ako je HACCP, ktoré umožňujú identifikovať a eliminovať kritické body v potravinovom reťazci (Zakharova and Gorbunchikova, 2021).

V prípade obchodných prevádzok je kľúčové zabezpečiť nielen hygienu na mieste predaja, ale tiež monitorovať stav a čistotu prepraviek, kvalitu obalov, označovanie výrobkov a podmienky skladovania. Ich nedodržanie môže viesť ku kontaminácii potravín, zníženiu senzorickej hodnoty a v konečnom dôsledku ku strate dôvery spotrebiteľa (Fašiangová, 2016).

Cieľom tejto práce bolo zhodnotiť úroveň dodržiavania týchto hygienických požiadaviek vo vybranej obchodnej prevádzke počas trojmesačného obdobia.

Materiál a metodika

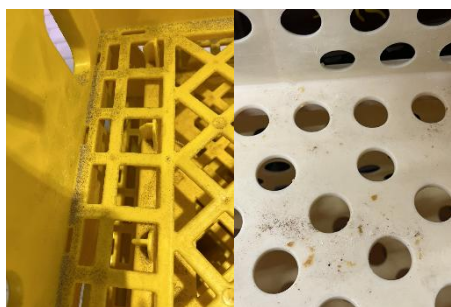
Výskum prebiehal počas troch mesiacov (september – november) vo vybranej obchodnej prevádzke. Sledované boli nasledovné aspekty:

- čistota prepraviek a vozidla,
- senzorické posúdenie pekárenských výrobkov,
- stav obalov a ich uzatvorenie,
- správne označenie výrobkov (názov, dátum spotreby, výživové údaje, alergény),
- spôsob skladovania výrobkov v sklade.

Pozorovanie prebiehalo pravidelne, výsledky boli priebežne dokumentované a vyhodnotené.

Výsledky a diskusia

Čistota prepraviek a vozidla: Počas sledovaného obdobia sa opakovane vyskytli prípady znečistených prepraviek, najmä u jedného dodávateľa, ktorý bol na nedostatky upozornený (obr. 1). Častým problémom boli nielen nečistoty, ale aj poškodené plastové prepravky s odlomenými časťami, čo predstavuje potenciálne fyzikálne riziko pre potraviny (obr. 2). V niektorých prípadoch sa zistilo aj nevhodné miešanie baleného a nebaleného pečiva v jednej prepravke.



Obrázok 1: Znečistené prepravky



Obrázok 2:
Poškodená prepravka



Obrázok 3:
Nevhodne uložená prepravka

Naopak, prepravné vozidlá boli vo väčšine prípadov čisté, dobre udržiavané a hygienicky vyhovujúce. Jediný významný nedostatok bol zaznamenaný v prípade ukladania nebaleného pečiva priamo na podlahu vozidla (obr. 3), čo je v rozpore s hygienickými štandardmi (Zeleňáková et al., 2018).

Senzorické vlastnosti výrobkov: Väčšina dodaných výrobkov spĺňala očakávané senzorické požiadavky – boli čerstvé, vôňa a vzhľad boli atraktívne. Počas sledovaného obdobia sa ojedinele vyskytli prípady nedostatkov ako: zhorená kôrka na krájanom chlebe, prasknutá kôrka a nevyhovujúci vzhľad rožka (obr. 4 a 5).

Tieto chyby môžu byť spôsobené nesprávnym nastavením parametrov pečenia alebo chybou automatickej triediacej linky.

Obaly a označenie: Väčšina balených výrobkov bola vhodne a pevne uzatvorená (lepiaca páska, kovová spinka). V ojedinelých prípadoch chýbala spinka a tým aj označenie dátumu spotreby alebo bol obal poškodený (obr. 6). V jednom prípade bola poškodená etiketa a na troch kusoch výrobkov bol zistený nečitateľný dátum spotreby. Vzhľadom na

zákonné požiadavky o označovaní potravín (Zákon č. 152/1995 Z. z.) ide o nedostatky, ktoré by mohli negatívne ovplyvniť informovanosť spotrebiteľa a celkovú dôveru v bezpečnosť výrobku.



Obrázok 4, 5: Senzorické nedostatky chleba a pečiva **Obrázok 6:** Poškodený obal

Z pozitívneho hľadiska možno vyzdvihnúť, že na všetkých výrobkoch bol počas väčšiny sledovaného obdobia riadne uvedený názov, výživové hodnoty aj ďalšie povinné údaje. Tieto údaje sú podľa EFSA (Koutsoumanis et al., 2018) kľúčové pre informovaný výber spotrebiteľa a pre zaistenie bezpečnosti pri alergénoch.

Skladovanie v sklade predajne: Výrobky boli skladované v samostatnom sklade na plastových paletách. Väčšinu času bola dodržaná prax zakrývania nebaleného pečiva, avšak počas troch dní sme zaznamenali nedodržanie tejto zásady. Aj keď ide o ojedinelé prípady, predstavujú riziko kontaminácie (Smith et al., 2004).

Zistené nedostatky, najmä v oblasti prepraviek a označovania, potvrdzujú, že aj malé zlyhania môžu mať vplyv na výslednú kvalitu a bezpečnosť pekárskych výrobkov. Implementácia pravidelných kontrol, záznamov a školení pre pracovníkov by mohla tieto riziká výrazne znížiť. Dôsledné uplatňovanie HACCP v praxi a jeho pravidelné overovanie je preto nevyhnutné.

Záver

Výsledky trojmesačného sledovania poukazujú na dôležitosť dôsledného uplatňovania hygienických zásad pri manipulácii s pekárskymi výrobkami. Aj keď väčšina sledovaných aspektov bola pozitívne hodnotená, jednotlivé zlyhania v oblasti hygieny prepraviek, označovania a skladovania výrobkov predstavujú potenciálne riziko. Prevádzkovatelia obchodných sietí a dodávatelia by mali pravidelne kontrolovať plnenie hygienických štandardov a investovať do školení zamestnancov, aby sa minimalizovali chyby, ktoré môžu negatívne ovplyvniť kvalitu a bezpečnosť pekárskych výrobkov.

Literatúra

- Fašiangová, K. 2016. Ako podporiť čerstvosť pečiva v regáloch? *Retailmagazín*. <http://www.retailmagazin.sk/produkt/potravinarskysortiment/1233-ako-podporit-cerstvost-peciva-v-regaloch>. [cit.20.08.2025]
- Golian, J. 2017. *Hygiena potravín*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 127 s. ISBN 978-80-552-1664-5.
- Koutsoumanis, K. et al. 2018. Hazard analysis approaches for certain small retail establishments and food donations: second scientific opinion. *EFSA Journal*, vol. 16, no. 11. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5432>

Smith, J. P., Daifas, D. P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J., & El-Khoury, A. 2004. Shelf life and safety concerns of bakery products – A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 44, no. 1, pp. 19–55. <https://doi.org/10.1080/10408690490263774>

Zakharova, L. M., & Gorbunchikova, M. S. 2021. Food product quality and safety control based on HACCP principles. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 845, no. 1, p. 012125. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/845/1/012125>

Zákon č. 152/1995 Z. z. o potravinách v znení neskorších predpisov. 1995. Zbierka zákonov Slovenskej republiky.

Zeleňáková, L., Čapla, J., Zajác, P. 2018. Hygiena výživy a stravovania. Nitra. 304 s. ISBN 978-80-552-1806-9.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená projektom KEGA 002SPU-4/2025.

Kontaktná adresa

Ing. Anna Kolesárová, PhD., SPU Nitra, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: anna.kolesarova@uniag.sk

Analýza nákupného správania a hygienických postojov spotrebiteľov pri výbere pekárskych výrobkov

Analysis of Consumer Purchasing Behaviour and Hygiene Attitudes in the Selection of Bakery Products

Kolesárová, A., Zelenáková, L., Mendelová, A., Solgajová, M.
Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitra

Súhrn

Cieľom štúdie bolo analyzovať nákupné správanie spotrebiteľov v oblasti pekárskych výrobkov so zameraním na frekvenciu nákupov, preferencie pri výbere pečiva, vnímanie hygieny v predajných priestoroch a informovanosť o používaní hygienických pomôcok. Výskum bol realizovaný prostredníctvom dotazníkového prieskumu. Výsledky ukázali, že spotrebiteľia kladú dôraz na čerstvosť, vzhľad a pôvod výrobku, pričom vo vysokej miere preferujú nebalené pečivo a regionálnych dodávateľov. Pozitívne bolo aj zistenie vysokej miery povedomia o hygienických štandardoch pri manipulácii s pečivom. Príspevok poukazuje na potrebu udržiavania hygienických podmienok v predajniach, ako aj na význam informovania spotrebiteľov o zložení výrobkov a ich správnom skladovaní.
Kľúčové slová: *pečivo, spotrebiteľské správanie, hygiena predaja, senzorické vlastnosti, nebalené potraviny, informovanosť*

Abstract

The aim of the study was to analyse consumer purchasing behaviour related to bakery products, with a focus on shopping frequency, product preferences, perception of hygiene in retail environments, and awareness of hygienic handling practices. The research was conducted through a questionnaire survey. The results showed that consumers prioritize freshness, appearance, and the origin of products, with a strong preference for unpackaged goods and regional suppliers. A high level of awareness regarding hygiene standards when handling bakery products was also observed. The findings highlight the importance of maintaining hygienic conditions in retail settings and emphasize the need to inform consumers about product composition and proper storage.

Key words: *bakery products, consumer behaviour, sales hygiene, sensory properties, unpackaged foods, consumer awareness*

Úvod

Pekárske výrobky patria k základným zložkám každodennej spotreby. Vzhľadom na ich krátku trvanlivosť a vysoký obrat v maloobchodnej sieti je nevyhnutné klásť dôraz nielen na kvalitu produktov, ale aj na hygienu ich spracovania, manipulácie a predaja. Podľa Goliana (2017) je bezpečnosť potravín úzko spojená s hygienickými požiadavkami na všetkých úrovniach potravinového reťazca – od výroby cez skladovanie až po predaj. Spotrebiteľské nároky sa v súčasnosti čoraz viac zameriavajú na vizuálne a senzorické vlastnosti pečiva, ako aj na transparentnosť informácií poskytovaných predajcom vrátane zloženia, pôvodu a podmienok predaja (Fašiangová, 2016).

Súčasne s tým rastie aj potreba dôsledného dodržiavania hygienických zásad pri predaji nebalených potravín. Legislatívne požiadavky stanovujú predajcom povinnosť zabezpečiť vhodné podmienky manipulácie a dostupnosť hygienických pomôcok (Zákon č. 152/1995 Z. z.). Spotrebiteľ dnes vníma kvalitu nielen cez samotný výrobok, ale aj cez prostredie, v ktorom k nákupu dochádza a cez správanie obslužného personálu.

Cieľom prieskumu bolo analyzovať nákupné správanie spotrebiteľov v súvislosti s pekářskymi výrobkami so zameraním na frekvenciu nákupu, preferenciu baleného a nebaleného pečiva, vnímanie hygienických podmienok v obchodnej sieti a informovanosť o používaní hygienických pomôcok pri manipulácii s týmito produktmi.

Materiál a metodika

Výskum bol realizovaný formou dotazníkového prieskumu, ktorého zámerom bolo získať prehľad o nákupných zvyklostiach spotrebiteľov v oblasti pekářských výrobkov, ako aj o ich postojoch k hygienickým štandardom v maloobchodnej sieti. Dotazník obsahoval 17 otázok, pričom kombinoval uzavreté aj otvorené typy, ktoré umožnili respondentom stručne vyjadriť vlastné názory a skúsenosti. Takto koncipovaný dotazník predstavuje efektívny nástroj na rýchly zber a vyhodnotenie údajov.

Dotazník bol vytvorený pomocou platformy Google Forms a distribuovaný elektronicky cez sociálne siete. Zber údajov prebiehal náhodným výberom bez vekového či iného obmedzenia. Získané údaje boli spracované a analyzované pomocou programu MS Excel, vyhodnotenie prebiehalo prostredníctvom výpočtu percentuálneho zastúpenia jednotlivých odpovedí.

Výsledky a diskusia

Dotazník vyplnilo celkovo 116 respondentov, pričom prevažnú väčšinu tvorili ženy (81,9 %). Veková štruktúra respondentov bola rôznorodá, najväčšie zastúpenie mali osoby vo veku 20–29 rokov. Z hľadiska vzdelanostnej úrovne dominovali respondenti so stredoškolským vzdelaním (63,3 %).

Frekvencia nákupu potravín bola najčastejšie udávaná raz týždenne (43,1 %), nasledovaná nákupom každý druhý deň (33,6 %). Denne nakupuje potraviny 16,4 % respondentov. Priamo pri zameraní na nákup pekářských výrobkov sa zistilo, že len 31 % respondentov ich kupuje denne, čo môže súvisieť s trendom znižovania spotreby pečiva (Kubicová et al., 2020), ako aj s preferenciou mrazenia výrobkov pre úsporu času.

Naše výsledky ukázali, že cena ako rozhodujúce kritérium pri kúpe pekářských výrobkov zohráva úlohu iba u menšej časti respondentov (27,6 %), zatiaľ čo väčšina opýtaných (72,4 %) uprednostňuje kvalitu pred cenou. Tento trend je v súlade so zisteniami Alsubhi et al. (2023), podľa ktorých sú spotrebiteľia ochotní zaplatiť vyššiu cenu za kvalitné pekářské výrobky, ak tieto zodpovedajú ich očakávaniam. Na druhej strane, ako upozorňuje Berčík (2025), aj keď spotrebiteľia deklarujú kvalitu ako hlavné kritérium, v období ekonomickej nestability a vysokej inflácie môže mať cena v skutočnosti výraznejší vplyv na nákupné rozhodovanie.

Z hľadiska výberu produktov väčšina respondentov (82,8 %) deklarovala, že pri rozhodovaní o kúpe zohľadňuje vzhľad pečiva, teda jeho senzorické vlastnosti. Podľa Heenan et al. (2008) zohráva senzorická kvalita – najmä vzhľad, vôňa a textúra – zásadnú úlohu pri hodnotení čerstvosti a pri výbere pekářských produktov. Tento názor podporujú aj zistenia ďalších autorov (Nagyová a kol., 2012; Kubicová et al., 2020), podľa ktorých spotrebiteľia vnímajú kvalitu predovšetkým na základe subjektívnych faktorov, ako sú tvar, vzhľad a farba, pričom tieto atribúty významne ovplyvňujú ich nákupné rozhodovanie.

Preferencia nebaleného pečiva bola zaznamenaná u 69,8 % respondentov. Spotrebiteľia tak pravdepodobne uprednostňujú možnosť zhodnotiť senzorické vlastnosti výrobkov priamo pri výbere. Podľa Galanakisa (2020) zohráva pri tomto type výrobkov dôležitú

úlohu subjektívne vnímanie čerstvosti, ktoré môže byť v prípade baleného pečiva nižšie, hoci je objektívna kvalita porovnateľná.

V oblasti hygieny predaja boli zistené veľmi pozitívne výsledky. Až 92,2 % respondentov vedelo identifikovať hygienické pomôcky, ktoré majú byť dostupné pri predaji nebaleného pečiva a 95,7 % ich aj pri nákupe využíva. Tieto výsledky potvrdzujú zvýšené povedomie verejnosti o hygiene v dôsledku pandémie COVID-19, čo dokladujú aj výsledky štúdie Arkut and Ulucayli (2023).

Len polovica respondentov uviedla, že pri kúpe baleného pečiva číta jeho zloženie. Dôvodom môže byť rutinný výber osvedčených výrobkov alebo nedostatočná orientácia v označovaní potravín.

Vysoké percento opýtaných (81 %) si všíma, či pracovníci v predajni používajú ochranné pomôcky pri manipulácii s pečivom. Podobne 85,3 % spotrebiteľov venuje pozornosť prostrediu, v ktorom je pečivo vystavené, a až 99,1 % považuje čistotu regálov za dôležitú. Tieto výsledky podporujú význam hygienického prostredia ako faktora ovplyvňujúceho nákupné správanie (Galanakis, 2019).

Záverečná otázka dotazníka sa týkala preferencie pôvodu pečiva. Až 77,6 % respondentov preferovalo výrobky od regionálnych dodávateľov pred dopekanými produktmi z obchodnej siete. Tento trend možno interpretovať ako pozitívny prístup spotrebiteľov k podpore lokálnych producentov (Križan et al., 2023). Navyše, dopekané pečivo má tendenciu rýchlo strácať vlhkosť, čím sa znižuje jeho senzorická a technologická kvalita (Kukurová a kol., 2015; Fašiangová, 2016), čo môže byť jedným z dôvodov preferencie čerstvých regionálnych výrobkov.

Záver

Realizovaný prieskum poukázal na viacero dôležitých aspektov nákupného správania spotrebiteľov pri kúpe pekárskych výrobkov. Výsledky potvrdili, že respondenti uprednostňujú nebalené pečivo, pričom dôraz kladú predovšetkým na jeho vzhľad, čerstvosť a senzorickú kvalitu. Zároveň sa ukázalo, že väčšina spotrebiteľov má vysokú mieru informovanosti o potrebe používania hygienických pomôcok pri manipulácii s nebaleným pečivom a túto znalosť aj prakticky uplatňuje. Významné zistenia sa týkali aj postoja k regionálnym dodávateľom, ktorých produkty sú vnímané ako kvalitnejšie a čerstvejšie v porovnaní s dopekaným pečivom z obchodných reťazcov. Tieto preferencie sú v súlade s trendom podpory lokálnych producentov a dôvery voči tradičnej výrobe.

Napriek pozitívnym výsledkom však prieskum poukázal aj na určité rezervy – napríklad v oblasti čítania zloženia potravín, kde polovica respondentov nevenuje týmto údajom pozornosť. Zvyšovanie povedomia spotrebiteľov o význame označovania potravín by preto malo byť aj naďalej súčasťou edukačných aktivít.

Literatúra

- Alsubhi, M., Blake, M. R., Nguyen, T., Majmudar, I., Moodie, M., Ananthapavan, J. 2023. Consumer willingness to pay for healthier food products: A systematic review. *Obesity Reviews*, vol. 24, no. 1, e13525. <https://doi.org/10.1111/obr.13525>
- Arkut, A., Ulucayli, S. 2023. The effect of COVID-19 awareness on the hygiene behaviors of individuals in the region of Northern Cyprus: A cross-sectional scale-based study. *American Journal of Health Behavior*, vol. 47, no. 2, pp. 378–385. <https://doi.org/10.5993/AJHB.47.2.17>

Berčík, J. 2025. Rýchlo, pohodlne a drahšie, no napriek tomu spokojne [Blogový príspevok]. *Tovar & Predaj*. <https://www.tovarapredaj.sk/2025/05/09/jakub-bercik-rychlo-pohodlne-a-drahsie-no-napriek-tomu-spokojne/>

Fašiangová, A. 2016. Ako podporiť čerstvosť pečiva v regáloch? Retailmagazín. <http://www.retailmagazin.sk/produkt/potravinarskysortiment/1233-ako-podporit-cerstvost-peciva-v-regaloch>

Galanakis, C. M. 2019. *Food quality and shelf life*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817190-5.10000-x>

Golian, J. 2017. Hygiena potravín Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 127 s. ISBN 978-80-552-1664-5

Heenan, S. P., Dufour, J. P., Hamid, N., Harvey, W., Delahunty, C. M. 2008. The sensory quality of fresh bread: Descriptive attributes and consumer perceptions. *Food Research International*, vol. 41, no. 10, pp. 989–997. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.08.002>

Križan, F., Bilková, K., Novotná, M., Kunc, J., Hencelová, P. 2023. Consumer perception of food value: A comparative study of global supermarkets and local farmers' markets in Slovakia. *Moravian Geographical Reports*, vol. 31, no. 4, pp. 184–193. <https://doi.org/10.2478/mgr-2023-0017>

Kubicová, L., Predanocyová, K., Kádeková, Z., Košičiarová, I. 2020. Slovak consumers' perception of bakery products and their offer in retails. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 14, pp. 24–32. <https://doi.org/10.5219/1240>

Kukurová, K., Ciesarová, Z., Jelemenská, V., Sabo, B. 2015. Kritické faktory prípravy dopekaného pečiva. (Critical factors of prebaked buns processing.). *Trendy v potravinárstve*, 20, 2015, č. 1, s. 53–56. ISSN: 1336-085X. <http://www.vup.sk/download.php?mfID=135>

Nagyová, L., Horská, E., Paluchová, J., Kleinová, K., Kádeková, Z., Récky, R., Šimo, D., Vaňová, A. 2012. Trendy v spotrebiteľskom správaní na trhu potravinárskych produktov v SR [Trends in consumer behavior on the food market in the Slovak Republic]. Nitra, Slovakia: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Zákon č. 152/1995 Z. z. o potravinách v znení neskorších predpisov. 1995. Zbierka zákonov Slovenskej republiky.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená projektom KEGA 002SPU-4/2025.

Kontaktná adresa

Ing. Anna Kolesárová, PhD., SPU Nitra, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: anna.kolesarova@uniag.sk

Vybrané ukazatele jatečné hodnoty a kvality kuřecího masa ve vztahu k použití kokcidiostatika a pelyňku pravého v dietách

Selected Parameters of Carcass Yield and Chicken Meat Quality in Relation to Dietary Administration of Coccidiostat and Wormwood

Kost'uková, M., Zapletal, D., Dobšíková, R., Šimek, V., Rozsypalová, L.,
Kameník, J., Ježek, F.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem této studie bylo zhodnotit vliv kokcidiostatika a dietární suplementace pelyňku pravého (*Artemisia absinthium* L.) na ukazatele jatečné hodnoty a kvalitu prsní svaloviny brojlerových kohoutků (Ross 308) experimentálně infikovaných atenuovanými oocystami rodu *Eimeria*. Po 42 dnech výkrmu bylo provedeno hodnocení hmotnosti jatečně upraveného těla, hmotnosti prsní a stehenní svaloviny a obsahu abdominálního tuku, přičemž nebyl zjištěn významný vliv diet na tyto ukazatele ($p > 0,05$). Dietární začlenění 3 % pelyňku pravého vedlo k významnému zvýšení obsahu Ca v prsní svalovině oproti skupině s kokcidiostatikem ($p < 0,05$). U skupiny s 6 % přídatkem pelyňku pravého bylo dosaženo vyššího senzorického hodnocení barvy masa oproti skupině s kokcidiostatikem ($p < 0,001$), aniž by došlo k negativnímu ovlivnění vůně, chuti, křehkosti, šťavnatosti či celkového dojmu ($p > 0,05$). Z výsledků práce vyplývá, že dietární suplementace pelyňku pravého v úrovni 3 a 6 % neměla negativní vliv na kvalitu masa brojlerů infikovaných kokcidiózou a může pozitivně ovlivnit vybrané nutriční i senzorické parametry.

Klíčová slova: pelyněk pravý, jatečná hodnota, Ross 308

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of coccidiostat and dietary supplementation with common wormwood (*Artemisia absinthium* L.) on carcass traits and quality of breast meat in male broiler chickens (Ross 308) experimentally infected with *Eimeria* oocysts. After 42 days of fattening, no significant effect of the diets was observed on carcass weight, breast and thigh muscle weight, and abdominal fat content ($p > 0.05$). Dietary inclusion of 3 % wormwood resulted in a significant increase in Ca content in the breast muscle compared to the group receiving coccidiostat in the diet ($p < 0.05$). In the group with 6 % of wormwood supplementation, a higher sensory score for meat colour was achieved compared to the coccidiostat group ($p < 0.001$); without any negative effect on odour, flavour, tenderness, juiciness, or overall impression ($p > 0.05$). The results of this study indicate that dietary supplementation with wormwood at levels of 3 and 6% had no adverse effect on meat quality in broilers challenged with coccidiosis and may positively influence selected nutritional and sensory parameters.

Keywords: wormwood, carcass yield, Ross 308

Úvod

Pelyněk pravý (*Artemisia absinthium* L.) je léčivá rostlina s vysokým obsahem bioaktivních fytochemických látek, které vykazují řadu farmakologických účinků (Amin et al., 2022). Dřívější studie prokázaly, že rostliny rodu *Artemisia* mají pozitivní vliv na organismus kuřat. Například u brojlerových slepiček se po přidání pelyňkové moučky do krmiva projevilo zlepšení tvorby bílkovin v jejich masu (Zapletal et al., 2024). Stále však

zůstávají poznatky o vlivu různých koncentrací pelyňku pravého, na kvalitu masa a senzorické vlastnosti, zejména za podmínek parazitární zátěže, omezené. Využití fytogenních přípravků, jako je pelyněk pravý, představuje slibnou alternativu ke konvenčním chemickým aditivům. Kromě podpory zdraví zvířat mohou tyto přírodní látky zlepšit kvalitu masa a jeho nutriční hodnotu, což je výhodné nejen z hlediska výživy, ale i z pohledu spotřebitelské preference (El-Shall et al., 2022). Z tohoto důvodu bylo cílem této studie zhodnotit vliv doplňku pelyňku pravého (*Artemisia absinthium* L.) v krmné dávce na jatečné ukazatele a senzorické vlastnosti a obsah minerálních látek v prsní svalovině brojlerových kohoutků experimentálně infikovaných oocystami rodu *Eimeria*.

Materiál a metodika

Celkem bylo do pokusu zařazeno 208 jednodenních brojlerových kohoutků hybridní linie Ross 308, kteří byli náhodně rozděleni do čtyř dietárních skupin (K, A, P3 a P6; každá skupina po 52ks). Brojleři byli ustájeni v podlahových boxech s hlubokou podestýlkou ve stáji Ústavu chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie VETUNI. Chov probíhal v řízených podmínkách prostředí, v souladu s doporučeními pro výkrm brojlerů linie Ross 308 (Aviagen, 2018).

Výživa probíhala podle třífázového systému: startérová krmná směs (BR1) byla podávána do 14. dne věku, růstová směs (BR2) od 15. do 28. dne a finišerová směs (BR3) od 29. do 42. dne. Kontrolní skupina (K) dostávala krmné směsi bez přídavku pelyňku i kokcidostatika. Skupina A byla krmena směsmi s kokcidostatikem (robenidin) přidaným do BR1 a BR2. Skupina P3 přijímala KS s 3 % moučky z celé sušené byliny pelyňku pravého (NW s.r.o, ČR) a skupina P6 s 6 % této moučky. Složení směsí BR1, BR2 a BR3 (Biokron s.r.o, ČR) bylo pro všechny skupiny navrženo tak, aby byly izonitrogenní a izoenergetické (tab. 1).

Pro vyvolání infekce kokcidiózou byla všechna kuřata 16. den věku infikována desetinasobnou dávkou vakcíny LIVACOX T obsahující atenuované oocysty rodu *Eimeria* sp.

Tabulka 1: Obsah živin v jednotlivých dietách

Živina (%)	Dieta											
	K			A			P3			P6		
	BR1	BR2	BR3	BR1	BR2	BR3	BR1	BR2	BR3	BR1	BR2	BR3
Hrubý protein	20,6	19,0	18,7	20,6	19,0	18,7	20,6	19,1	18,7	20,4	19,1	18,9
Vláknina	3,5	3,3	4,1	3,5	3,3	4,1	3,7	3,2	3,7	4,0	3,2	4,1
Tuk	3,1	8,0	6,3	3,1	8,0	6,3	3,5	8,0	6,4	3,3	8,1	6,2
Škrob	35,4	35,2	35,4	35,4	35,2	35,4	34,5	35,5	34,7	34,1	35,1	33,9
Popeloviny	5,9	5,5	5,2	5,9	5,5	5,2	5,9	5,4	5,1	5,8	5,3	5,0
Ca	0,81	0,89	0,76	0,81	0,89	0,76	0,89	0,83	0,70	0,92	0,91	0,71
Anorganický P	0,57	0,49	0,46	0,57	0,49	0,46	0,56	0,48	0,48	0,55	0,47	0,49
ME (MJ)	12,8	13,9	13,5	12,8	13,9	13,5	12,9	14,0	13,5	12,7	14,0	13,4

K: kontrolní skupina; A: skupina krmená dietou s kokcidostatikem v BR1 a BR2; P3: pokusná skupina krmená přídavkem 3 % moučky z pelyňku pravého; P6: pokusná skupina krmená přídavkem 6 % moučky z pelyňku pravého ME: metabolizovatelná energie,

Na konci experimentu (42. den výkrmu) bylo z každé skupiny náhodně vybráno osm brojlerů. Usmrcení a jatečná disekce probíhaly dle metodiky uvedené v práci Zapletal et al. (2024). Experimentální postupy byly schváleny Odbornou komisí pro zajišťování dobrých životních podmínek pokusných zvířat VETUNI. Z každého usmrčeného zvířete byla odebrána prsní svalovina, která byla vakuově balena a uložena při $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až do provedení analýzy minerálního složení. Obsah sušiny byl stanoven podle postupů Vitula et al. (2011), obsah etherového extraktu a popela dle Gál et al. (2022), stejně jako stanovení jednotlivých minerálních prvků.

Senzorické hodnocení masa provedlo deset vyškolených hodnotitelů ve čtyřech sezeních. Vzorby byly tepelně upraveny, nakrájeny na plátky a označeny tříciferným kódem. Hodnocení probíhalo pomocí nestrukturované 100mm stupnice. Posuzovány byly barva, vůně, chuť, křehkost, šťavnatost a celkový dojem z masa.

Statistické zhodnocení bylo provedeno pomocí jednofaktorové ANOVY, k následnému post-hoc testování byl použit Tukeyův HSD test.

Výsledky a diskuze

Hodnocené krmné směsi v této studii neovlivnily průměrnou hmotnost JUT, hmotnost stehenní a prsní svaloviny ani zastoupení abdominálního tuku ($P > 0,05$; tab. 2), což koresponduje s výsledky studií Zapletala et al. (2024) a Nissy et al. (2022), které rovněž nezjistily vliv *Artemisia absinthium* na jatečné ukazatele brojlerů. Nicméně, enzymaticky upravený pelyněk pravý v pokusu Nissy et al. (2022) zvýšil jatečnou výtěžnost brojlerů. Obdobně Wang et al. (2024) prokázali, že suplementace 3 % fermentovaného *Artemisia argyi* významně zlepšila jatečnou hodnotu vykrmovaných brojlerů, což ukazuje na potenciál technologicky upravených forem pelyňku v intenzivním výkrmu drůbeže.

Tabulka 2: Vliv testovaných diet na jatečnou hodnotu vykrmovaných brojlerů

Ukazatel					SEM	Signifikance
	K	A	P3	P6		
Hmotnost JOT (g)	2542	2571	2409	2427	48,2	NS
Maso stehenní (g)	553,0	522,5	526,0	521,0	10,93	NS
Prsní maso (g)	807,0	825,0	740,5	741,5	19,08	NS
Abdominální tuk (g)	35,75	38,13	32,50	33,88	1,683	NS

K: kontrolní skupina; A: skupina krmená dietou s kokcidiostatikem v BR1 a BR2; P3: pokusná skupina krmená přídatkem 3 % moučky z pelyňku pravého; P6: pokusná skupina krmená přídatkem 6 % moučky z pelyňku pravého; JOT: jatečně opracované tělo; SEM: střední chyba průměru; NS: není signifikantní

V naší práci se obsah sušiny a tuku v prsní svalovině mezi hodnocenými skupinami brojlerů významně nelišil ($p > 0,05$; tab. 3), přičemž u skupiny A byl zjištěn vyšší obsah popelovin ve srovnání se skupinami K a P6 ($p < 0,01$). Tento výsledek se rozchází s pozorováním Zhang et al. (2023), u brojlerů infikovaných kokcidiózou po podání diet s antikokcidiky nicarbazin a narasin. Podobně jako v této studii zaznamenali Jeon et al. (2022) pozitivní vliv dietárně podávaného methylsulfonylmethanu, potenciálního organického antikokcidika, na zvýšení střevní stravitelnosti popelovin u brojlerů infikovaných kokcidiózou, zatímco síran sodný tento efekt neprokázal. Autoři zároveň zjistili nejvyšší stravitelnost popelovin a hrubého proteinu u brojlerů bez infekce *Eimeria*, což potvrzuje negativní dopad kokcidiózy na vstřebávání živin (M'Sadeq, 2023).

Doposud nebyl v dostupné literatuře popsán vliv dietárního začlenění pelyňku pravého na obsah minerálních látek v mase kuřat. V rámci této studie byl u makroprvků prsní svaloviny zjištěn dietární efekt pouze u obsahu Ca ($p < 0,05$; tab. 3), zatímco hladiny P, K, Na a Mg se mezi jednotlivými skupinami statisticky nelišily ($p > 0,05$). Nejvyšší obsah Ca byl zaznamenán u brojlerů krmených dietou P3, což bylo významně vyšší oproti skupině A ($p < 0,05$). Ve skupině P6 byl rovněž zjištěn vyšší obsah Ca než u skupin K a A, avšak rozdíl nebyl statisticky průkazný ($p > 0,05$).

Tabulka 3: Vliv testovaných diet na vybrané chemické ukazatele masa brojlerů

Ukazatel	Diet				SEM	Signifikance
	K	A	P3	P6		
Chemické složení (g/kg) v prsní svalovině						
Sušina	234,76	240,24	240,76	237,25	1,763	NS
Tuk	20,80	22,94	21,57	19,83	0,896	NS
Popel	11,39 ^B	12,30 ^A	11,71 ^{A,B}	11,46 ^B	0,098	**
Minerální složení (mg/100g) v prsní svalovině						
P	207,13	204,38	205,25	207,38	3,048	NS
Ca	12,88 ^{a,b}	11,13 ^b	15,63 ^a	14,50 ^{a,b}	0,544	*
K	364,38	363,88	364,00	361,88	2,766	NS
Na	57,38	67,38	59,13	56,50	1,822	NS
Mg	25,13	25,25	24,75	24,63	0,262	NS

K: kontrolní skupina; A: skupina krmená dietou s kokcidostatikem v BR1 a BR2; P3: pokusná skupina krmená přídatkem 3 % moučky z pelyňku pravého; P6: pokusná skupina krmená přídatkem 6 % moučky z pelyňku pravého; SEM: střední chyba průměru; NS: není signifikantní; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$.

Senzorické hodnocení prsní svaloviny prokázalo rozdíly v barvě masa, kdy nejvyšší skóre získali brojleři skupiny K oproti skupině A ($p < 0,01$; tab. 4), přičemž vyšší hodnocení barvy bylo zaznamenáno také u skupiny P6 vůči skupině A ($p < 0,05$).

Tabulka 4: Vliv testovaných diet na senzorické ukazatele masa brojlerů

Ukazatel	Dieta				SEM	Signifikance
	K	A	P3	P6		
Barva	79,2 ^A	60,4 ^{B,b}	70,7 ^{A,B,a,b}	73,0 ^{A,B,a}	1,462	***
Vůně	76,6	67,2	72,5	71,8	1,325	NS
Chuť	70,0	66,5	68,0	70,2	1,453	NS
Křehkost	83,0	77,6	76,8	80,8	1,160	NS
Šťavnatost	78,8	79,1	76,9	82,9	1,248	NS
Celkový dojem	68,4	60,7	64,1	67,3	1,341	NS

K: kontrolní skupina; A: skupina krmená dietou s kokcidostatikem v BR1 a BR2; P3: pokusná skupina krmená přídatkem 3 % moučky z pelyňku pravého; P6: pokusná skupina krmená přídatkem 6 % moučky z pelyňku pravého; SEM: střední chyba průměru; NS: není signifikantní; ***: $P < 0,001$.

Tyto výsledky jsou v souladu s prací Orlowského et al. (2018), kde suplementace fytoگenními aditivy neovlivnila chuť masa. V této studii nebyly zjištěny rozdíly v chuti mezi skupinami, přestože pelyněk obsahuje výrazné hořké látky. Celkově nebyl zaznamenán negativní vliv suplementace pelyňku pravého na senzorické vlastnosti masa, což obdobně zjistili také Srinivasu et al. (2020) při podávání bylinných aditiv a syntetických kokcidostatik v krmivu.

Závěr

Ačkoli nebyl zjištěn průkazný rozdíl v jatečné výtěžnosti ani v hmotnosti hlavních částí jatečně upraveného těla brojlerových kohoutů, dietární začlenění 3 % moučky z pelyňku pravého vedlo k významnému zvýšení obsahu Ca v prsní svalovině oproti skupině s kokcidostatikem. Suplementace 6 % pelyňku pravého se pozitivně projevila na senzorickém hodnocení barvy masa, přičemž nebyl zaznamenán negativní vliv na vůni, chuť, křehkost, šťavnatost ani celkový dojem. Z výsledků této práce vyplývá, že pelyněk pravý lze v koncentracích 3 a 6 % využít v krmných dávkách brojlerů bez negativního dopadu na kvalitu masa, přičemž toto začlenění může přispět k zlepšení některých nutričních a senzorických charakteristik masa.

Literatura

- Amin, I., Shubeena, S., Rashid, S.M., Gull, G., Rasool, S., Razak, R., Hussain, I., Bilal, S., Rehman, M.U., Khan, H.M., Shabir, N., Pandit, F. 2022. Biochemical estimation of *Artemisia absinthium* L. powder and qualitative phytochemical screening of its hexanic and ethanolic extracts for assessment of purity. *Annals of Phytomedicine*, vol. 11, pp. 517–522. <https://doi.org/10.54085/ap.2022.11.1.59>
- Aviagen. 2018. Ross broiler management handbook. 1118-AVNR-032.
- El-Shall, N.A., Abd El-Hack, M.E., Albaqami, N.M., Khafaga, A.F., Taha, A.E., Swelum, A.A., El-Saadony, M.T., Salem, H.M., El-Tahan, A.M., AbuQamar, S.F. 2022. Phytochemical control of poultry coccidiosis: a review. *Poultry Science*, vol. 101, no. 1, p. 101542. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101542>
- Gál, R., Zapletal, D., Jakešová, P., Straková, E. 2022. Proximate chemical composition, amino acids profile and minerals content of meat depending on carcass part, sire genotype and sex of meat rabbits. *Animals*, vol. 12, no. 12, p. 1537. <https://doi.org/10.3390/ani12121537>
- Jeon, Y.S., Kim, Y.B., Lee, H.G., Park, J., Heo, Y.J., Chu, G.M., Lee, K.W. 2022. Effect of dietary organic and inorganic sulfur on the performance of coccidiosis vaccine challenged broiler chickens. *Animals*, vol. 12, no. 9, p. 1200. <https://doi.org/10.3390/ani12091200>
- M'Sadeq, S.A. 2023. Ameliorative effect of yeast cell wall on broiler chickens' performance and gut health under coccidiosis challenge. *Czech Journal of Animal Science*, vol. 68, no. 8, pp. 346–355. <https://doi.org/10.17221/24/2023-CJAS>
- Nissa, S.S., Banday, M.T., Khan, A.A., Sofi, A.H., Sheikh, G.G., Mir, M.S., Bhat, A.S., Qureshi, A. 2022. Effect of feeding diets supplemented with *Artemisia absinthium* leaf powder with or without enzyme treatment on the different carcass, physico-chemical, sensory attributes and oxidative stability of broiler chicken meat. *Pharma Innovation*, vol. 11, no. 1, pp. 554–557.
- Orlowski, S., Flees, J., Greene, E.S., Ashley, D., Lee, S.O., Yang, F.L., Owens, C.M., Kidd, M., Anthony, N., Dridi, S. 2018. Effects of phytoگenic additives on meat quality

traits in broiler chickens. *Journal of Animal Science*, vol. 96, no. 9, pp. 3757–3767. <https://doi.org/10.1093/jas/sky238>

Srinivasu, B., Preetam, V.C., Gurram, S., Reddy, A.R. 2020. Comparative evaluation of herbal coccidiostat with chemotherapeutic coccidiostats on performance of broilers to control coccidiosis. *Tropical Animal Health and Production*, vol. 52, no. 4, pp. 1985–1989. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02220-x>

Vitula, F., Suchý, P., Straková, E., Karásková, K., Zapletal, D., Kroupa, L. 2011. Energy value of meat in selected species of feathered game. *Acta Veterinaria Brno*, vol. 80, no. 2, pp. 197–202. <https://doi.org/10.2754/avb201180020197>

Wang, Q., Wang, L., Li, L., Sun, M., Li, P., Yu, Y., Zhang, Y., Xu, Z., Gao, P., Ma, J., others. 2024. Effects of dietary supplementation of fermented *Artemisia argyi* on growth performance, slaughter performance, and meat quality in broilers. *Poultry Science*, vol. 103, no. 4, p. 103545. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103545>

Zapletal, D., Dobšíková, R., Šimek, V., Kameník, J., Ježek, F. 2024. Growth performance, carcass composition, physicochemical traits and amino acid profile of meat depending on wormwood (*Artemisia absinthium* L.) dietary supplementation in broilers. *Archives Animal Breeding*, vol. 67, no. 1, pp. 1–12. <https://doi.org/10.5194/aab-67-1-2024>

Zhang, L., Wang, X., Huang, S., Huang, Y., Shi, H., Bai, X. 2023. Effects of dietary essential oil supplementation on growth performance, carcass yield, meat quality, and intestinal tight junctions of broilers with or without *Eimeria* challenge. *Poultry Science*, vol. 102, no. 9, p. 102874. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102874>

Poděkování

Tato práce byla podpořena z prostředků projektu ITA VETUNI Brno, s registračním číslem FVHE 2022ITA26.

Kontaktní adresa

Ing. Martina Košťuková, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: kostukovam@vfu.cz

Vplyv technologického spracovania na mikrobiologickú bezpečnosť ovocia a zeleniny

Technological Processing and its Impact on the Microbiological Safety of Fruits and Vegetables

Kováčová, M., Zahumenská, J., Dudriková, E.

Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

Súhrn

Mikrobiologická kontrola predstavuje kľúčový prvok systémov riadenia bezpečnosti potravín, keďže prispieva k minimalizácii rizika vzniku ochorení prenášaných potravinami. V tomto kontexte bola uskutočnená táto práca s cieľom zhodnotiť mikrobiologickú kvalitu vybraných hlbokozmrazených a sterilizovaných druhov ovocia a zeleniny, konkrétne čučoriedok, jahôd a zeleného hrášku. Celkovo bolo analyzovaných 18 vzoriek, a to jahody (JM1, JM2, JM3, JM4 – hlbokozmrazené), čučoriedky (CM1, CM2, CM3 – hlbokozmrazené; CS1, CS2, CS3 – sterilizované) a zelený hrášok (HM1, HM2, HM3, HM4 – hlbokozmrazený; HS1, HS2, HS3, HS4 – sterilizovaný). Mikrobiologické hodnotenie zahŕňalo stanovenie celkového počtu mikroorganizmov, detekciu mikroskopických vláknitých húb, koliformných baktérií a testovanie prítomnosti *Salmonella* spp.. Výsledky ukázali, že mikrobiologická kvalita všetkých skúmaných vzoriek bola vo všeobecnosti uspokojivá a v súlade s platnými legislatívnymi požiadavkami. Avšak jedna vzorka hlbokozmrazeného zeleného hrášku (HM4), hoci spĺňala legislatívne limity, vykázala relatívne vyššie mikrobiálne hodnoty, čím predstavovala najmenej priaznivý výsledok spomedzi analyzovaných vzoriek.

Kľúčové slová: mikrobiológia, bezpečnosť potravín, hlboké mrazenie, sterilizácia

Abstract

The focus of this work was to identify microbiological safety and sensory characteristics. Microbiological control represents a critical component of food safety management systems, serving to minimize the risk of foodborne diseases. In this context, the present study aimed to evaluate the microbiological quality of selected deep-frozen and sterilized fruits and vegetables, specifically blueberries, strawberries, and green peas. A total of 18 samples were subjected to analysis, comprising strawberries (JM1, JM2, JM3, JM4 – deep-frozen), blueberries (CM1, CM2, CM3 – deep-frozen; CS1, CS2, CS3 – sterilized), and green peas (HM1, HM2, HM3, HM4 – deep-frozen; HS1, HS2, HS3, HS4 – sterilized). The microbiological assessment included determination of the total number of microorganisms, detection of moulds, coliform bacteria, and examination for the presence of *Salmonella* spp. The results indicated that the microbiological quality of all tested samples was generally satisfactory and complied with current legislative requirements. However, one sample of deep-frozen green peas (HM4), although meeting the regulatory limits, exhibited comparatively higher microbial loads, representing the least favorable outcome among the analyzed samples.

Key words: microbiology, food safety, deep-freezing, sterilisation

Úvod

Ovocie a zelenina zohrávajú kľúčovú úlohu v procese vývoja a udržiavania ľudského organizmu, keďže vďaka svojej vysokej nutričnej hodnote predstavujú významný zdroj

látok podporujúcich zdravie a prispievajúcich k prevencii ochorení, ako sú očné choroby, nádorové ochorenia či kardiovaskulárne poruchy. Potravinová neistota, podvýživa a civilizačné ochorenia, ako obezita, hypertenzia, či diabetes mellitus, patria medzi najzávažnejšie globálne problémy súčasnosti, ktoré podstatne zvyšujú dopyt po zdravej výžive, predovšetkým po ovocí a zelenine (Mukhopadhyay and Ukuku 2018).

Žiaľ, so zvyšujúcou sa konzumáciou týchto produktov vzrastá počet ochorení prenášaných potravinami, ktoré sú často spôsobené patogénmi, ako sú *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp. a *Listeria monocytogenes*, spojených práve s ovocím a zeleninou. Schopnosť bakteriálnych patogénov priľnúť k povrchu ovocia a zeleniny predstavuje problém bezpečnosti potravín a s tým spojený veľký problém pre ovocný a zeleninový priemysel a spotrebiteľov (Lynch et al., 2009). Možné cesty a zdroje kontaminácie potravín sú početné a riziko ich vstupu do potravinového reťazca je vysoké. Zdroje a spôsoby kontaminácie sa líšia v závislosti od typu produktu a geografickej oblasti, keďže každá farma predstavuje špecifickú kombináciu environmentálnych rizikových faktorov, ako sú topografia, interakcie pri využívaní pôdy či ich vzájomné pôsobenie, ktoré ovplyvňujú frekvenciu výskytu a prenos patogénov a tým aj mieru rizika kontaminácie produktov (Mostafidi et al., 2020). Kontaminácia môže nastať pred zberom aj po ňom. Medzi zdroje predzberovej kontaminácie patrí pôda, fekálie, závlahová voda, fungicídy, insekticídy, prach, hmyz, kompost, divé aj domáce zvieratá. K pozberovej kontaminácii môže prispieť ľudská manipulácia, ako aj zberové zariadenia, prepravné nádoby, hmyz, oplachová voda, ľad, dopravné prostriedky či spracovateľské zariadenia. Ovocie a zelenina sú preto vystavené mikrobiálnej kontaminácii kontaktom s pôdou, prachom a vodou, alebo v dôsledku pozberových procesov, pričom môžu slúžiť ako rezervoár patogénnych mikroorganizmov.

Netermálne metódy spracovania a konzervácie potravín majú minimálny vplyv na nutričné a senzorické vlastnosti potravín a napriek tomu sú schopné predĺžiť trvanlivosť potravín inhibíciou alebo usmrctvaním mikroorganizmov spôsobujúcich kazenie (Mukhopadhyay and Ukuku, 2018). Tepelné spracovanie je účinným spôsobom konzervácie potravín, pretože väčšina škodlivých patogénov je zničená pri teplotách blízkyh bodu varu vody. Tepelné spracovanie patrí medzi najstaršie metódy konzervácie potravín a zahŕňa pasterizáciu, sterilizáciu a blanšírovanie. Použitie tepelného spracovania však často vedie k výraznému zníženiu kvality potravín (Mazzotta, 2001).

Avšak rastúci dopyt spotrebiteľov po prirodzenejších, čerstvo pôsobiacich potravinách a zvyšujúca sa ekonomická úroveň obyvateľstva podnietili rozvoj zmrazovania, ktoré majú nahradiť tradičné, dobre zavedené metódy tepelného spracovania. Cieľom využívania hlbokého zmrazovania ovocia a zeleniny je predĺžiť trvanlivosť a zachovať kvalitu, minimalizovať riziko, chrániť životné prostredie a zároveň zlepšiť funkčné, senzorické a nutričné vlastnosti potravín (Mukhopadhyay and Ukuku, 2018).

Cieľom práce bolo identifikovať a zhodnotiť vplyv technologického spracovania na mikrobiologickú kvalitu a bezpečnosť hlbokozmrazeného a sterilizovaného ovocia a zeleniny.

Materiál a metodika

Analyzované vzorky ovocia a zeleniny boli odobraté z maloobchodnej siete na území Slovenskej republiky, pričom ich pôvod bol rôznorodý a zahŕňal viaceré krajiny. Vzorky boli spracované anonymne, bez uvedenia výrobcu: jahody (JM1, JM2, JM3, JM4 – hlbokozmrazené); čučoriedky (CM1, CM2, CM3 – hlbokozmrazené; CS1, CS2, CS3 – sterilizované); zelený hrášok (HM1, HM2, HM3, HM4 – hlbokozmrazený; HS1, HS2,

HS3, HS4 – sterilizovaný). Do vykonania mikrobiologických analýz na Katedre hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín Univerzity veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach boli vzorky skladované pri teplote -18°C .

Vzorky určené na mikrobiologickú analýzu boli vybrané náhodným výberom z odobratých balení. Rozmrazovanie hlbokozmrazených vzoriek sa uskutočnilo pri izbovej teplote (24°C) počas 2 hodín. Obsah balení bol následne homogenizovaný a asepticky prenesený do sterilných vzorkovníč v množstve 50 g vzorky, ku ktorej bolo pridaných 450 ml sterilnej 0,1 % peptónovej vody. Homogenizácia sa realizovala pomocou prístroja Stomacher 400 (Seward Medical, London, UK).

Z pripravených vzoriek boli vyhotovené desiatkové riedenia podľa normy STN EN ISO 6887-5. Následne boli vykonané mikrobiologické analýzy: stanovenie celkového počtu mikroorganizmov (CPM) (STN EN ISO 4833), stanovenie prítomnosti kvasiniek a mikroskopických vláknitých húb (STN ISO 7954), koliformných baktérií (STN ISO 4832) a detekcia baktérií rodu *Salmonella* (STN EN ISO 6579-1). Zo zriedených vzoriek boli vybrané vhodné riedenia a naočkované na povrch špecifických, vopred predsušených kultivačných médií. Po ukončení inkubácie za podmienok určených pre jednotlivé mikroorganizmy boli kultivačné platne vyhodnotené s cieľom stanovenia prítomnosti množstva sledovaných mikroorganizmov.

Štatistická analýza bola vykonaná jednosmernou analýzou rozptylu ANOVA. ANOVA a Tukeyho test pre viacnásobné porovnanie priemerov s intervalom spoľahlivosti nastaveným na 95 % boli vykonané pomocou štatistického softvéru GraphPad Prism 8.3.0.538 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA).

Výsledky a diskusia

V tejto práci boli vyšetrené vzorky hlbokozmrazeného a sterilizovaného ovocia a zeleniny ($n=18$). Výsledky stanovenia CPM analyzovaných hlbokozmrazených vzoriek sa štatisticky líšili na úrovni dôležitosti $p < 0,0001$ medzi jahodami s priemernou hodnotou $1,97 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$ vs. zeleným hráškom $4,23 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$, a taktiež čučoriedkami $2,30 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$ vs. zeleným hráškom $4,23 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$. Vo vzorkách sterilizovaných čučoriedok a zeleného hrášku bol stanovený CPM pod limitom detekovateľnosti $< 10 \text{KTJ.g}^{-1}$.

Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 06267/2006-SL, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu SR o mikrobiologických kritériách uvádza, že v hlbokozmrazenom ovocí sa môžu nachádzať koliformné baktérie a mikroskopicky vláknité huby (tab. 1). Táto legislatíva však neudáva maximálne limity pre konzervované hermeticky zatvorené výrobky z ovocia a zeleniny. Tento výnos stanovuje mikrobiologické požiadavky na ovocné a zeleninové výrobky hermeticky neuzatvorené, kde stanovuje limity pre koliformné baktérie, kvasinky, mikroskopicky vláknité huby a sulfitredukujúce klostrídie.

Mikroskopické vláknité huby sú prítomné všade tam, kde sa nachádza vysoký obsah vlhkosti a živín, ktoré udržiavajú ich rast (Ostriz-Sola et al., 2020). V tejto práci bola zaznamenaná prítomnosť mikroskopických vláknitých húb len v štyroch vyšetovaných vzorkách a to konkrétne v hlbokozmrazených jahodách: JM2 ($0,35 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$); JM3 ($2,13 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$); JM4 ($0,31 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$) a vo vzorke hlbokozmrazeného zeleného hrášku HM4 ($0,3 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$).

Výsledky tejto práce potvrdili neprítomnosť koliformných baktérií v 17 vzorkách. Prítomnosť koliformných baktérií bola pozitívna len v jednej vzorke hlbokozmrazeného

zeleného hrášku (HM4). Ich množstvo bolo avšak pod limitom, na základe čoho môžeme konštatovať dodržanie vysokej hygieny v celom výrobnom procese.

Tabuľka 1: Mikrobiologické kritéria pre hlbokozmrazené ovocie a zeleninu

	n	c	m	M
Koliformné baktérie	5	2	$5 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$
Mikroskopické vláknité huby	5	2	10^3	$5 \cdot 10^3$

n – počet vzoriek určený na mikrobiologickú analýzu; **c** - je počet vzoriek z rozsahu výberu (n), v ktorých sa pripúšťa najviac medzná hodnota (M), pričom platí, že vo vzorkách v počte (n) mínus (c) môže byť najviac hodnota (m); **m** - je množstvo mikroorganizmov, ktoré sa pripúšťa v rozsahu výberu (n) v ustanovenom množstve vzorky; **M** - je medzná (výstražná) hodnota počtu mikroorganizmov v ustanovenom množstve vzorky, ktorý sa ešte pripúšťa, ale len v počte vzoriek, ktorý je menší ako (c) alebo sa rovná (c).

Zdroj: Výnos MP SR č. 06267/2006-SL

Ortiz-Solà et al. (2020) testovali vzorky čerstvých (n = 152) a mrazených (n = 31) jahôd. Analýza zahŕňala stanovenie celkového počtu mikroorganizmov, prítomnosti mikroskopických vláknitých húb, koliformných baktérií, ako aj stanovenie vybraných patogénov vrátane *Salmonella* spp. Mrazené vzorky ukázali nasledovné rozpätie mikrobiologických hodnôt: celkový počet mikroorganizmov $<1,70 - 3,66 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$; mikroskopické vláknité huby $<1,70 - 2,76 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$; koliformné baktérie $<0,70 - 1,74 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$. V testovaných vzorkách mrazených jahôd nebola preukázaná prítomnosť *Salmonella* spp. ako aj v našej práci.

Manani et al. (2006), vo svojej práci testovali vzorky hlbokozmrazeného hrášku (n = 50). V ich práci zaznamenali CPM v rozmedzí $4,5 \pm 0,8 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$, mikroskopické vláknité huby $2,4 \pm 1,4 \log_{10} \text{KTJ.g}^{-1}$ bez prítomnosti *Salmonella*. Mazhari et al. (2024), ktorý taktiež analyzoval mikrobiologickú kvalitu mrazeného zeleného hrášku (n = 4) zaznamenali v 50 % prítomnosť baktérií rodu Enterobacteriaceae a *E.coli*, 25 % prítomnosť *S. Typhi* a *Pseudomonas*. Z našich výsledkov jasne vyplýva, že baktérie *Salmonella* boli nedetekované vo všetkých analyzovaných vzorkách hlbokozmrazeného a sterilizovaného ovocia a zeleniny (n = 18), čím nepredstavujú riziko pre zdravie ľudí.

Záver

Pokroky v oblasti technológií a dôsledné uplatňovanie prísnych kontrolných mechanizmov predstavujú zásadný predpoklad pre zabezpečenie toho, aby spracované potraviny nielen spĺňali legislatívne požiadavky, ale zároveň reflektovali očakávania spotrebiteľov z hľadiska bezpečnosti a kvality. V súvislosti s udržiavaním mikrobiologickej nezávadnosti a predlžovaním trvanlivosti ovocia a zeleniny sa v potravinárskom priemysle čoraz intenzívnejšie uplatňujú technologické postupy zamerané na reguláciu mikrobiologických parametrov, ktoré zásadne ovplyvňujú kvalitatívne charakteristiky a bezpečnosť potravín. Napriek pozitívnemu vplyvu technologického spracovania na mikrobiálnu bezpečnosť pretrvávajú isté výzvy súvisiace so zabezpečením vysokej úrovne hygienickej kvality. Absencia koliformných baktérií, *Salmonella* spp. a nízke zastúpenie mikroskopických vláknitých húb v analyzovaných vzorkách naznačujú, že hygienické štandardy a technologické postupy aplikované pri

priemyselnom spracovaní dosahovali vysokú úroveň. S pokračujúcou transformáciou a modernizáciou potravinárskeho priemyslu bude komplexný a vedecky podložený prístup k spracovaniu potravín predstavovať kľúčový faktor pre ochranu verejného zdravia a zabezpečenie dodávky vysokokvalitných a bezpečných produktov spotrebiteľom na globálnej úrovni.

Literatúra

- Lynch, M.F., Tauxe, R.V., Hedberg, C.W. 2009. The growing burden of foodborne outbreaks due to contaminated fresh produce: risks and opportunities. *Epidemiology and Infection*. 2009, vol. 137, pp. 307-315.
- Manani, I.A., Collison, E.K., Puchane, S. 2006. Microflora of Minimally Processed Frozen Vegetables Sold in Gaborone, Botswana. *Journal of Food Protection*. ISSN 0362-028X, vol. 69, no. 11, pp. 2581-2586.
- Mazhari, B.B.Z. et al. 2024. Microbial Profile and Antibiotic Susceptibility Pattern of Frozen Food in India. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. ISSN 2581-690X, vol. 18, no. 1, pp. 257-268.
- Mazzotta, A.S. 2011. Thermal inactivation of stationary-phase and acid adapted *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in fruit juices. *Journal of Food Protection*. vol. 64, pp. 315-320.
- Mostafidi, M., Sanjabi, M.R., Shirkhan, F., Zahedi, M.T. 2020. A review of recent trends in the development of the microbial safety of fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*. ISSN 0924-2244, vol. 103, pp. 321-332.
- Mukhopadhyay, S., Ukuku, D.O. 2018. The role of emerging technologies to ensure the microbial safety of fresh produce, milk and eggs, *Current Opinion in Food Science*, ISSN 2214-7993, vol. 19, pp. 145-154.
- Ortiz-Solà, J. et al. 2020. Occurrence of selected viral and bacterial pathogens and microbiological quality of fresh and frozen strawberries sold in Spain. *International Journal of Food Microbiology*. ISSN: 0168-1605, vol. 314, pp. 108392.
- STN EN ISO 4833. Slovenská technická norma - Mikrobiológia potravinárskeho reťazca.. Horizontálna metóda na stanovenie počtu mikroorganizmov.
- STN EN ISO 6579-1. Mikrobiológia potravinárskeho reťazca Horizontálna metóda na dôkaz, stanovenie počtu a sérotypizáciu baktérií rodu *Salmonella* Časť 1: Dôkaz *Salmonella* sp.
- STN EN ISO 6887-5. Slovenská technická norma - Mikrobiológia potravinárskeho reťazca. Úprava analytických vzoriek, príprava základnej suspenzie a desaťnásobných riedení na mikrobiologické skúšanie.
- STN ISO 4832. Slovenská technická norma - Mikrobiológia potravín a krmív. Horizontálna metóda na stanovenie počtu koliformných baktérií. Metóda počítania kolónií.
- STN ISO 7954. Slovenská technická norma - Mikrobiológia. Všeobecné pokyny na stanovenie počtu kvasiniek a plesní.
- Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky zo 6. februára 2006 č. 06267/2006-SL, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu Slovenskej republiky upravujúca mikrobiologické požiadavky na potraviny a na obaly na ich balenie.

PodĎakovanie

Práca bola podporená projektom KEGA 007UVLF-4/2024.

Kontaktná adresa:

PhDr. Mariana Kováčová, PhD., Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, e-mail: mariana.kovacova@uvlf.sk

Stanovení základních a fyzikálně-chemických parametrů buvolího mléka

Determination of Basic and Physicochemical Parameters of Buffalo Milk

Králová, M.¹, Zábrodská, B.², Navrátilová, P.¹, Pospíšil, J.¹, Bartáková, K.¹, Bursová, Š.¹

¹Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno

²Agrovýzkum Rapotín s.r.o.

Souhrn

Cílem práce bylo stanovení základních a fyzikálně-chemických parametrů buvolího mléka. U bazénových vzorků ($n = 12$) buvolího mléka, které byly odebrány na dvou farmách v České republice, byly stanoveny obsahy bílkovin, tuku, laktózy, sušiny, tukuprosté sušiny, močoviny, dále pH, titrační kyselost a bod mrznutí. U parametrů pH a titrační kyselosti byl mezi farmami nalezen statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,01$) a pro parametr bod mrznutí významný rozdíl ($p < 0,05$). Pomocí korelační analýzy byly posouzeny vzájemné vztahy mezi jednotlivými sledovanými parametry. Buvolí mléko představuje bohatý zdroj makronutrientů jako jsou tuky, bílkoviny a laktóza. Jeho produkce v České republice slouží v současné době k obohacení tuzemského trhu.

Klíčová slova: buvol, mléko, složení, základní, fyzikálně-chemické parametry

Abstract

The aim of the work was to determine the basic and physicochemical parameters of buffalo milk. The content of protein, fat, lactose, total solid, solid non-fat, urea, pH, titratable acidity and freezing point were determined in individual bulk tank samples ($n = 12$) of buffalo milk taken from two farms in the Czech Republic. A statistically highly significant difference was found between the farms for the pH and titratable acidity parameters ($p < 0.01$) and a significant difference for the freezing point parameter ($p < 0.05$). Correlation analysis was used to assess the mutual relationships between the individual monitored parameters. Buffalo milk is a rich source of macronutrients such as fats, proteins and lactose. Its production currently serves to enrich the market in the Czech Republic.

Key words: buffalo, milk, composition, basic, physicochemical parameters

Úvod

Celosvětová produkce mléka se v roce 2023 zvýšila o 2,1 % na 964 milionů tun, což potvrzuje průměrný růstový model z posledních devíti let. Kravské mléko z toho bylo 782 mil. tun (81 %) a buvolí mléko 147 mil. tun (15,2 %). Meziroční růst buvolího mléka sice lehce zpomalil, je ale stále rychlejší (+2,8 %) než v případě mléka kravského (+2,0 %) (Kopáček, 2025). Abdel-Hamid et al. (2023) uvádějí, že buvol (*Bubalus bubalis*) patří mezi nejvýznamnější druhy z hlediska produkce mléka na světě. Buvoli jsou obecně rozšířeni v Asii, na Středním východě a v Evropě. Vyskytují se také v Itálii, na Balkáně, v Austrálii, Severní a Jižní Americe a stejně tak u různých afrických národů (Zhang et al., 2020). Buvolí mléko si získalo na popularitě díky své chuti a vysokému obsahu bílkovin, tuků, vitaminů a dalších živin ve srovnání s kravským mlékem (Abdel-Hamid et al., 2023; Zábrodská, 2022).

Cílem této práce bylo stanovení základních složek (bílkovina, tuk, laktóza, sušina, tukuprostá sušina, močovina) a fyzikálně-chemických parametrů (pH, titrační kyselost, bod mrznutí) buvolího mléka, produkovaného na farmách v České republice.

Materiál a metodika

Bazénové vzorky buvolího mléka ($n = 12$) pocházely ze dvou farem (A a B) v České republice, kde jsou chováni Středomořští buvoli (Mediterranean) (Obrázek 1). Na farmě A byly odebrány 4 bazénové vzorky, na farmě B 8 bazénových vzorků mléka. Pro zjištění obsahů bílkovin, tuku, laktózy, sušiny a tukuprosté sušiny byl použit infračervený analyzátor MilkoScanTM Mars (FOSS, Dánsko), bod mrznutí byl stanoven kryoskopicky na přístroji CryoStar I (Funke Gerber, Německo). Pro stanovení močoviny byl použit enzymový test (Megazyme, 2020). Hodnoty titrační kyselosti byly stanoveny rozhodčí metodou dle Soxhlet-Henkela (ČSN 570530, 1972), hodnoty pH byly naměřeny pomocí pH metru Hanna instruments, typ 211 (Hanna instruments, USA) (ČSN 570530, 1972). Statistické vyhodnocení naměřených výsledků bylo provedeno prostřednictvím programu STATISTICA 14.0.0.15 (TIBCO Software, Inc.) s využitím jednofaktorové ANOVY. Statistická průkaznost rozdílů byla stanovena za použití HSD testu.



Obrázek 1: Středomořští buvoli (Mediterranean) (foto: Králová)

Výsledky a diskuze

Práce prezentuje dílčí výsledky projektu se zaměřením na stanovení základních a fyzikálně-chemických parametrů buvolího mléka. Hodnoty sledovaných parametrů, včetně statistického porovnání u farem A a B, jsou uvedeny v tabulce 1. U parametrů pH a titrační kyselost byl mezi farmami nalezen statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,01$) a pro parametr bod mrznutí významný rozdíl ($p < 0,05$). Pro ostatní sledované parametry nebyly mezi farmami statisticky významné rozdíly zjištěny ($p > 0,05$). V tabulce 2 jsou zpracovány korelace mezi jednotlivými stanovovanými parametry.

Tabulka 1: Sledované parametry

	pH	TK	BM	tuk	bílkovina	laktóza	sušina	tps	močovina
	[-]	[SH]	[°C]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[mg.l ⁻¹]
Farma A									
x	6,67 ^A	7,88 ^A	-0,544 ^a	7,13	4,36	5,01	17,16	9,98	173
s	0,05	0,51	0,01	1,40	0,21	0,09	1,19	0,25	56
min	6,63	7,30	-0,553	5,38	4,17	4,90	15,70	9,62	104
max	6,73	8,40	-0,533	8,47	4,61	5,08	18,14	10,20	241
medián	6,66	7,90	-0,545	7,33	4,33	5,02	17,40	10,04	172
Farma B									
x	6,87 ^B	6,21 ^B	-0,534 ^b	7,22	4,22	5,00	17,15	9,95	249
s	0,02	0,15	0,003	0,44	0,04	0,07	0,39	0,11	62
min	6,85	6,00	-0,538	6,80	4,15	4,92	16,73	9,83	178
max	6,89	6,40	-0,532	8,01	4,27	5,11	17,85	10,13	374
medián	6,88	6,20	-0,533	7,09	4,22	4,99	17,03	9,92	241

TK – titrační kyselost, BM – bod mrznutí, tps – tukuprostá sušina, n – počet vzorků, x – průměr, min a max – minimální a maximální hodnota, s – směrodatná odchylka;
Statistická významnost mezi hodnocenými skupinami farem: A, B = p < 0,01; a, b = p < 0,05

Tabulka 2: Korelace jednotlivých stanovených parametrů

	pH	TK	BM	tuk	bílkovina	laktóza	sušina	tps	močovina
pH	X	-0,963	0,771	0,055	-0,537	-0,013	-0,008	-0,021	0,634
TK	X	X	-0,848	-0,188	0,692	0,091	-0,100	0,208	-0,647
BM	X	X	X	0,104	-0,863	-0,001	-0,009	-0,234	0,692
tuk	X	X	X	X	-0,026	-0,745	0,985	-0,420	-0,007
bílkovina	X	X	X	X	X	-0,004	0,119	0,535	-0,642
laktóza	X	X	X	X	X	X	-0,677	0,684	-0,316
Sušina	X	X	X	X	X	X	X	-0,278	-0,137
tps	X	X	X	X	X	X	X	X	-0,454
močovina	X	X	X	X	X	X	X	X	X

TK – titrační kyselost, BM – bod mrznutí, tps – tukuprostá sušina. Červené hodnoty jsou statisticky významné na hladině významnosti p < 0,05.

Stále více jsou známy výhody používání buvolího mléka z důvodu odlišných vlastností a složení od mléka jiných živočišných druhů kam patří i mléko kravské (Emakpor et al., 2024). Denní produkce buvolího mléka je ve srovnání s kravským mlékem sice nižší, ale výhodou buvolího mléka je vyšší nutriční hodnota (Siregar et al., 2021; Emakpor et al., 2024). Buvolí mléko se snadněji zpracovává, protože obsahuje méně vody (83 % oproti mléku kravskému 88 %) (Emakpor et al., 2024). Při srovnání buvolího mléka s kravským mlékem je hladina bílkovin a tuku v buvolím mléce obvykle vyšší. Obsah bílkovin u kravského mléka je 3 – 4 %, zatímco obsah bílkovin v buvolím mléce je 4 – 5 % (Yasmin et al., 2020). Buvolí mléko obsahuje téměř dvojnásobný obsah tuku 7 – 8 % (Yasmin et al., 2020; Emakpor et al., 2024). Pro kravské mléko byla zjištěna hodnota laktózy přibližně 4,7 %, pro mléko buvolí 4,86 % (Emakpor et al., 2024). Studie uskutečněná v Itálii v oblasti Kalábrie uvádí hodnoty bodu mrznutí (BM) v rozmezí hodnot -0,574 až -0,512 °C s průměrnou hodnotou -0,545 ± 0,010 °C (Ceniti

et al., 2019). Prajapati et al. (2017) zjistili BM mezi -0,584 až -0,532 °C, s průměrnou hodnotou -0,558 °C.

Průměrné naměřené hodnoty koncentrace močoviny v buvolím mléce byly 237 mg.l⁻¹ (Ahmad et al., 2013). Námi zjištěné hodnoty pro sušinu a tps odpovídají výsledkům, které zjistila Zábrodská (2022). Yasmin et al. (2020) naměřili hodnoty pH buvolího mléka 6,71 ± 0,11. Buvolí mléko má titrační kyselost průměrně 7,15 ± 1,23 SH (Visentin et al., 2017). Zjištěné výsledky v této studii byly srovnatelné s výsledky uváděnými v literárních zdrojích.

Závěr

Buvolí mléko je druhým nejprodukovanějším typem mléka na světě. Jeho produkce v České republice již nyní slouží k obohacení tuzemského trhu. Je bohatým zdrojem makronutrientů jako jsou tuky, bílkoviny a laktóza. Jedná se o cennou potravinu s vysokým obsahem tuku okolo 8 %, bílkovin cca 4 % a dalších látek. Díky své krémové konzistenci a vyššímu obsahu tuku je vhodnější např. pro výrobu sýrů a másla než kravské mléko.

Literatura

Abdel-Hamid, M., Huang, L., Huang, Z., Romeih, E., Yang, P., Zeng, Q., LI, L. 2023. Effect of buffalo breed on the detailed milk composition in Guangxi, China. *Foods*, vol. 12, p. 1603.

Ahmad, S., Anjum, F. M., Huma, N., Sameen, A., Zahoor, T. 2013. Composition and physico-chemical characteristics of buffalo milk with particular emphasis on lipids, proteins, minerals, enzymes and vitamins. *Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 23, no. 1, pp. 62-74.

Ceniti C., Britti D., Trimboli F., Morittu V.M., Lopreiato V., Costanzo N. 2019. Evaluation of freezing point in milk from buffalos reared in Calabria, Italy. *Italian Journal of Food Safety*, vol. 8, no. 2, p. 7895.

ČSN 57 0530. 1972. Metody zkoušení mléka a tekutých mléčných výrobků. Praha: Český normalizační institut, 108 p.

Emakpor, O. L., Edo, G. I., Jikah, A. N., Ikpekoru, V. O., Agbo, J. J., Ainyanbhor, I. E., Essaghah, A. E. A., Ekokotu, H. A., Oghrora, E. E. A., Akpogheli, P. O. 2024. Buffalo milk: an essential natural adjuvant. *Discover Food*, vol. 4, p. 38.

Kropáček, J. 2025. Světové mlékárenství v letech 2022-2023; výhled 2024-2025. *Mlékařské listy*, vol. 36, no. 1, pp. 7-15.

Megazyme. 2020. *Urea/ammonia assay procedure*. Bray Business Park Bray, Ireland: Megazyme. 15 p.

Prajapati D.B., Kapadiya D.B., Jain A.K., Mehta B.M., Darji V.B., Aparnathi K.D. 2017. Comparison of Surti goat milk with cow and buffalo milk for physicochemical characteristics, selected processing-related parameters and activity of selected enzymes, *Veterinary World*, vol. 10, no. 5, pp. 477-484.

Siregar, S. K., Purwati, E., Kurnia, Y. F., Melia, S. 2021. Chemical properties of buffalo milk from Sianok Village, Agam District, West Sumatera, Indonesia. *Earth and Environmental Science*, vol. 694, p. 012074.

Visentin, G., Manuelian, C. L., Boselli, C., Giangolini, G., Cassandro, M., De Marchi, M. 2017. Prediction of milk coagulation and acidity traits in Mediterranean buffalo milk using Fourier-transform mid-infrared spectroscopy. *Journal of Dairy Science*, vol. 100, p. 7083-7087.

Yasmin, I., Iqbal, R., Liaqat, A., Khan W. A., Nadeem, M., Iqbal, A., Chughtai, M. F. J., Rehman, S. J. U., Tehseen, S., Mehmood, T., Ahsan, S., Tanweer, S., Naz, S., Khaliq, A. 2020. Characterization and comparative evaluation of milk protein variants from Pakistani dairy breeds. *Food Science of Animal Resources*, vol. 40, no. 5, p. 689-698.

Zábrodská, B. 2022. Výsledky analýz mléka buvolů chovaných v České republice. *Výzkum v chovu skotu*, vol. 4, pp. 3-11.

Zhang, Y., Colli, L., Barker, J. S. F. 2020. Asian water buffalo: domestication, history and genetics. *Animal Genetics*, vol. 51, pp. 177-191.

Poděkování

Práce byla finančně podpořena projektem Interní tvůrčí agentury VETUNI č. 2025ITA21.

Kontaktní adresa

MVDr. Michaela Králová, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: kralovam@vfu.cz

Jak si vybrat rybu a rybí výrobek

How to Choose Fish and Fish Product

Krbůšková, M., Měřinská, Z., Kýrová, V., Leciánová, D.

Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého třída 3a, 612 42 Brno

Souhrn

Rybí maso má pozitivní vliv na naše zdraví a i když může vykazovat určitou hladinu kontaminantů, přínos lidskému organismu převažuje. Český trh nabízí široký sortiment čerstvých nebo mražených ryb a rybích výrobků, které jsou snadno dostupné v obchodních řetězcích, online nebo v rybárnách. Spotřebitel si správným výběrem může zajistit nutričně bohaté a zdravé prospěšné rybí maso. Důležité je při nákupu kontrolovat vzhled ryby, neporušenost obalu výrobku, ale také povinné údaje na obalu. Nesmí být opomenuto ani dodržování teplotního řetězce při transportu a doba skladování.

Klíčová slova: *ryby, nákup rybího masa, doporučení pro spotřebitele*

Abstract

Fish meat has a positive effect on our health. Although it may show a certain level of contaminants, the benefits to the human body outweigh. The Czech market offers a wide range of fresh or frozen fish and fish products, which are easily available in retail chains, online or in fishmongers. The consumer can ensure nutritionally rich and healthy fish meat by making the right choice. During purchase, it is important to check the appearance of the fish, the integrity of the product packaging, but also the mandatory information on the packaging. Compliance with the temperature chain during transport and storage must not be neglected.

Key words: *fish, buying fish meat, recommendations for consumers*

Úvod

Rybí maso je důležitou součástí zdravé výživy. Podle odborných doporučení by běžný spotřebitel měl konzumovat ryby, alespoň dvakrát týdně (SZÚ, 2006).

Ryby s vyšším obsahem tuku jsou zdrojem omega-3 mastných kyselin, jež mají prokázané zdravotní přínosy pro kardiovaskulární zdraví, snižují cholesterol v krvi, snižují chronické záněty a mají pozitivní účinky na naši oběhovou soustavu. Jsou také zdrojem vitamínu D, který je zásadní pro vstřebávání vápníku (pro stavbu kostí a zubů) a podporuje správnou funkci imunitního systému a svalů. Mořské ryby, i méně tučné, obsahují více minerálních látek a jsou zdrojem jódu, který je nezbytný pro správnou činnost štítné žlázy.

Přesto, že se ryby považují za zdravou potravinu, jejich konzumace přináší určitá zdravotní rizika. Ryby lovené ve znečištěných lovných oblastech mohou obsahovat vyšší koncentrace kontaminantů např. těžké kovy - rtuť, která poškozuje nervovou tkáň, srdce, imunitu, reprodukční orgány nebo perzistentní organické polutanty - polychlorované bifenyly (PCB) a organochlorované pesticidy (OCP), jež zvyšují riziko rakoviny a mají negativní vliv na imunitní a reprodukční systém. Při manipulaci s rybami (skladování, transport) je důležité dbát na dodržování teplotního řetězce, protože rybí maso se při běžných teplotách poměrně rychle kazí. Klíčovým ukazatelem kažení ryb jsou biogenní aminy, které zároveň představují při nadměrném příjmu zdravotní riziko. Způsobují poruchy centrálního nervového systému, bolest hlavy, bušení srdce, zvracení a průjem.

Zejména histamin je z hlediska zdravotního rizika nejvýznamnější, jeho vysoké koncentrace mohou vést k tzv. scombroid syndromu (histaminová otrava).

Proto by měl spotřebitel při výběru ryb a rybích výrobků věnovat pozornost jejich vzhledu, informacím uváděným na obale a při manipulaci s rybami (skladování, transport) dbát na dodržování teplotního řetězce.

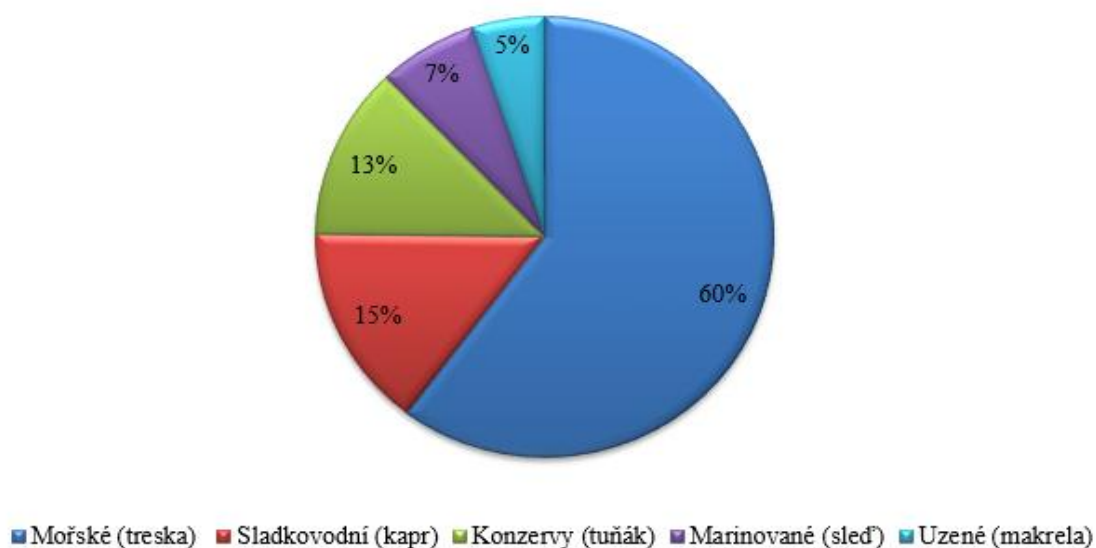
Materiál a metodika

Státní zdravotní ústav se rybám a rybím výrobkům věnuje dlouhodobě v rámci projektu Monitoringu dietární expozice (MDE) realizovaného od roku 1993, který je nedílnou součástí Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí (SZÚ, 2023). V MDE bylo v roce 2020 - 2024 analyzováno 560 vzorků ryb a rybích výrobků. Projekt je dále rozšiřován prostřednictvím doplňkových studií (DS), které reagují na vývoj trhu a měnící se spotřebitelské návyky. V DS bylo v témže období analyzováno 100 vzorků ryb a rybích výrobků (nejčastěji byly vzorkovány ryby např. kapr, pstruh, losos, tuňák, makrela a z rybích výrobků zejména konzervy s olejem, marinovaný sled' a uzená makrela).

Vzorky jsou nakupovány v souladu s preferencemi českých spotřebitelů, a to v obchodních řetězcích, specializovaných rybárnách, na sádkách po celé ČR nebo online. Každé z těchto míst přináší specifické výhody od široké dostupnosti a pohodlí v supermarketu až po čerstvost a kvalitu ryb z rybářen.

Výběr vzorků v MDE probíhá dle výzkumu Individuální spotřeba potravin (Ruprich a kol., 2006), podle kterého dominuje konzumace mořských a sladkovodních ryb, zatímco rybí výrobky představují menší, avšak stále významnou část. Mezi nejčastěji zastoupené výrobky patří ryby konzervované, marinované a uzené, které si u spotřebitelů zachovávají popularitu díky delší trvanlivosti a snadné přípravě.

Tato struktura spotřeby je patrná i z Obrázku 1, který znázorňuje procentuální zastoupení jednotlivých kategorií vzorkovaných ryb a rybích výrobků. Dominantní skupinu tvoří mořské ryby (60 %) a sladkovodní ryby (15 %). Následují konzervy (13 %), marinovaný sled' (7 %) a uzená makrela (5 %). Toto rozložení odráží jak spotřebitelské preference, tak i dostupnost jednotlivých druhů na trhu.



Obrázek 1: graf vzorkovaných ryb a rybích výrobků (včetně nejčastějšího druhu v dané kategorii) v MDE, sestavený na základě dat o spotřebě potravin

Pro vzorkování v MDE a DS se využívá metodologické uspořádání tzv. Total Diet Study, která zahrnuje celý model chování spotřebitele od suroviny až po pokrm, čímž jsou podchyceny případné změny analyzovaných látek způsobené kulinární úpravou (Ruprich, 2022). Pro laboratorní analýzy se používají metody, které jsou akreditovány ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018.

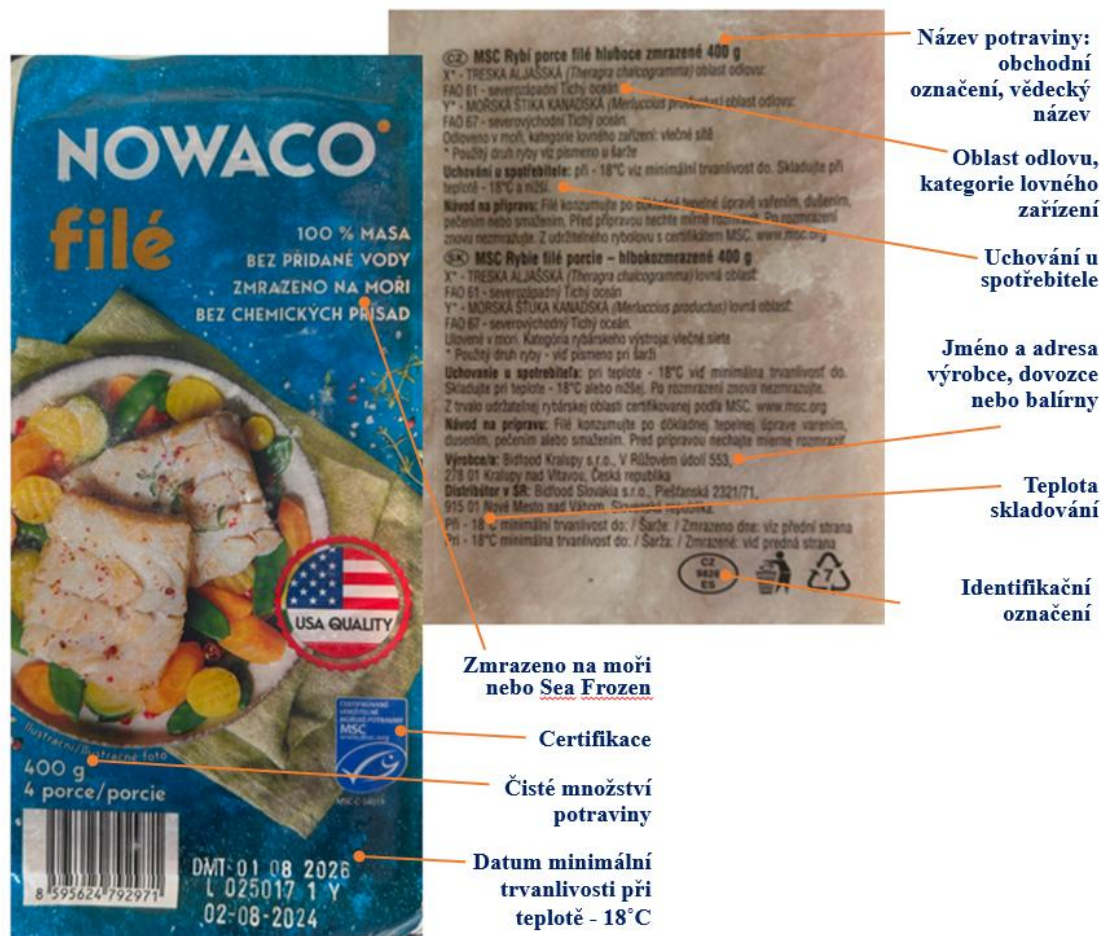
Výsledky a diskuse

Informovanost spotřebitelů je při nákupu ryb a rybích výrobků zásadní. Spotřebitel, který se při výběru orientuje nejen podle ceny, ale zároveň zohledňuje vzhled produktu, druh a původ ryby, způsob zpracování a dodržování teplotního řetězce, významně ovlivňuje nejen nutriční přínosy, ale i možná zdravotní rizika spojená s konzumací rybího masa. Tabulka 1 uvádí hlavní kritéria, která by měl spotřebitel při nákupu ryb a rybích výrobků brát v úvahu.

Tabulka 1: Hlavní kritéria nákupu ryb/ rybích výrobků

Kritérium	Popis	Benefity/ rizika
Vizuální kontrola	Kontrola vzhledu, neporušenost obalu a údajů na etiketě	Indikátor čerstvosti, způsobu skladování a bezpečnosti produktu
Druh ryby	Střídání druhů (sladkovodní/ mořské, tučné/ tukuprosté)	Načerpání maxima prospěšných látek, nižší kumulace kontaminantů
Původ ryby	Kvalita vody a dieta ryb (lov/ chov, certifikace)	Nižší obsah kontaminantů, udržitelný a etický způsob lovu nebo chovu
Zpracování mražených ryb	Sea Frozen/ Double Frozen, glazování/ vakuové balení	Lepší textura, chuť a výživová hodnota rybího masa
Transport a skladování	Dodržování teplotního řetězce	Minimalizace kažení, omezení vzniku biogenních aminů

Některá kritéria může spotřebitel zhodnotit přímo při nákupu, zejména vzhled produktu a podmínky skladování (např. teplota chladiřen). Ostatní informace, jako je druh ryby, její původ, způsob produkce (volný lov vs. akvakultura), oblast odlovu/chovu (např. FAO zóna), způsob zpracování, jméno a adresa výrobce (dovozce, balírny) atd. musí být podle platné legislativy uvedeny přímo na obalu. Tyto údaje jsou stanoveny Nařízením EP a R (EU) č. 1379/2013 o společné organizaci trhů s produkty rybolovu a akvakultury (obr. 2) a Vyhláškou 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. Spotřebitel by se proto měl při nákupu vždy seznámit s etiketou výrobku a zkontrolovat, zda je označení úplné a srozumitelné.



Obrázek 2: správně označený výrobek produktu rybolovu

Vizuální kontrola ryb a rybích výrobků

Při nákupu živých ryb se kontroluje pohledem kvalita ryb v nádobách, zda nejsou poškozené, potlučené nebo jinak poraněné, zda nejsou přidušené, tedy neplavou na boku nebo břichem vzhůru.

Ryby nabízené na ledu jsou ryby čerstvé nebo chlazené (rozmrazené). Čerstvá ryba na ledu se pozná zrakem, neboť se leskne, má čiré, vypouklé, lesklé oči a žábry jsou červené. Povrch ryby je pokryt slizem, páchne-li se do ní prstem, důlek se po chvíli vyrovná. Čerstvá ryba by měla vonět po vodě, nikoliv zatuchle. Na ledu lze koupit i ryby rozmrazené. Pokud rozmrazování probíhá za kontrolovaných podmínek je vše legislativně v pořádku, avšak ryby musí mít označení, že se jedná o ryby rozmrazené.

Při nákupu mražených ryb (rybí filé) se kontroluje neporušenost obalu, námraza a datum minimální trvanlivosti. Mražené ryby nesmí na první pohled obsahovat sníh ani nesmí být vymrzlé. U rybích výrobků se sleduje hlavně datum (spotřebujte do/ minimální trvanlivost) a neporušenost obalu (Kavka, 2017).

Druh ryby

K povinným údajům u ryb a rybích výrobků patří mimo jiné název konkrétního druhu ryby, vědecký název a musí být uvedeno, je-li ryba mořská nebo sladkovodní. Tyto informace umožňují spotřebiteli střídat druhy ryb a načerpat maximum prospěšných látek

pro organismus. V Tabulce 2 jsou uvedeny druhy ryb a jejich stanovená průměrná tučnost, které se v MDE a DS vzorkovaly nejčastěji v roce 2020 - 2024.

Tabulka 2: Nejčastější druhy ryb vzorkované v MDE a v DS v roce 2020 až 2024

Rybí produkt	S/M	Druh ryby	Latinský název	Tu k (%)	Příprava vzorku
Ryby	S	Kapr obecný	<i>Cyprinus carpio</i>	16	
Ryby	S	Pstruh duhový	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	8	(+) pečení (-) sůl
Ryby	S	Losos obecný	<i>Salmo salar</i>	17	(-) nejedlé
Ryby	M	Tuňák	<i>Thunnus</i>	1	části
		žlutoploutvý	<i>albacares</i>		
Ryby	M	Treska	<i>Theragra</i>	1	
mražené		aljašská	<i>chalcogramma</i>		
Konzervy	M	Tuňák pruhovaný	<i>Katsuwonus</i>	29*	(+) olej
rybí s olejem			<i>pelamis</i>		
Ryby a uzené	M	Makrela	<i>Scomber</i>	11	(-) nejedlé
ryby		obecná	<i>scombrus</i>		části
Marinované	M	Sleď	<i>Clupea</i>	8*	(+) cibule,
ryby		obecný	<i>harengus</i>		nálev

Legenda: * obsah tuku je ovlivněn složením výrobku (zelenina, sladkokyselý nálev či olej), S - sladkovodní ryby, M – mořské ryby

Z nutričního hlediska je vhodné střídat konzumaci různých druhů ryb, jak dokládají i data získaná Státním zdravotním ústavem. Tabulka 2 ukazuje rozdíly mezi jednotlivými druhy ryb a rybích produktů z hlediska jejich průměrné tučnosti a způsobu přípravy. Vyšší obsah tuku, který je charakteristický např. pro lososa či makrelu je spojen s vyšší koncentrací omega-3 mastných kyselin, jež mají prokazatelně příznivý vliv na kardiovaskulární systém (Měřinská a kol., 2025; Měřinská a kol., 2024a). Naopak druhy s nízkým obsahem tuku, tresky (filé), poskytují cenné minerální látky, především jód (SZÚ, 2023).

Sleď ve formě marinovaného výrobku (8 % tuku) je navíc přirozeně bohatý na vitamín D, což jej činí výživově velmi hodnotným (Bischofová a Ruprich, 2017).

U rybích výrobků je třeba zohlednit i jejich samotné složení. Například konzervace v rostlinném oleji, jak je tomu u tuňáka pruhovaného, může zásadně ovlivnit složení mastných kyselin. Zatímco samotné rybí maso obsahuje převážně omega-3 mastné kyseliny, přidaný olej může zvyšovat podíl omega-6 mastných kyselin, jejichž nadbytek může podle některých studií přispívat k rozvoji chronických zánětů v organismu (Bowen a kol., 2016). Z tohoto důvodu je při výběru konzervovaných ryb vhodné upřednostňovat výrobky ve vlastní šťávě, případně ve sladkokyselém nálevu se zeleninou. Pokud spotřebitel preferuje ryby v oleji, doporučuje se volit produkty s řepkovým nebo olivovým olejem, které mají příznivější složení mastných kyselin (Jandlová a kol., 2021).

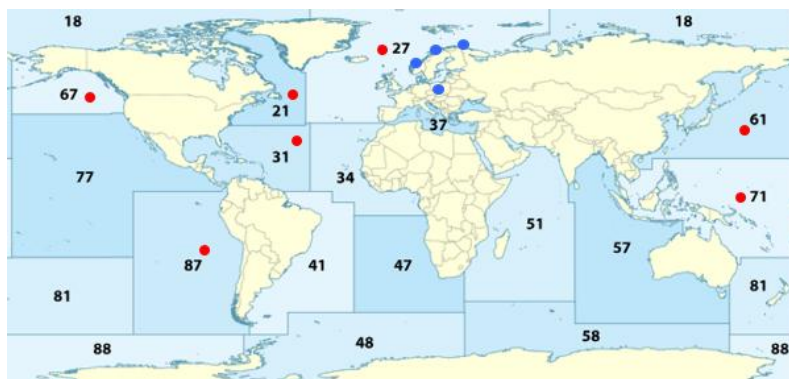
Původ ryby

Informace o původu ryby jsou povinnou součástí označování a umožňují spotřebiteli dohledat, odkud ryba pochází, a to jak v případě potřeby zpětné kontroly, tak i z hlediska osobní preference kvality. Na obalu ryb nebo rybích výrobků musí být vždy uvedeno, zda

ryba pochází z volné přírody (volný lov), nebo z umělého chovu (akvakultury). U mořských ryb z volného odlovu musí být navíc uváděna oblast odlovu podle klasifikace FAO (Food and Agriculture Organization), která je označena číselným kódem (např. FAO 27 - Severovýchodní Atlantik). U ryb z chovu se uvádí země, ve které byl chov realizován - to platí jak pro mořské, tak pro sladkovodní druhy. Pokud byla sladkovodní ryba ulovena ve volné přírodě, uvádí se rovněž země původu (Kavka, 2017). V Tabulce 3 je souhrn nejčastějších oblastí farmového chovu a volného lovu nejčastěji vzorkovaných druhů ryb v MDE a DS v roce 2020 - 2024.

Tabulka 3: Nejčastější oblasti chovu/lovu vzorkovaných druhů ryb v MDE a DS

Druh ryby	MDE/ DS	Lov/ chov	Oblast odlovu/ země původu
Losos obecný	DS	Chov	Norsko
Pstruh duhový	DS	Chov	Česko nebo Polsko
Kapr obecný	MDE, DS	Chov	Česko
Treska aljašská	MDE	Lov	Tichý oceán (FAO 61, 67)
Makrela obecná	MDE, DS	Lov	Severovýchodní Atlantik (FAO 27)
Sled' obecný	MDE, DS	Lov	Severovýchodní Atlantik (FAO 27)
Tuňák žlutoploutvý	DS	Lov	Tichý oceán (FAO 71)
Tuňák pruhovaný	MDE, DS	Lov	Tichý oceán (FAO 71, 87) Severozápadní Atlantik (FAO 21, 31)



Obrázek 3: mapa nejčastějších chovných (modré)/ lovných (červené) oblastí ryb vzorkovaných v MDE a DS

V rámci projektu MDE se pravidelně analyzuje 90 % potravin spotřebního koše v České republice mimo jiné i z hlediska obsahu rtuti (Hg) a organických polutantů.

Na základě získaných dat lze konstatovat, že ryby a rybí produkty patří k významným dietárním zdrojům rtuti, zejména v organické formě methylrtuti (MeHg), která tvoří přibližně 80 % celkového obsahu rtuti v rybím mase. Při hodnocení expozice methylrtuti u populace České republiky je využíván konzervativní způsob, kdy je hodnocen celkový obsah rtuti v rybím mase, což je odůvodněno relativně nízkou konzumací ryb v populaci. Analýzy nejčastěji vzorkovaných druhů ryb a rybích produktů prováděné Státním zdravotním ústavem ukazují, že nejvyšší koncentrace rtuti se vyskytují u mořských

dravých ryb žijících ve volném oceánu, především u tuňáka a makrely. U jednoho vzorku makrely obecné, pocházející ze Středozemního moře (FAO 37), byla zjištěna koncentrace celkové rtuti přibližně dvojnásobná ve srovnání s ostatními analyzovanými vzorky tohoto druhu (FAO 27), což může souviset s lokálními environmentálními podmínkami, konkrétně vyšším stupněm znečištění v oblasti odlovu. To potvrzuje význam geografického původu pro kontaminaci rybího masa. Naopak nižší koncentrace rtuti byly detekovány u mořských ryb z farmových chovů. Nejnižší hladiny byly zaznamenány u sladkovodních ryb z kontrolovaných chovů, což potvrzuje význam způsobu chovu pro výsledný obsah kontaminantů. U konzervovaných výrobků (např. tuňák pruhovaný v oleji) byla zjištěna nižší hladina rtuti než u tuňáka žlutoploutvého. Je třeba poznamenat, že u konzervovaných produktů se hodnotí obsah i s olejem, což může výslednou hodnotu částečně ovlivnit.

Z výsledků Státního zdravotního ústavu je zřejmé, že původ ryby ovlivňuje kontaminaci ryb rtutí, která ovšem není kritická a z pohledu hodnocení zdravotních rizik je pro běžného spotřebitele bezpečná (Řeháková a kol., 2024; SZÚ, 2023).

Ryby a rybí výrobky jsou rovněž analyzovány na obsah PCB (bez dioxinového efektu) a OCP (26 individuí). Na základě analyzovaných vzorků nebyl pozorován významný rozdíl mezi rybami z volného odlovu a rybami z chovu. Celkový obsah PCB a OCP byl obdobný u mořských i sladkovodních druhů (kontrolovaný chov). Vliv na obsah organických kontaminantů v rybím mase má obsah tuku v konkrétním druhu ryby. Ryby s nižším obsahem tuku vykazují nižší koncentrace těchto látek než druhy tučnější, které jsou zároveň doporučovány pro vysoký obsah omega-3 mastných kyselin. Nejzásadnějším způsobem se na obsahu PCB a OCP však projevuje vliv geografického původu ryby. U jednoho vzorku makrely obecné pocházející ze Středozemního moře (FAO 37) byla naměřena více než desetinásobná koncentrace součtu sledovaných PCB a OCP oproti ostatním vzorkům. Tento výsledek poukazuje na možný vliv lokálních environmentálních podmínek a vyšší míru znečištění v dané oblasti. Z naměřených výsledků vyplývá, že obsah PCB a OCP v rybách až na výjimky (makrela obecná, FAO 37) není vysoký a konzumace ryb, je pro běžného spotřebitele bezpečná. (Měřínská a kol., 2024b; SZÚ, 2023).

Ryby s certifikací

Vzhledem k udržitelnosti a ochraně vodních ekosystémů, je vhodné upřednostňovat ryby označené certifikací. Certifikace zajišťují, že ryby jsou chovány a loveny v souladu s ekologickými a etickými zásadami.

Ryby a rybí výrobky s mezinárodní certifikací lze na základě našich zkušeností běžně nakoupit v obchodních řetězcích či online (seznam schválených MSC nebo ASC výrobců a distributorů je uveden na stránkách www.msc.org). Ryby s národní odbornou značkou lze nakoupit v obchodních řetězcích, online i v rybárnách (držitelé certifikátu UCHR jsou producenti Rybářství Třeboň a.s. a Rybářství Chlumce nad Cidlinou a.s.). Na obrázku 4 jsou uvedeny některé značky kvality a zaručeného původu ryby.



Obrázek 4: označení certifikace mořských ryb ASC (farmový chov), MSC (volný lov) a certifikace sladkovodních ryb UCHR (udržitelný chov)

Zpracování mražených ryb

Na obalech mražených ryb lze vyčíst různé způsoby jejich zpracování, což ovlivňuje kvalitu, texturu a chuť.

U mražených ryb může být na obale uvedeno označení glazované. Glazování má zabránit vysychání, oxidaci a ztrátě chuti zmražených ryb. V ideálním stavu by glazura (tenký ledový obal) měla být naprosto průhledná, pouhým okem nepoznatelná. Pokud je na výrobku přítomna glazura, musí být na obale uvedena čistá hmotnost (bez glazury) a k té by měla být vztahována i cena výrobku a jednotková cena, ale i celková hmotnost s glazurou. Právě rozdíl těchto hmotností indikuje množství glazury. O ochranné funkci glazury lze hovořit v případě glazury do 10 %. Podle našich zkušeností jsou na českém trhu dostupné glazované mražené ryby od značek např. Nowaco (Bidvest) nebo od privátních značek např. Ocean Sea (Lidl).

Druhou možností, jak ochránit ryby před vysycháním, je vakuové balení. Tyto výrobky, které na první pohled neobsahují sníh a nejsou vymrzlé, je lépe preferovat, protože neobsahují přidanou vodu. Mezi nejčastěji vzorkované vakuově balené mražené ryby v rámci MDE patří mražené filé od značek např. Nowaco (Bidvest), Kimbex (Kimbex) nebo Mylord (Euro Frigo Praha).

Na obale produktu může být uvedeno označení Sea Frozen nebo zmrazeno na moři. Tento pojem, označuje proces, kdy jsou ryby zmrazeny přímo po ulovení na moři nebo v blízkosti na teplotu kolem -18°C nebo nižší. Rychlé zmrazení na moři zajišťuje, že ryba neztrácí své chuťové, texturní vlastnosti a je zachována nutriční hodnota. Tyto jednou zmrazené ryby jsou považovány, vedle ryb čerstvých za ty nejkvalitnější. Podle našich zkušeností, jsou běžně dostupné v naší tržní síti mořské ryby s tímto označením od značek Nowaco (Bidvest) nebo Mylord (Euro Frigo Praha). Double Frozen označuje proces, kdy jsou ryby zmrazeny dvakrát. Nejprve jsou zmrazeny krátce po ulovení, ale později, obvykle během skladování nebo distribuce, procházejí dalším procesem zmrazení. Double Frozen je způsob, jak prodloužit trvanlivost ryb pro masovou distribuci a prodej na dlouhé vzdálenosti. Tento proces ale může zhoršit kvalitu ryb, zejména jejich texturu, chuť a také snížit jejich nutriční hodnotu (Potůček, 2018). Doporučením pro spotřebitele je vybírat mražené ryby vakuově balené s označením Sea Frozen (zmrazeno na moři).

Transport a skladování

Rybí maso se při běžných teplotách poměrně rychle kazí, proto je při manipulaci s rybami důležité dbát na dodržování teplotního řetězce (nejvýznamnější faktor ovlivňující tvorbu biogenních aminů). Při vyšších teplotách dochází k rychlému množení mikroorganismů, které jsou schopné dekarboxylovat aminokyseliny a produkovat biogenní aminy (vůně ryby se mění postupem času od příjemné rybí na štiplavě těžký a nepříjemný zápach). Při teplotách nad 10°C se růst mikroorganismů výrazně urychluje,

zatímco při správném chlazení (ideálně pod 4 °C) se tvorba těchto látek významně zpomaluje.

Doba skladování je dalším důležitým parametrem. I při nízkých teplotách dochází v průběhu času k postupnému nárůstu obsahu biogenních aminů, zejména pokud dojde k porušení hygienických podmínek. Dlouhodobé skladování bez adekvátní kontroly vede k vyšším koncentracím těchto látek, a tím i ke zvýšenému riziku pro spotřebitele.

Doplňková studie realizovaná na Státním zdravotním ústavu se zaměřila na stanovení vybraných biogenních aminů v rybách, které jsou dostupné v tržní síti v ČR, s cílem zhodnocení zdravotních rizik pro spotřebitele. Z naměřených výsledků vyplývá, že obsah biogenních aminů v rybách není vysoký a konzumace ryb by měla být bezpečná. Koncentrace biogenních aminů je nejvíce ovlivněna individuálním zacházením s daným produktem. Důležité je dodržování chladicího řetězce, zejména v letních měsících a nákup od spolehlivých prodejců, stejně jako individuální zacházení s produkty (Šmoldas a kol., 2024).

Závěr

Ryby, ať již volně žijící nebo chované v akvakultuře, mají jednoznačně pozitivní vliv na lidské zdraví. Ideální je vybírat čerstvé nebo správně zmrazené ryby, které byly uloveny nebo chovány za udržitelných podmínek. Současně je důležité zajistit jejich správné skladování a transport. Na základě dat získaných Státním zdravotním ústavem doporučujeme spotřebitelům využívat pestrost nabídky ryb dostupných na trhu. Při nákupu je vhodné věnovat pozornost nejen druhu a tučnosti ryby, ale i jejímu geografickému původu, aby měl spotřebitel možnost načerpat široké spektrum prospěšných živin a zároveň minimalizoval dlouhodobé zatížení organismu případnými kontaminanty. Při dodržení doporučené konzumace ryb dvakrát týdně nehrozí spotřebitelům zdravotní riziko spojené s příjmem sledovaných kontaminantů např. rtuť, perzistentní organické polutanty (Měřínská a kol., 2024; Řeháková a kol., 2024 a SZÚ, 2023).

Přestože může rybí maso obsahovat určité množství kontaminantů, celkový nutriční přínos z jeho konzumace výrazně převažuje nad potenciálními riziky.

Literatura

Bischofová, S., Ruprich, J. 2017. Víte, že ryby patří mezi nejbohatší přírodní zdroje vitamínu D? I když není ryba jako ryba... stejně...v jídelníčku české populace nejsou nejpobulárnější. SZÚ, [cit. 2025-1-29]. <https://archiv.szu.cz/tema/bezpecnost-potravin/vite-ze-ryby-patri-mez-nejbohatsi-prirodni-zdroje-vitaminu>

Bowen, K. J., Harris, W. S., Kris-Etherton, P. M. 2016. Omega-3 Fatty Acid and Cardiovascular Disease: Are There Benefits? *Current treatment options in cardiovascular medicine*, vol. 18, no. 11, p. 69. <https://doi.org/10.1007/s11936-016-0487-1>

Jandlová, M., Bischofová, S., Ruprich, J. 2021. Jaká tuňáková konzerva je „nejlepší“ z pohledu poměru omega-6 a omega-3 mastných kyselin. SZÚ. https://archiv.szu.cz/uploads/CZVP/Tunakove_konzervy.pdf

Kavka M. 2017. Ryby, ostatní vodní živočichové a výrobky z nich. [online]. [cit. 2025-1-29]. ISBN 978-80-87719-52-7. https://bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/Koubova%201/ryby_final_web.pdf

Měřínská, Z., Horáková, K., Ostrovská, D., Řehůrková, I., Ruprich, J. 2025. Nutriční hodnocení kulinárně upravených ryb. Sborník LI. Konference o jakosti potravin

a potravinových surovin - Ingrový dny 2025 [online]. s. 190-196, ISBN 978-80-7701-048-1. doi.10.11118/978-80-7701-048-1-0190

Měřinská, Z., Horáková, K., Ostrovská, D., Řehůřková, I., Ruprich, J. 2024a. Rybí výrobky - zdroj omega-3 mastných kyselin. Sborník XLX. Konference o jakosti potravin a potravinových surovin - Ingrový dny 2024 [online]. s. 246-252, ISBN 978-80-7509-996-9. <https://doi.org/10.11118/978-80-7509-996-9-0246>

Měřinská, Z., Horáková, K., Ostrovská, D., Řehůřková, I., Ruprich, J. 2024b. Stanovení vybraných polychlorovaných bifenylylů a organochlorovaných pesticidů v rybách po kulinární úpravě. Sborník přednášek a posterů Hygiena a technologie potravin. LIII. Lenfeldovy a Höklovy dny, VETUNI Brno, 210–215, ISBN 978-80-7305-970-5

Potůček, T. 2018. Ryby a ostatní vodní živočichové. [online]. [cit. 2025-1-29]. s. 18-19, ISBN 978-80-88019-35-0. <https://www.ctpp.cz/images/files/material%20ryby.pdf>

Ruprich, J. 2020. Nebojte se rtuti v rybích výrobcích na trhu ČR. SZÚ, [cit. 2025-1-29]. https://archiv.szu.cz/uploads/CZVP/Nebojte_se_rtuti_v3.pdf

Ruprich, J. 2022. Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců, dietární expozice. SZÚ. https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/09/Monitoring_TDS_2021.pdf

Ruprich, J., Dofková, M., Řehůřková, I., Slaměňáková, E., Resová, D. 2006. Individuální spotřeba potravin - národní studie SISP04. SZÚ. <https://czvp.szu.cz/spotrebapotravin.htm>

Řeháková, J., Hornová, J., Holubová, Z., Matulová, D., Řehůřková, I., Ruprich, J. 2024. Stanovení vybraných těžkých kovů v rybách po kulinární úpravě. Sborník přednášek a posterů Hygiena a technologie potravin. LIII. Lenfeldovy a Höklovy dny, VETUNI Brno, s. 252–259, ISBN 978-80-7305-970-5SPV (2021)

Seznam schválených MSC nebo ASC výrobců a distributorů, 2025. <https://www.msc.org/>

SZÚ, 2006. Co byste měli vědět o rtuti v rybách a rybích výrobcích - leták SZÚ [online]. https://archiv.szu.cz/uploads/documents/czvp/edice/plne_znani/rtut_20v_20rybach.pdf

SZÚ, 2023. Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí. SZÚ. https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/11/Souhrnna_zprava_2022.pdf

Šmoldas, J., Palátová Nežiková, B., Kilbergrová, M., Koblasová, D., Řehůřková, I., Ruprich, J. 2024. Stanovení vybraných biogenních aminů v rybách po kulinární úpravě. Sborník přednášek a posterů Hygiena a technologie potravin. LIII. Lenfeldovy a Höklovy dny, VETUNI Brno, s. 266–270, ISBN 978-80-7305-970-5

Poděkování

Príspevek byl zpracován s podporou MZ ČR – RVO (SZÚ, 75010330).

Kontaktní adresa

Ing. Miroslava Krbůšková, Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého třída 3a, 612 42 Brno, email: miroslava.krbuskova@szu.gov.cz

Medicinální houby jako zdroj bioaktivních látek v potravinách *Medicinal Mushrooms as a Source of Bioactive Substances in Food*

Křištofová, K., Pospiech, M., Javůrková, Z., Tremlová, B.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Bioaktivní látky jsou přírodní sloučeniny, které mohou pozitivně ovlivňovat biochemické procesy v těle. Aktuální trendy v potravinářství směřují k vývoji produktů s vyšší nutriční hodnotou a specifickými zdravotními benefity. Houby jsou tradiční součástí stravy, nicméně až v posledních letech se dostávají do popředí z hlediska bioaktivních látek. Zvýšený zájem spotřebitelů po potravinách s prokázanými zdravotními přínosy vytváří tlak na inovace v potravinářském průmyslu a podporuje vývoj produktů s přidanou hodnotou.

Klíčová slova: *Medicinální houby; Ganoderma lucidum; Inonotus obliquus; Hericium erinaceus; Cordiceps militaris; bioaktivní látky*

Abstract

Bioactive substances are natural compounds that can positively influence biochemical processes in the body. Current trends in the food industry are moving towards the development of products with higher nutritional value and specific health benefits. Mushrooms are a traditional part of the diet, but it is only in recent years that they have gained prominence in terms of bioactive substances. Increased consumer interest in foods with proven health benefits is driving innovation in the food industry and supporting the development of value-added products.

Key words: *Medicinal mushrooms; Ganoderma lucidum; Inonotus obliquus; Hericium erinaceus; Cordiceps militaris; bioactive substances*

Úvod

Houby tvoří samostatnou říši Fungi. Plodnice, spory a mycelium medicinálních hub, zejména zástupců Reishi (*Ganoderma lucidum*), Chaga (*Inototus obliquus*), Lví hříva (*Hericium erinaceus*) a Cordyceps (*Cordiceps militaris*) představují významný zdroj bioaktivních látek s příznivými účinky na lidské zdraví. Jedná se zejména o polysacharidy (β -glukany), terpeny a fenolické látky, které přispívají k jejich antioxidačnímu, protizánětlivému a imunomodulačnímu působení. Zastoupení bioaktivních sloučenin se liší v závislosti na druhu, kmeni, stupni zralosti, pěstebních podmínkách (pěstování ve dřevě, v pytlí) a světovém regionu (Łysakowska et al., 2023).

Rostoucí zájem spotřebitelů o přírodní produkty s fyziologickým účinkem podporuje trend zdravého životního stylu. Medicinální houby se stávají atraktivní surovinou a jsou součástí inovativních nápojů, jako je např. houbová káva. Vzhledem k narůstající popularitě druhů Reishi (*Ganoderma lucidum*), Chaga (*Inonotus obliquus*), Lví hříva (*Hericium erinaceus*) a Cordyceps (*Cordiceps militaris*) mezi spotřebiteli je relevantní analyzovat dostupné vědecké informace a možnosti technologického uplatnění v potravinářství (Pan et al., 2025).

Reishi

Houba Reishi (*Ganoderma lucidum*) je tmavě červená houba vějířovitého tvaru se žlutohnědou dužinou (Ekiz et al., 2023). *G. lucidum* je složena přibližně z 90 % vody,

zbývajících 10 % tvoří bioaktivní složky, jako jsou triterpenoidy, polysacharidy, steroidy a fenoly (Plosca et al., 2025). Hlavní skupinou bioaktivních sloučenin jsou triterpenoidy. Jedná se o organické sloučeniny, které jsou odvozeny z izoprenové jednotky. Primární skupinou triterpenoidů jsou kyselina ganoderová a lucidenová, které jsou spojovány s inhibicí rakovinných buněk, protizánětlivými a antioxidačními účinky. Mezi další triterpenoidy patří ganoderaly, ganoderioly a ligzhlaktony. Dále byly identifikovány polysacharidy glykoproteiny a β -1-3 a β -1-6-D-glukany, které jsou klasifikovány jako vláknina. Tyto polysacharidy vykazují antioxidační, imunomodulační, protizánětlivé a hypoglykemické účinky a chrání integritu střevní slizniční bariéry (Pan et al., 2025). Z fenolických sloučenin se jedná o kvercetin, kys. gallovou, chlorogenovou, skořicovou a kys. kumarovou (Ekiz et al., 2023). Fenolické sloučeniny se vyznačují aromatickým jádrem, na které jsou navázány hydroxylové skupiny. Nacházejí se v plodnicích a sporách. Steroly jsou složkami buněčné membrány hub. Ergosterol a ergosta-5,7,22-trien-3 β -ol jsou prekurzory vitamínu D2. Ergosterol slouží jako ukazatel kvality extraktů z Reishi (Plosca et al., 2025). Reishi zahrnuje široké spektrum minerálních látek, jako jsou K, Ca, Mg, Zn, Fe, S, P, Na, Cu a vitamínů skupiny B - B1, B2, B3 a B9, vit. C, E a vit. D ve formě ergosterolu, který podporuje vstřebávání vápníku a zdraví kostí (Pan et al., 2025).

Chaga

Houba *Chaga* (*Inonotus obliquus*), je dřevokazná houba, která parazituje na kmenech bříz. Jedná se o houbu černé barvy s nepravidelnou hmotou. Triterpenoidy izolované z *I. obliquus* zahrnují inotodiol, lanosterol, ergosterol, betulin a kys. betulinovou a mají protirakovinné účinky. Polysacharidy *I. obliquus* mají antioxidační účinky. Z polysacharidů jsou významné zejména β -glukany a xylogalaktoglukóza. Obsah β -glukanů se pohybuje kolem 8,5 %. Fenoly a flavonoidy zahrnují kys. salicylovou, kyselina gallová, kyselina kávová, kyselina p-kumarová, kyselina syringová, kyselina ferulová, kyselina ellagová, kvercetin, kaempferol, katechin, myricetin, rutin a mnoho dalších sloučenin, které se podílí na antioxidační aktivitě houby. Dále vysoký obsah K, Na a Mn, Ca, Mg, P, Zn, Cu a S (Ern et al., 2023).

Lví hřívá

Lví hřívá (*Hericium erinaceus*) je bílá, kulovitá houba, postrádá strukturu plodnice, roste v kompaktní formě a má hustě uspořádané trny. Mezi hlavní bioaktivní sloučeniny patří terpenoidy - erinaciny a hericenony. Nacházejí se zejména v myceliu. Tyto látky mají neuprotektivní účinky a zlepšují kognitivní funkce. Z polysacharidů zejména β -glukany. Tyto sloučeniny se podílí na snížení oxidačního stresu, regulaci hladiny cukru v krvi a zlepšení střevní mikrobioty. Fenolické sloučeniny zahrnují kys. gallovou, kávovou a p-kumarovou. Silné antioxidační vlastnosti jsou dány obsahem ergothioneinu, což je aminokyselina odvozená od histidinu. *H. erinaceus* je zdrojem vitamínů skupiny B, vlákniny a minerálních látek, které přispívají k antioxidačním procesům a nervovým funkcím (Contato and Conte-Junior, 2025).

Cordyceps

Houba *Cordyceps* (*Cordyceps militaris*) je entomopatogenní houba, která napadá larvy hmyzu (*Thitarodes* spp. a *Lepidoptera* spp.) a následně vytváří plodnice. Byla potvrzena přítomnost nukleosidů cordycepinu a adenosinu. Cordycepin vykazuje imunostimulační, protizánětlivé, antivirové, hypoglykemické a protinádorové účinky. Dále ergothionein

a kyselina γ -aminomáselná (GABA). GABA je biosyntetizována z kyseliny glutamové. Jedná se o neurotransmitter v centrálním nervovém systému, reguluje spánek, paměť a procesy učení, ale i emoční procesy jako jsou úzkost a stres. Ergothionein není biosyntetizován v lidském těle, proto musí být přijímán z potravy. Přítomnost karotenoidů a derivátů xantofylu (β -karoten, lutein, lykopen a zeaxantin) je odpovědná za žlutooranžové zbarvení plodnic. Lektiny v plodnicích mají mitogenní aktivitu. Ze statinů je zastoupen lovastatin, který blokuje syntézu endogenního cholesterolu. Z minerálních látek a vitaminů byly zaznamenány Ca, Mg, Se, K, Zn, Fe, S, vitamin A, E, C, B2 a B3 (Jędrejko et al., 2021).

Aplikace medicínálních hub v potravinářství

Studie aplikující extrakty či prášky z medicínálních hub z předchozích let položily základy pro další vývoj přidavku medicínálních hub do potravin. Aplikace drcené houby Reishi do uzených rybích klobás vedla k navýšení antioxidační vlastnosti a bílkovin (Wannasupchue et al., 2011) Přídavek prášku Shitake do sušenek měl podle Singh et al. (2016) vliv na navýšení bílkovin, minerálů a celkové a nerozpustné vlákniny. Szydłowska-Tutaj et al. (2023) uvádí zvýšení antioxidačních vlastností těstovin po přidavku reishi a lví hřívy. Přídavkem prášku hub *C. militaris* a *H. erinaceus* do kávy se zabývali autoři Kała et al. (2024). Nejlepší zdroj bioaktivních látek vykazovala káva s přidavkem *C. militaris*, káva s přidavkem *H. erinaceus* měla vyšší obsah Fe a ergosterolu. Pozitivní profil kávy s *C. militaris* uvádí také autoři Song et al. (2020).

Závěr

Medicínální houby lze považovat za inovativní zdroj bioaktivních látek s vysokým aplikačním potenciálem při vývoji potravin s přidanou hodnotou. Vzhledem k rostoucímu zájmu spotřebitelů o přírodní produkty jsou houby stále častěji využívány v oblasti potravin jako součást funkčních potravin a výživových doplňků.

Literatura

- Contato, A. G., Conte-Junior, C. A. 2025. Lion's Mane Mushroom (*Herichium erinaceus*): A Neuroprotective Fungus with Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Antimicrobial Potential—A Narrative Review. *Nutrients*, vol. 17, no. 8, p. 1307. <https://doi.org/10.3390/nu17081307>
- Ekiz, E., Oz, E., Abd El-Aty, A., Proestos, C., Brennan, C., Zeng, M., Tomasevic, I., Elobeid, T., Cadirci, K., Bayrak, M., Oz, F. 2023. Exploring the Potential Medicinal Benefits of *Ganoderma lucidum*: From Metabolic Disorders to Coronavirus Infections. *Foods*, vol. 12, no. 7, p. 1512. <https://doi.org/10.3390/foods12071512>
- Ern, P. T. Y., Quan, T. Y., Yee, F. S., Yin, A. C. Y. 2023. Therapeutic properties of *Inonotus obliquus* (Chaga mushroom): A review. *Mycology*, vol. 15, no. 2, pp. 144-161. <https://doi.org/10.1080/21501203.2023.2260408>
- Jędrejko, K. J., Lazur, J., Muszńska, B. 2021. *Cordyceps militaris*: An Overview of Its Chemical Constituents in Relation to Biological Activity. *Foods*, vol. 10, no. 11, p. 2634. <https://doi.org/10.3390/foods10112634>
- Kała, K., Cicha-Jeleń, M., Hnatyk, K., Krakowska, A., Sułkowska-Ziaja, K. et al. 2024. Coffee with *Cordyceps militaris* and *Herichium erinaceus* Fruiting Bodies as a Source of Essential Bioactive Substances. *Pharmaceuticals*, vol. 17, no. 7, p. 955. <https://doi.org/10.3390/ph17070955>

- Łysakowska, P., Sobota, A., Wirkijowska, A. 2023. Medicinal Mushrooms: Their Bioactive Components, Nutritional Value and Application in Functional Food Production - A Review. *Molecules*, vol. 28, no. 14, p. 5393. <https://doi.org/10.3390/molecules28145393>
- Pan, Z., Lin, J., Luo, G., Cheng, W., Li, Y. et al. 2025. Unveiling triterpenoid superiority in a newly developed *Ganoderma lucidum* variety through untargeted metabolomics approach. *Frontiers in Nutrition*, roč. 12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1541162>
- Plosca, M-P., Chiș, M. S., Fărcas, A. C., Păucean, A. 2025. *Ganoderma lucidum*—From Ancient Remedies to Modern Applications: Chemistry, Benefits, and Safety. *Antioxidants*, vol. 14, no. 5, p. 513. <https://doi.org/10.3390/antiox14050513>
- Singh, J., Sindhu, S. C., Sindhu, A., & Yadav, A. 2016. Development and evaluation of value added biscuits from dehydrated Shiitake (*Lentinus Edodes*) mushroom. *International Journal of Current Research*, vol. 8, pp. 27155–27159.
- Song, H.N. 2020. Functional Cordyceps Coffee Containing Cordycepin and β -Glucan. *Preventive Nutrition and Food Science*, vol. 25, no. 2, p. 184-193. <https://doi.org/10.3746/pnf.2020.25.2.184>
- Szydłowska-Tutaj, M., Szymanowska, U., Tutaj, K., Domagała, D., Złotek, U. 2023. The Addition of Reishi and Lion's Mane Mushroom Powder to Pasta Influences the Content of Bioactive Compounds and the Antioxidant, Potential Anti-Inflammatory, and Anticancer Properties of Pasta. *Antioxidants*, vol. 12, no. 3, p. 738. <https://doi.org/10.3390/antiox12030738>
- Wannasupchue, W., Siriamornpun, S., Huaisan, K., Huaisan, J., Meeso, N. 2011. Effect of adding Ling-zhi (*Ganoderma lucidum*) on oxidative stability, textural and sensory properties of smoked fish sausage. *Thai Journal of Agricultural Science*, vol. 44, pp. 505–512.

Kontaktní adresa

Mgr. Kateřina Křištofová, VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: h21281@vfuc.cz

Vliv zavedení AirWash systému na počet somatických buněk a celkový počet mikroorganismů ve vybraném chovu v letech 2018 – 2022
The Impact of the AirWash System Introduction on the Somatic Cell Count and the Total Microbial Count in a Selected Farm in the Years 2018 – 2022

Křivánková, K.¹, Králová, M.², Linhart, P.³

¹Krajská veterinární správa Státní veterinární správy pro Olomoucký kraj

²Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno

³Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem práce bylo zhodnocení počtu somatických buněk a celkového počtu mikroorganismů v bazénových vzorcích mléka ve vybraném chovu v období 2018 – 2022 a také vlivu zavedení AirWash systému v roce 2021 na sledované parametry. Naměřené hodnoty klouzavých geometrických průměrů počtu somatických buněk i celkového počtu mikroorganismů odpovídaly požadavkům Evropské legislativy. Výsledky byly také posouzeny z pohledu přísnějších kritérií Q CZ certifikace. Zavedení AirWash systému v roce 2021 bylo velmi účinné, kdy byly zjištěny mezi roky 2020 a 2021 statisticky vysoce významné rozdíly ($p < 0,01$). Automatické proplachování dojcích zařízení mezi jednotlivými dojeními tak představuje kontrolní opatření, které vede ke snížení celkového počtu mikroorganismů a tím i snížení případných patogenů mastitidy z dojnice na dojnici.

Klíčová slova: *kravské mléko, AirWash systém, PSB, CPM*

Abstract

The aim of the work was to evaluate the somatic cell count and the total microbial count in bulk tank milk samples in a selected farm in the period 2018 - 2022 and also the effect of the AirWash system introduction in 2021 on the monitored parameters. The measured values of the rolling geometric average of the somatic cell count and the total microbial count met the requirements of European legislation. The results were also assessed from the perspective of the stricter criteria of Q CZ certification. The introduction of the AirWash system in 2021 was very effective, with statistically highly significant differences ($p < 0.01$) being found between 2020 and 2021. Automatic flushing of milking clusters between milking events is a control measure that reduces the total microbial count and thus the potential transmission of mastitis pathogens from cow to cow.

Key words: *cow's milk, AirWash system, SCC, TMC*

Úvod

Účinně provedená mezidezinfekce likviduje patogenní zárodky, které se vyskytují ve zbytcích mléka ve strukových návlečkách bezprostředně po dojení, a díky tomu je zabráněno přenosu patogenů z jedné dojnice na druhou. Aby byla mezidezinfekce efektivní je potřeba volit dezinfekční přípravky, které jsou účinné za studena, jsou snadno odbouratelné a nezanechávají rezidua inhibičních látek. Tyto podmínky splňuje 0,25 % koncentrace směsi peroxidu vodíku a kyseliny peroctové. Další podmínkou je jednoduchost aplikace dezinfekčního prostředku. Nejjednodušší metoda je

mezidezinfekce ponořením dojící jednotky do nádoby s roztokem. Pokročilejší způsob představuje aplikaci prostředku pomocí ručních postřikovačů. Nejdokonalejší systém, je tzv. AirWash, který automaticky řídí proplach každé dojící jednotky (Seydlová, 2005). Cílem této práce bylo zhodnocení výsledků počtu somatických buněk (PSB) a celkového počtu mikroorganismů (CPM) ve vybraném chovu v letech 2018 – 2022, kdy v roce 2021 došlo k zavedení Airwash systému.

Materiál a metodika

Jednalo se o hospodářství s průměrným počtem cca 50 dojnic (plemeno Holštýn a do 10 ks Červené strakaté) a chov s uzavřeným obratem stáda, kde byly dojnice chovány na volno v boxovém ustájení s podestýlkou. Odklizení hnoje bylo prováděno 2x denně. Dojení krav probíhalo v autotandemové dojírně (kapacita 6 ks). V roce 2019 byla provedena modernizace dojících strojů, kdy byly staré dojící stroje nahrazeny novými, integrovanými jednotkami s automatikou stahování dojících jednotek. Dezinfekce každého struku byla prováděna manuálně a po ukončení dojení byl proveden centrální proplach a dezinfekce dojící jednotky. V lednu roku 2021 byla provedena instalace systému AirWash, který zajišťuje dezinfekci dojícího stroje po nadojení jednotlivé dojnice. Pro posouzení vzhledu mléka byly u každé dojnice prováděny kontrolní stříky. K ošetření mléčné žlázy a struků před dojením byl použit kartáč s napuštěnou směsí přípravků. Sanitace kartáče po použití byla provedena (přípravek P3 steril), po každé dojnici došlo k dezinfekci strukových násadců a po dojení bylo provedeno ošetření mléčné žlázy.

Hodnoty PSB a CPM byly získány z datového skladu Odborného informačního systému Státní veterinární správy za období od 1. 1. 2018 do 31. 12. 2022. Stanovení CPM metodou Bactoscan a PSB metodou fluoro-opto-elektronickou (ČSN EN ISO 13366–2) provedly Centrální laboratoře pro rozbor mléka (Laboratoř pro rozbor mléka Brno-Tuřany a Laboratoř pro rozbor mléka Buštěhrad).

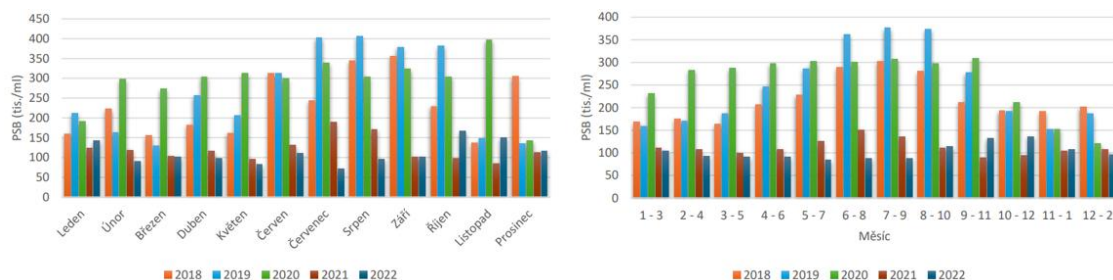
Statistická analýza byla provedena pomocí statistického softwaru StatSoft Inc. (2014) STATISTICA (data analysis software system), version 12. www.statsoft.com. Pro ověření normality byl použit Kolmogorov–Smirnov test. Pokud nebyl u vzorku ověřen předpoklad normálního rozdělení, byl použit neparametrický Kruskal-Wallis ANOVA test s následným posthoc testem, případně neparametrický nepárový Mann–Whitney test. V případě normálního rozložení byl použit nepárový t – test.

Výsledky a diskuze

V tomto příspěvku jsou prezentovány dílčí výsledky atestační práce. Aritmetické průměry počtu somatických buněk ve sledovaném období po jednotlivých měsících jsou uvedeny na obrázku 1a. Hofírek et al. (2004) uvádí, že množství somatických buněk je ovlivněno ročním obdobím, přičemž nejvyšší hodnoty bývají zaznamenávány v letních měsících. Za problémové se považuje stádo, které má hodnoty PSB nad 250 000/ml (Illek et al., 1997). K překročení této hodnoty došlo celkem 20x. V roce 2020 byla tato hodnota za celé pozorované období překročena nejvíce, a to konkrétně 10x, v roce 2019 6x a 4x byla překročena v roce 2018. V letech 2021 a 2022 si chov vedl lépe, jelikož k překročení této hodnoty nedošlo.

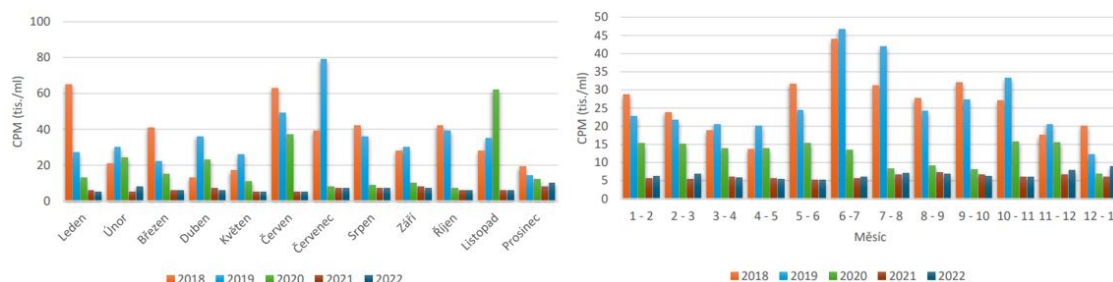
Pro PSB je hodnota klouzavého geometrického průměru stanovena $\leq 400\,000/\text{ml}$ mléka (Nařízení č. 853/2004). Jak vyplývá z obrázku 1b, tato hodnota nebyla v chovu překročena. Pokud bychom provedli hodnocení chovu dle přísnějšího kritéria, než je stanoveno Evropskou legislativou, tedy mléko v tzv. Q CZ kvalitě, kde jsou stanoveny

hodnoty pro PSB $\leq 220\,000/\text{ml}$ mléka (Ministerstvo zemědělství, 2016), byla by tato podmínka splněna v průběhu pětiletého období v 68 %. Nejméně klouzavých geometrických průměrů, které by odpovídali těmto přísnějším kritériím, bylo v roce 2020, kdy se jednalo o 25 % hodnot. V roce 2019 50 % hodnot splňovalo tato kritéria, a v roce 2018 67 %. Nejlépe si vedly roky 2021 a 2022, kdy se jednalo v obou případech o 100 % hodnot klouzavých geometrických průměrů.



a) **Obrázek 1:** Průměrné hodnoty (a) a klouzavé geometrické průměry (b) PSB v letech 2018 – 2022 (Křivánková, 2025)

Na obrázku 2a lze vidět, jak se pohybovaly průměrné měsíční hodnoty CPM. Evropskými předpisy (Nařízení 853/2004) stanovená hodnota klouzavého geometrického průměru pro obsah mikroorganismů při 30 °C $\leq 100\,000/\text{ml}$ mléka nebyla v pozorovaném období ani jednou překročena. Nad rámec platné legislativy jsou pro jakostní kategorii Q CZ stanoveny hodnoty pro CPM $\leq 35\,000/\text{ml}$ mléka. Z pohledu těchto přísnějších kritérií, než jsou určeny evropskou legislativou, by odpovídalo 98 % vzorků mléka, a to nejvíce v letech 2020 – 2022, kdy se jednalo o 100 % průměrů. O něco méně to bylo v roce 2018 (92 %) a v roce 2019 (83 %).



a) **Obrázek 2:** Průměrné hodnoty (a) a klouzavé geometrické průměry (b) CPM v letech 2018 – 2022 (Křivánková, 2025)

Tabulka 1 uvádí statistické hodnocení CPM a PSB v letech 2020 a 2021 po zavedení AirWash systému. Statistické hodnocení prokázalo vysoce významný rozdíl v hodnotách PSB i CPM před zavedením AirWash systému a po jeho zavedení. Účinnost AirWash systému prokázal ve svém výzkumu také Rasmussen (1995), který zjistil, že proplachování dojící jednotky mezi dojením dochází ke snížení CPM v návlečce až o 90 %. Dále prokázal, že po podojení infikovaných krav dochází ke snížení počtu *Staphylococcus aureus* asi o 75 %.

Tabulka 1: Statistické hodnocení CPM a PSB v roce 2020 a 2021

	CPM tis./ml		PSB tis./ml	
Rok	2020	2021	2020	2021
Počet	35	44	67	122
Medián	10	6	268	106
Minimum	5	5	93	46
Maximum	91	10	816	435
	p < 0,01		p < 0,01	

p – pravděpodobnost

Závěr

Bylo provedeno hodnocení PSB a CPM ve vybraném chovu v období 2018 – 2022 se zaměřením na zavedení automatického systému proplachu dojení jednotky – AirWash. V roce 2021 byl pozorován pokles hodnot CPM i PSB oproti rokům předešlým. Účinnost zavedení AirWash systému potvrdilo zpracování dat CPM ($p = 0,000228$) i PSB ($p = 0,000000$), kdy byly zjištěny statisticky vysoce významné rozdíly mezi uvedenými roky na hladině významnosti $p < 0,01$. Tento systém tak slouží jako účinná ochrana proti přenosu bakterií, které mohou být původci mastitid z dojnice na dojnici.

Literatura

- ČSN EN ISO 13366–2. 2007. Mléko – Stanovení počtu somatických buněk – Část 2: Návod pro ovládání fluoro-opto-elektronického přístroje, 16 p.
- Hofírek, B., Pechová, A., Doležel, R., Pavlata, L., Dvořák, R., Fleischer, P. 2004. Produkční a preventivní medicína v chovech mléčného skotu. Část klinická. 1. vyd. Brno: VFU Brno, 184 p. ISBN 80-7305-501-5.
- Illek, J., Jagoš, P., Pechová, A. 1997. Prevence mastitid u skotu. *Farmář*, vol. 2, no. 6, p. 36.
- Křivánková, K. 2025. Zhodnocení výsledků PSB a CPM ve vybraných chovech na okrese Přerov v letech 2018 – 2022. Atestační práce. Šumperk: SVS, VETUNI Brno, 87 p.
- Ministerstvo zemědělství. 2016. Zpřesnění pravidel certifikace produktů v režimu jakosti Q1 u producentů a zpracovatelů zemědělských produktů. In: *Věstník Ministerstva Zemědělství České republiky*. Částka 1.
- Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. *Úřední věstník Evropské unie*, L 139, 30/4/2004. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:02004R0853-20241109&qid=1760351219481>.
- Rasmussen, M. 1995. The reduction in bacterial counts on liners by flushing with the Airwash system. INTERN RAPPORT Nr. 58 – 1995, fra Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Seydlová, R. 2005. Dezinfekce v prvovýrobě mléka. Tematická příloha hygiena a sanitace. *Náš chov*, no. 8, p. P7.

Kontaktní adresa

MVDr. Michaela Králová, Ph.D., VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: kralovam@vfu.cz

**Vplyv prídavku včelích produktov na mikrobiálnu diverzitu
cereálnych výrobkov**
***The Effect of Bee Product Addition on the Microbial Diversity of Cereal
Products***

Kunová, S., Timoracká, I., Fikselová, M., Zachar Lovászová, V.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Cieľom štúdie bolo vyhodnotiť mikrobiologickú kvalitu inovatívnych cereálnych výrobkov obohatených o včelie produkty. Posudzovala sa tiež mikrobiologická kvalita medu, peľu, propolisu, materskej kašičky, ovsených vločiek, hrozienok a vlašských orechov. Počty mikroorganizmov sa stanovovali platňovou zriedňovacou metódou, pričom izoláty boli identifikované pomocou systému MALDI-TOF MS Biotyper. Analýzy sa uskutočnili po 24 hodinách, po 1 mesiaci a po 3 mesiacoch skladovania v aeróbných a vákuových podmienkach. Najvyšší celkový počet životaschopných mikroorganizmov ($3,13 \log \text{KTJ.g}^{-1}$) bol zaznamenaný v cereálnej tyčinke obsahujúcej med, repkový peľ, propolis a materskú kašičku; počas skladovania sa však mikrobiálna záťaž vo všetkých vzorkách znížila a po troch mesiacoch dosiahla $<1 \log \text{KTJ.g}^{-1}$. Koliformné baktérie a baktérie mliečneho kvasenia sa počas celého skladovania nevyskytli, zatiaľ čo kvasinky boli detegované len po 24 hodinách. Zo vzoriek odobratých po 24 hodinách sa podarilo vyizolovať 106 izolátov, pričom dominoval druh *Ralstonia insidiosa*, zatiaľ čo po jednom mesiaci sa podarilo vyizolovať 60 izolátov, z ktorých najčastejším bol druh *Pseudomonas putida*. Výsledky naznačujú, že včelie produkty vďaka svojim prirodzeným antimikrobiálnym vlastnostiam môžu zvýšiť mikrobiologickú bezpečnosť inovatívnych potravín a predstavujú sľubné možnosti využitia v potravinárskom priemysle.

Kľúčové slová: inovatívne potraviny, včelie produkty, skladovanie, balenie, mikrobiologická analýza

Abstract

The study aimed to evaluate the microbiological quality of innovative cereal products enriched with bee-derived ingredients. The microbiological quality of honey, bee pollen, propolis, royal jelly, oat flakes, raisins, and walnuts was also assessed. Microbial counts were determined using the plate dilution method, and isolates were identified with the MALDI-TOF MS Biotyper. Analyses were carried out after 24 hours, 1 month, and 3 months of storage under aerobic and vacuum conditions. The highest total viable count ($3.13 \log \text{CFU.g}^{-1}$) was observed in a cereal bar containing honey, rapeseed pollen, propolis, and royal jelly; however, microbial loads decreased in all samples during storage, reaching $<1 \log \text{CFU.g}^{-1}$ after three months. Coliforms and lactic acid bacteria were absent throughout storage, while yeasts were detected only after 24 hours. From 24-hour samples, 106 isolates were obtained, dominated by *Ralstonia insidiosa*, whereas 60 isolates were recovered after one month, with *Pseudomonas putida* being the most frequent. The results suggest that bee products, owing to their natural antimicrobial properties, can enhance the microbiological safety of innovative foods and may provide promising applications in the food industry.

Key words: innovative foods, bee products, storage, packaging, microbiological analyse

Úvod

Med je sladká, lepkavá žltohnedá látka produkovaná včelami medonosnými z nektáru zbieraného z kvetov. Jeho zloženie sa líši v závislosti od regiónu a ročného obdobia. Vzniká v plástoch prostredníctvom enzymatickej aktivity včiel (Turn *et al.*, 2024). Vo vzorkách medu je výskyt určitého množstva mikroorganizmov prirodzený. Samotný nektár a neskôr aj med prichádzajú do kontaktu s úľovým prostredím a s vonkajším prostredím počas vytáčania medu (Manoko a Mduda 2024). Peľ má vysoký obsah bielkovín, a preto ho včely potrebujú k odchovu potomstva. Peľ obsahuje približne o tisíc až desaťtisíckrát viac mikroorganizmov v porovnaní s medom. Preto je dôležité spracovať ho po odobratí. Najčastejšie sa využíva mrazenie, sušenie, prípadne vmiešanie do medu (Kňazovická *et al.*, 2016). Pri produkcii materskej kašičky hrajú dôležitú rolu rastlinné hormóny prítomné vo včelom peľi. Ďalšími cennými zložkami peľu sú sekundárne rastlinné látky, ktoré majú inhibičný účinok na rast baktérií (Schroeder, 2023). Propolis je lepkavá živcová látka, ktorú včely zbierajú zo stromov. Propolis využívajú v úli na utesnenie drobných škár, posilnenie plodových plástov a zabalzamovanie mŕtvych tiel veľkých škodcov, ktoré vnikli do úľa a ktoré nedokážu z úľa vyniesť. Zabraňujú tak šíreniu vláknitých mikroskopických húb, kvasiniek a baktérií. O propolise sa predpokladá, že má antibakteriálne a antimykotické účinky (Chen *et al.*, 2022). Materská kašička je biela až žltkastá látka vylučovaná z hypofaryngeálnych a mandibulárnych žliaz mladých včiel. Je to produkt, ktorý vykazuje mnoho biologických a funkčných vlastností pre ľudí (Alattal *et al.*, 2025). Medzi najvýznamnejšie biologické vlastnosti materskej kašičky patrí antibakteriálny, antifungálny, antioxidačný a imunomodulačný účinok (Kňazovická *et al.*, 2017). Štúdie o produktoch na báze ovsa preukázali, že ovos pozitívne ovplyvňuje ľudské zdravie znížením hladiny cholesterolu v krvi, znížením absorpcie glukózy, znížením rizika rakoviny a poskytnutím sýtosti (Ozturk a Takhar, 2017). Použitie ovocia v strave je skvelým spôsobom ako získať potrebné živiny a vitamíny a preto bola v posledných rokoch venovaná osobitná pozornosť kvalite dehydrovaných potravín, akou je aj sušené ovocie. Spracovanie a sušenie ovocia významne ovplyvňuje jeho farbu, textúru, chuť, hustotu a sorpčné vlastnosti (Gökmen, 2016). Jadrá orechov v neporušenej škrupine sa považujú za chránené pred mikrobiálnou kontamináciou. Avšak mikrobiálna infiltrácia môže nastať aj vtedy, keď sú škrupiny orechov zdanlivo neporušené (Sharma *et al.*, 2024). Mikrobiologické zloženie medu je veľmi rôznorodé. Mikroorganizmy nachádzajúce sa v mede pochádzajú z rôznych zdrojov a niektorí autori tieto zdroje klasifikujú ako primárne a sekundárne zdroje. Primárne zdroje sú zastúpené vnútornými mikroorganizmami nachádzajúcimi sa v tráviacom trakte včiel, mikroorganizmami z prostredia, ktoré včely navštevujú pri hľadaní nektáru, a mikroorganizmami nachádzajúcimi sa v úli. Sekundárne zdroje sú mikroorganizmy, ktoré môžu kontaminovať med počas manipulácie s medom alebo počas skladovania medu (Luca *et al.*, 2024).

Cieľom predkladanej štúdie bolo skúmať vplyv prídavku včelích produktov na zastúpenie mikroorganizmov v cereálnych výrobkoch počas skladovania.

Materiál a metódy

V rámci výskumu boli pripravené kombinácie rôznych včelích produktov s ovsenými vločkami, hrozienkami a vlašskými orechmi. Pripravené vzorky pozostávali zo 100 g ovsených vločiek, 80 g včelieho medu, 20 g hrozienok a 20 g vlašských orechov. V prípade vzoriek obsahujúcich včelí peľ bol tento pridaný v množstve 25 g, materská kašička v množstve 1,5 g a propolis v množstve 1 g. Vzorky boli následne skladované vo

vákuovom balení a bez vákuového balenia, pričom doba skladovania bola stanovená na 24 hodín, 1 mesiac a 3 mesiace pri teplote 20 ± 1 °C. Med a včelie produkty pochádzali od registrovaného včelára v slovenskom zväze včelárov (Hurbanovo, Slovensko). Analýze bolo podrobených spolu 36 vzoriek. Vzorky boli skladované pri teplote 20 ± 1 °C. V tabuľke 1 je uvedené zloženie a balenie analyzovaných vzoriek.

Tabuľka 1: Kombinácie vzoriek cereálnych tyčíniek s repkovým medom

Vzorka	Zloženie vzorky
1	repkový med + slnečnicový peľ + OVS. + HR. + VO.
2	repkový med + slnečnicový peľ + OVS. + HR. + VO. – VB
3	repkový med + repkový peľ + OVS. + HR. + VO.
4	repkový med + repkový peľ + OVS. + HR. + VO. – VB
5	repkový med + propolis + OVS. + HR. + VO.
6	repkový med + propolis + OVS. + HR. + VO. – VB
7	repkový med + MK + OVS. + HR. + VO.
8	repkový med + MK + OVS. + HR. + VO. – VB
9	repkový med + repkový peľ + propolis + MK + OVS. + HR. + VO.
10	repkový med + repkový peľ + propolis + MK + OVS. + HR. + VO. – VB
11	repkový med + slnečnicový peľ + propolis + MK + OVS. + HR. + VO.
12	repkový med + slnečnicový peľ + propolis + MK + OVS. + HR. + VO. – VB

OVS. – ovsené vločky, HR. – sušené hrozienka, VO. – vlašské orechy, MK – materská kašička, VB – vákuové balenie

Z mikrobiologických ukazovateľov bol stanovený celkový počet mikroorganizmov (CPM), počet koliformných baktérií (PKB), vláknité mikroskopické huby a kvasinky (VMH) a baktérie mliečneho kvasenia (BMK). Vzorky boli tiež podrobené identifikácii jednotlivých druhov pomocou MALDI-TOF MS Biotyper. Na stanovenie počtu kolónií tvoriacich jednotiek (KTJ) vo vzorkách, sme použili platňovú zriedňovaciu metódu. Prvé základné riedenie (10^{-1}) sa pripravilo zmiešaním 5 g vzorky so 45 ml fyziologického roztoku. Na stanovenie CPM bol použitý Plate Count Agar (PCA), po stuhnutí agaru boli naočkované živné pôdy kultivované v termostate pri teplote 30 °C počas 72 hodín, za aeróbnych podmienok. Na stanovenie PKB bol použitý Violet Red Bile Lactose agar (VRBL), kultivácia sa uskutočnila pri teplote 37 °C po dobu 24 ± 2 hodín. Na stanovenie VMH a kvasiniek bol použitý Sabouraud dextrózový agar (SDA) s chloramfenikolom, kultivácia sa uskutočnila pri teplote 25 °C. Na stanovenie BMK bol použitý De Man–Rogosa–Sharpe agar (MRS). Kultivácia sa uskutočnila za prítomnosti 5 % oxidu uhličitého v aeróbnom prostredí pri teplote 37 °C po dobu 48-72 hodín.

Identifikácia mikroorganizmov pomocou MALDI Tof MS Biotyper

Z každej Petriho misky bolo analyzovaných osem kolónií. Biologický materiál sa suspendoval v 300 µL destilovanej vody, následne sa pridalo 900 µL etanolu a zmes sa centrifugovala pri 10 000 g počas 2 minút (ROTOFIX 32A, Ite, Vranov, Slovensko). Po odstránení supernatantu sa pelet vysušil pri 20 °C, následne sa pridalo 30 µL 70 % kyseliny mravčej a 30 µL acetonitrilu. Po opätovnej centrifugácii pri 10 000 g počas 2 minút sa zo supernatantu odobralo 1 µL, ktorý sa naniesol na MALDI platňu, nechal uschnúť a následne sa prekryl 1 µL matrixového roztoku. Po vysušení boli vzorky pripravené na meranie v hmotnostnom spektrometri MALDI-TOF (Bruker Daltonics, Brémy, Nemecko).

Hmotnostné spektrá boli automaticky generované pomocou prístroja microflex LT MALDI-TOF (Bruker Daltonics, Brémy, Nemecko) pracujúceho v lineárnom pozitívnom móde v rozsahu 2000–20 000 Da. Prístroj bol kalibrovaný pomocou bakteriálneho testovacieho štandardu Bruker. Získané spektrá boli vyhodnotené softvérom MALDI Biotyper 3.0 (Bruker Daltonics, Brémy, Nemecko).

Štatistické vyhodnotenie výsledkov

Na štatistické vyhodnotenie výsledkov sa použila jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA). Korelačné analýzy sa vykonali pomocou F-testu a Tukey HSD testu. Hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

Výsledky a diskusia

Cieľom štúdie bolo skúmať zmeny v mikrobiologickej diverzite v cereálnych tyčinkách s prídavkom včelích produktov počas skladovania.

Počiatkové hodnoty jednotlivých skupín mikroorganizmov v surovinách na prípravu cereálnych tyčínok sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2: Počiatkové hodnoty mikroorganizmov

Surovina	Mikroorganizmy (log KTJ.g ⁻¹)			
	CPM	KB	Kvasinky	BMK
Repkový med	1,02	< 1	2,17	< 1
Slnečnicový peľ	2,75	< 1	2,82	< 1
Repkový peľ	1,96	1,26	2,07	2,33
Propolis	2,28	< 1	2,28	< 1
Materská kašička	1,04	< 1	< 1	< 1
Ovsené vločky	1,62	< 1	2,79	< 1
Sušené hrozienka	1,70	< 1	3,08	1,48
Vlašské orechy	2,84	< 1	2,92	2,55

CPM – celkový počet mikroorganizmov, PKB – počet koliformných baktérií, BMK – baktérie mliečneho kvasenia

Priemerná hodnota CPM vo vzorkách cereálnych tyčínok, skladovaných 24 hodín pri, sa pohybovala od $2,02 \pm 0,06$ log KTJ. g⁻¹ vo vzorke č. 6 (vákuovo balené vzorky s prídavkom repkového medu + propolisu + ovsených vločiek + hrozienok + vlašských orechov) do $3,13 \pm 0,06$ log KTJ.g⁻¹ vo vzorke č. 9 (výrobky s prídavkom medu + repkového peľu + propolisu + materskej kašičky + ovsených vločiek + hrozienok + vlašských orechov).

Vo vzorkách cereálnych tyčínok, skladovaných 3 mesiace, mikroorganizmy neboli detegované v žiadnej vzorke. Na základe výsledkov je možné pozorovať štatisticky významné rozdiely medzi vzorkami cereálnych tyčínok skladovaných 1 mesiac. Hodnoty CPM vo vzorkách č. 4 a 6 boli signifikantne nižšie ($p < 0,05$) v porovnaní s ostatnými vzorkami (tabuľka 3). Použitie vákuového balenia má štatisticky významný vplyv na mikrobiologickú kvalitu produktu a môže byť kľúčovým faktorom pri predlžovaní jeho trvanlivosti.

Pre potraviny náchylné na kazenie je obmedzenie rýchleho rastu mikroorganizmov, ako je celkový počet mikroorganizmov, kľúčovou otázkou pre zdravie spotrebiteľov

a poskytovanie bezpečnosti potravín v potravinárskom priemysle (Çetinkaya et al., 2021). Med zvyčajne neobsahuje mikroorganizmy, pokiaľ nie je kontaminovaný. Nižší výskyt mikroorganizmov možno pripísať manipulácii, kvalite spracovania, skladovaniu, nižšiemu pH a nízkej vlhkosti. Nízke počty baktérií indikujú kvalitu medu v súvislosti s kritériami kontroly kvality stanovenými medzinárodnými normami (Laaroussi et al., 2020). Med môže byť kontaminovaný mikroorganizmami nachádzajúcimi sa v peli, v nektáre, v tráviacom trakte včiel, vo vzduchu, v kvetoch alebo v prostredí. Podobne aj nevhodné postupy zberu medu a aj nevhodné umiestnenie úl'ov môže spôsobiť mikrobiologickú kontamináciu (Sereia et al., 2011).

Tabuľka 3: Priemerná hodnota CPM vo vzorkách cereálnych tyčiniek

vzorka	CPM (log KTJ.g ⁻¹)		
	24 hod.	1 mesiac	3 mesiace
1	2,96 ± 0,06 ^a	1,99 ± 0,01 ^a	< 1
2	2,75 ± 0,05 ^d	1,25 ± 0,02 ^d	< 1
3	2,31 ± 0,06 ^b	1,6 ± 0,02 ^b	< 1
4	2,22 ± 0,06 ^e	< 1 ^f	< 1
5	2,19 ± 0,06 ^b	1,54 ± 0,01 ^c	< 1
6	2,02 ± 0,06 ^e	1,03 ± 0,03 ^g	< 1
7	2,57 ± 0,06 ^c	1,48 ± 0,02 ^c	< 1
8	2,42 ± 0,06 ^d	1,14 ± 0,03 ^g	< 1
9	3,13 ± 0,06 ^a	1,48 ± 0,01 ^c	< 1
10	2,52 ± 0,06 ^c	1,11 ± 0,02 ^g	< 1
11	2,65 ± 0,06 ^c	1,23 ± 0,01 ^d	< 1
12	2,15 ± 0,06 ^f	1,02 ± 0,02 ^g	< 1

a-g rôzne písmená označujú štatisticky významné rozdiely ($p < 0,05$) medzi skupinami

Získané výsledky naznačujú, že predĺženie doby skladovania vedie k poklesu množstva mikroorganizmov, čo sa najvýraznejšie prejavilo pri vákuovo balených vzorkách. Luca et al. (2024) analyzovali vlastnosti medu a preukázali jeho schopnosť pôsobiť proti rôznym mikroorganizmom zodpovedným za ľudské ochorenia. Mikroorganizmy v mede majú potenciál ovplyvniť jeho bezpečnosť a kvalitu. Potreba analyzovať mikroorganizmy medu sa bude naďalej zvyšovať, ako sa budú vyvíjať nové spôsoby použitia medu a nové technológie.

Vo vzorkách cereálnych tyčiniek so včelími produktmi sme nezistili prítomnosť koliformných baktérií ani baktérií mliečneho kvasenia.

Didaras et al. (2020) zistili vo vzorkách peľu prítomnosť baktérií čeľade Enterobacteriaceae, následne ich detegovali aj v pripravených zmesiach medu so včelím peľom, avšak potvrdzujú, že po troch dňoch od výroby zmesi počet baktérií klesol na hranicu detegovateľnosti. Následne počas 6 mesiacov skladovania pri izbovej teplote, nepotvrdili v žiadnej vzorke prítomnosť týchto baktérií. Baktérie mliečneho kvasenia sú bežnými obyvateľmi gastrointestinálneho traktu hmyzu a ich prítomnosť v črevnom trakte včiel medonosných bola dokázaná v mnohých výskumoch. Dôležitosť baktérií mliečneho kvasenia je ďalej zdôraznená ich ekologickým rozšírením, ktoré sa neobmedzuje len na črevá dospelých včiel, v skutočnosti boli izolované aj z čriev lariev

a medového žalúdka dospelých včiel. Okrem toho sú baktérie mliečneho kvasenia dominantné aj v prostredí úľa a aj vo včelích produktoch (Iorizzo et al., 2022).

Vo vzorkách cereálnych tyčiniek s prídavkom včelích produktov vláknité mikroskopické huby neboli detegované.

Priemerný počet kvasiniek vo vzorkách cereálnych tyčiniek, skladovaných 24 hodín, sa pohyboval od $1,15 \pm 0,01 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ vo vzorke č. 5 (výrobky balené za prístupu vzduchu, s prídavkom repkového medu + propolisu + ovsených vločiek + hrozienok + vlašských orechov do $2,45 \pm 0,02 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ vo vzorke č. 1 (výrobky balené za prístupu vzduchu, s repkovým medom + slnečnicovým peľom + ovsenými vločkami + hrozienkami + vlašskými orechmi).

Priemerný počet kvasiniek vo vzorkách, skladovaných 1 mesiac, sa pohyboval od $< 1 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ do $1,64 \pm 0,03 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ vo vzorke č. 4 (vo výrobkoch balených za prístupu vzduchu, s repkovým medom + propolisom + ovsenými vločkami + hrozienkami + vlašskými orechmi) (tabuľka 4).

Tabuľka 4: Priemerný počet kvasiniek vo vzorkách cereálnych tyčiniek

vzorka	Kvasinky ($\log \text{KTJ.g}^{-1}$)		
	24 hod.	1 mesiac	3 mesiace
1.CTR	$2,45 \pm 0,02^a$	$1,38 \pm 0,01^a$	< 1
1.CTRV	$2,22 \pm 0,01^b$	$< 1^b$	< 1
2.CTR	$2,18 \pm 0,01^b$	$1,43 \pm 0,01^a$	< 1
2.CTRV	$1,99 \pm 0,01^c$	$< 1^b$	< 1
3.CTR	$1,15 \pm 0,01^d$	$1,64 \pm 0,03^c$	< 1
3.CTRV	$1,20 \pm 0,01^d$	$< 1^b$	< 1
4.CTR	$1,76 \pm 0,03^c$	$1,57 \pm 0,02^a$	< 1
4.CTRV	$1,45 \pm 0,02^e$	$< 1^b$	< 1
5.CTR	$2,40 \pm 0,01^a$	$1,04 \pm 0,01^d$	< 1
5.CTRV	$2,1 \pm 0,01^b$	$< 1^b$	< 1
6.CTR	$1,91 \pm 0,02^c$	$1,12 \pm 0,01^d$	< 1
6.CTRV	$1,42 \pm 0,02^e$	$< 1^b$	< 1

a-e rôzne písmená označujú štatisticky významné rozdiely ($p < 0,05$) medzi

Štatisticky významné rozdiely ($p < 0,05$) dokázali, že typ balenia má signifikantný vplyv na počet kvasiniek vo vzorkách už po 24 hodinách skladovania. Vzorky skladované v aeróbných podmienkach vykazovali signifikantne vyšší počet kvasiniek v porovnaní s vákuovo balenými vzorkami (tabuľka 4).

Bagameri et al. (2022) vo svojej štúdii zistili, že kvasinky sa po zmiešaní medu s materskou kašičkou nachádzali vo vzorkách na úrovni $2 \log \text{KTJ.g}^{-1}$, pričom v mrazničke sa udržiavali v približne rovnakých hodnotách počas celej doby testovania. Následne po 6 mesiacoch skladovania v chladničke klesol počet kvasiniek o $1 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ a pri izbovej teplote už po 4 mesiacoch. Skladovanie pri izbovej teplote sa javí z hľadiska bezpečnosti potravín ako ideálne.

Med prirodzene obsahuje kvasinky pochádzajúce z nektáru alebo vnútorného, či vonkajšieho prostredia. Ich množstvo závisí od skladovacej teploty a vlhkosti. Ak sú podmienky priaznivé pre ich rozvoj, kvasinky môžu začať kvasiť a nastáva fermentácia.

Fermentácia je nezvratná, spôsobuje ekonomické škody a charakteristické zmeny v mede (Barboráková et al., 2022). Fernandes et al. (2024) sledovali vplyv skladovania na výskyt kvasiniek v mede so včelím peľom. Z ich výsledkov vyplýva, že počet kvasiniek klesol pod 2,00 log KTJ. g⁻¹ po 3 mesiacoch skladovania. Zo vzoriek cereálnych tyčiniek, skladovaných 24 hodín, sa nám podarilo identifikovať 106 izolátov pomocou MALDI- TOF Biotyper. Vo vzorkách bol dominantným druhom *Ralstonia insidiosa* (27 izolátov), nasledovali druhy *Pantoea agglomerans* (20 izolátov) a *Pediococcus acidilactici* (16 izolátov) (tabuľka 5).

Tabuľka 5: Celkový počet izolátov vo vzorkách cereálnych tyčiniek s repkovým medom, skladovaných 24 hodín

Mikrobiálny druh	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Pantoea agglomerans</i>	2	3	3	2	3	6	1					20	
<i>Pseudomonas chlororaphis</i>		1	1		2							4	
<i>Pseudomonas asplenii</i>			1		1					1		3	
<i>Pseudomonas kilonensis</i>			1									1	
<i>Pseudomonas agarici</i>			1	1	1		1					4	
<i>Rouxiella chamberiensis</i>			1	1	2	1						5	
<i>Pediococcus acidilactici</i>		5	6				2	1			1	1	16
<i>Ralstonia insidiosa</i>	5	2	5	4	3	2	1		2		3	27	
<i>Microbacterium paraoxydans</i>	1				2	2				1		6	
<i>Bacillus cereus</i>	3		1				2	2		1	3	12	
<i>Staphylococcus hominis</i>			1						1			2	
<i>Herbaspirillum huttiense</i>				1						1	4	6	
Spolu												106	

Druhy rodu *Bacillus* ako sú *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus brevis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus pumilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium* a ďalšie, v organizme včiel a v ich produktoch, môžu pochádzať z prostredia, napríklad z peľu, prachu a vzduchu (Mohammad et al., 2020). Zvýšený záujem o použitie medu k syntetickým antibiotikám a antimykotikám vychádza z mikrobiálnej rezistencie patogénnych mikroorganizmov. Používanie medu v medicíne má historické uznanie už od staroveku bez hlásených bakteriálnych rezistencií (Rikohe et al., 2023). Zo vzoriek cereálnych tyčiniek skladovaných 1 mesiac, bolo identifikovaných spolu 60 izolátov. Najčastejšie izolovaný bol druh *Pseudomonas putida* (15 izolátov), nasledovala *Ralstonia insidiosa* (14 izolátov) (tabuľka 6). Z výsledkov identifikácie mikroorganizmov vyplýva, že počet mikrobiálnych izolátov má klesajúcu tendenciu, čo môžeme pripísať inhibičným účinkom medu a včelích produktov proti viacerým druhom mikroorganizmov.

Mohammad et al. (2021) preukázali, že extrakty z včelieho peľu účinne inhibovali rast *Pseudomonas aeruginosa*, *Mycobacterium smegmatis* a *Candida albicans*. Taktiež použili extrakty z včelieho peľu proti baktériám *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* a *Salmonella* sp. Výsledky ukázali, že gram-pozitívne baktérie boli voči týmto extraktom citlivejšie.

Tabuľka 6: Celkový počet izolátov vo vzorkách cereálnych tyčiniek, skladovaných 1 mesiac

Mikrobiálny druh	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Pseudomonas putida</i>	4	3	6		1		1					15
<i>Ralstonia insidiosa</i>	1	2		4	5			1	1			14
<i>Microbacterium paraoxydans</i>	1	1	1			2						5
<i>Priestia megaterium</i>			1		2				1			4
<i>Bacillus subtilis</i>		1					2					2 5
<i>Priestia endophyticus</i>			2					1	2			5
<i>Peribacillus simplex</i>					1		3			1		5
<i>Rouxiella chamberiensis</i>			1	3			1	2				7
Total												60

Záver

Hlavným cieľom práce bolo stanoviť mikrobiologickú kvalitu inovovaných potravín s prídavkom včelích produktov. Výsledky štúdie naznačujú, že pridanie včelích produktov do potravín môže významne ovplyvniť mikrobiologickú bezpečnosť týchto výrobkov, čím sa znižuje riziko kontaminácie a predlžuje sa trvanlivosť potravín.

Výsledky výskumu môžu byť základom pre vývoj nových potravín, ktoré budú nielen chutné, ale aj bezpečné z mikrobiologického hľadiska. Tieto inovované produkty môžu získať obľubu u spotrebiteľov, ktorí hľadajú zdravšie a prírodnejšie alternatívy k bežným potravinám. Okrem toho, využitie včelích produktov môže predstavovať nový trend v potravinárskom priemysle, ktorý bude podporovať udržateľnosť a ekologické poľnohospodárstvo.

Na základe výsledkov môžeme vidieť, že včelie produkty si aj po odobratí z úľa dokážu udržiavať alebo dokonca zlepšovať mikrobiologickú kvalitu.

Včelie produkty majú potenciál ako súčasť inovovaných potravín z hľadiska mikrobiologickej bezpečnosti. Ich prirodzené antimikrobiálne vlastnosti, poskytujú možnosti pre ich využitie v potravinárskom priemysle na predĺženie trvanlivosti a zvýšenie bezpečnosti potravín.

Literatúra

Alattal, Y.Z., Bazeyad, A.Y., Al Ghamdi, A.A. 2025. Variation in chemical composition of fresh and commercial Royal Jelly associated with international standards. *Journal of Food Composition and Analysis*. vol. 138, p. 107017. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.107017>

- Bagameri, L., Baci, G.M., Dezmirean, D.S. 2022. Royal Jelly as a Nutraceutical Natural Product with a Focus on Its Antibacterial Activity. *Pharmaceutics*. vol. 14, no. 6, p. 1142. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14061142>
- Barboráková, Z. et al. 2022. Mikroskopické huby a včely: mykocenóza a hubové ochorenie včiel. *E- Newsletter Ústavu včelárstva*. roč. V, č. 1, s. 2-6.
- Çetinkaya, T., Ceylan, Z., Meral, R., Kılıçer, A., Altay, F. 2021. A novel strategy for Au in food science: Nanoformulation in dielectric, sensory properties, and microbiological quality of fish meat. *Food Bioscience*. vol. 41, p. 101024. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101024>
- Chen, S., Tang, Q., Geng, J. et al., 2022. Detection of viable *Zygosaccharomyces rouxii* in honey and honey products via PMAXX-qPCR. *Journal of Food Quality*. <https://doi.org/10.1155/2022/8670182>
- Didaras, N.A., Karatasou, K., Dimitriou, T.G. et al. 2020. Antimicrobial Activity of Bee-Collected Pollen and Beebread: State of the Art and Future Perspectives. *Antibiotics*. vol. 9, no. 11, pp. 1-29. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9110811>
- Fernandes, K.E., Frost, E.A., Kratz, M., Carter, D.A. 2024. Pollen products collected from honey bee hives experiencing minor stress have altered fungal communities and reduced antimicrobial properties. *Microbiology ecology*. vol. 100, no. 9. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiae091>
- Gökmen, Vural, 2016. *Acrylamide in Food- Analysis, Content and Potential Health Effects*. Elsevier. 532 p. ISBN 9780128028322
- Iorizzo, Massimo, Letizia, F., Ganassi, S., Testa, B., Petrarca, S., Albanese, G., Di Criscio, D., De Cristofaro, A. 2022. Functional Properties and Antimicrobial Activity from Lactic Acid Bacteria as Resources to Improve the Health and Welfare of Honey Bees. *Insects*. vol. 13, no. 3., pp. 1-28. <https://doi.org/10.3390/insects13030308>
- Kňazovická, V., Švercel, J., Kováčová, M., Dovičičová, M., Gažarová, M. 2016. Med s prídavkom peľu - testovanie výroby a skladovania. *Včelár*, roč. XC, č. 8, s. 165-167.
- Kňazovická, V., Mašková, Z., Vlková, E. et al. 2018. Pollen can- testing of bee pollen fermentation in model conditions. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. vol. 8, no. 2, p. 805-811. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2018.8.2.805-811>
- Laaroussi, H., Bouddine, T., Bakour, M., Ousaaid, D., Lyoussi B. 2020. Physicochemical properties, mineral content, antioxidant activities, and microbiological quality of *Bupleurum spinosum* Gouan honey from the Middle Atlas in Morocco. *Journal of Food Quality*. vol. 2020, no. 1. <https://doi.org/10.1155/2020/7609454>
- Luca, L., Pauliuc, D., Oroian, M. 2024. Honey microbiota, methods for determining the microbiological composition and the antimicrobial effect of honey- A review. *Food Chemistry: X*. vol. 23, p. 101524. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101524>
- Manoko, L.K.M., Mduda, Ch.A. 2024. Harvesting location influences the physicochemical properties, microbiological quality and sensory attributes of honey produced by an Afrotropical stingless bee, *Axeatotrigona ferruginea*. *Food and Humanity*. vol. 3, p. 100433. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100433>
- Mohammad, S.M., Nor-Khaizura, M.A.R., Zawawi, N. 2021. Stingless bee- collected pollen (bee bread): chemical and microbiology properties and health benefits. *Molecules*. vol. 26, no. 4, p. 957. <https://doi.org/10.3390/molecules26040957>
- Ozturk, O.K., Takhar, P.S. 2017. Stress relaxation behavior of oat flakes. *Journal of Cereal Science*. Online. vol. 77, pp. 84-89. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.08.005>

- Rikohe, I.F., Mlozi, S.H., Ngondya, I.B. 2023. Seasons and bee foraging plant species strongly influence honey antimicrobial activity. *Journal of Agriculture and Food Research*. vol. 12, p. 100622. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100622>
- Sereia, M.J., Alves, E.M., de Toledo, A.A. et al. 2011. Microbial flora in organic honey samples of africanized honeybees from Parana river islands. *Food Science and Technology*. vol. 31, no. 2. https://doi.org/10.1590/S0101_2061201100020002810.4103/0974-8490.204647
- Sharma, M., Sharma, Mu., Sahu, S.Ch., Sharma, D., Sharma, Mun., 2024. Walnuts as functional food and nutraceutical: A bibliometric study of research trends on nutritional potential, phytochemistry and its health benefits. *Food and Humanity*. vol. 3. p. 100387. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100387>
- Schroeder, Annette, 2023. *Síla včelích produktů. Med, pyl a propolis*. Praha: Nakladatelství Brázda, s.r.o. 138 s.
- Turn, Jeffrey T., et al., 2024. Impact of apitherapy on canine, equine, and chicken lymphocytes, in vitro. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. vol. 268. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2023.110700>

PodĎakovanie: Analýzy a príspevok vznikli s finančnou podporou projektu VEGA [1/0454/25](https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2023.110700).

Kontaktná adresa

doc. Ing. Simona Kunová, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. Slovenská republika. E-mail: simona.kunova@uniag.sk, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2240-1756>

Stanovenie profilu mastných kyselín a zhodnotenie zdravotných benefitov rastlinného nápoja zo šáchora jedlého (*Cyperus esculentus* L.) – horchaty
Determination of the Fatty Acid Profile and Evaluation of Health Benefits of a Plant-Based Beverage from Tiger Nut (*Cyperus Esculentus* L.) – horchata

Lenická, D.¹, Fatrcová Šramková, K.², Kováčiková, E.², Kopčeková, J.², Novotná, I.², Tomášová, K.², Hnatová, L.², Prčík, M.³, Bella, V.⁴, Juríková, T.⁵, Kňazická, Z.²

¹ Ústav rastlinnej produkcie, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,

² Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, ³ Ústav udržiavateľného regionálneho a miestneho rozvoja, Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,

⁴ Výskumné centrum AgroBioTech,

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,

⁵ Ústav pre vzdelávanie pedagógov, Fakulta stredoeurópskych štúdií, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Súhrn

Vzhľadom na narastajúci záujem spotrebiteľov o funkčné potraviny rastlinného pôvodu bolo cieľom práce preskúmať profil mastných kyselín a vyhodnotiť zdravotné benefity horchaty – rastlinného nápoja pripravovaného z podzemných hlŕúz šáchora jedlého (*Cyperus esculentus* L.), známeho aj ako tigrí orech. Vzorky boli získané od špecializovanej firmy dovážajúcej hlŕuzy z Valencie (Španielsko). Analýza metylesterov mastných kyselín plynovou chromatografiou s plameňovo-ionizačným detektorom (GC-FID) potvrdila vysoký podiel MUFA (71,97 %) a významné zastúpenie PUFA (8,74 %). S najvyšším podielom bola detegovaná v tigrom orechu (72,08 %) aj v horchate (71,65 %) kyselina olejová (*C18:1cis n-9*). Medzi kľúčové PUFA v oboch hodnotených produktoch patrila kyselina linolová (*C18:2cis n-6*). V horchate bol zistený vyšší ($p < 0,01$) obsah kyseliny palmitovej (*C16:0*) a kyseliny stearovej (*C18:0*) v porovnaní s lúpaným tigrím orechom. Olejová matrica horchaty obsahovala aj minoritné mastné kyseliny ($\leq 1,0$ %), ako kyselinu arachidovú (*C20:0*), palmitoolejovú (*C16:1*) a α -linolénovú (*C18:3 n-3*). Naše výsledky potvrdzujú priaznivý profil mastných kyselín horchaty, čo podčiarkuje jej potenciál stať sa hodnotným produktom racionálnej výživy s preventívno-terapeutickými účinkami. Zároveň naše výsledky poukazujú na potrebu intenzívnejšieho výskumu a širšieho využitia hlŕúz šáchora jedlého a jeho produktov v potravinárskom priemysle.

Kľúčové slová: *C. esculentus* L., tigrí orechy, rastlinný nápoj, mastné kyseliny, zdravotné prínosy

Abstract

Given the growing consumer interest in plant-based functional foods, the aim of this study was to determine the fatty acid profile and evaluate the health benefits of horchata – a plant-based beverage prepared from the underground tubers of tiger nut (*Cyperus esculentus* L.). Samples were obtained from a specialized company importing tubers from

Valencia (Spain). Fatty acid methyl esters, analyzed by gas chromatography with a flame-ionization detector (GC-FID), confirmed a high proportion of MUFA (71.97%) and a notable share of PUFA (8.74%). Oleic acid (*C18:1cis n-9*) was detected as the predominant fatty acid in both tiger nut (72.08%) and horchata (71.65%). Among the key PUFAs identified in both products was linoleic acid (*C18:2cis n-6*). Horchata showed a higher ($P < 0.01$) content of palmitic acid (*C16:0*) and stearic acid (*C18:0*) compared to peeled tiger nut tubers. The lipid matrix of horchata also contained minor fatty acids ($\leq 1.0\%$), such as arachidic acid (*C20:0*), palmitoleic acid (*C16:1*), and α -linolenic acid (*C18:3 n-3*). Our results confirm the favorable fatty acid profile of horchata, emphasizing its potential to become a valuable component of rational nutrition with preventive and therapeutic effects. Furthermore, our findings also indicate the need for more intensive research and wider applications of tiger nut tubers and their products in the food industry.

Key words: *C. esculentus L.*, tiger nuts, plant-based beverage, fatty acids, health benefits

Úvod

V posledných rokoch sa šáchor jedlý (*C. esculentus L.*), známy aj ako tigří orech, chufa či zemná mandľa, dostáva do popredia záujmu odborníkov v oblasti výživy a zdravého stravovania. *C. esculentus L.* z čeľade Cyperaceae je trváca jednoklíčolistová rastlina podobná tráve (Maduka and Francis, 2018). V minulosti bol v niektorých krajinách považovaný za invazívnu burinu, a preto sa jeho potenciál ako perspektívnej potravinárskej suroviny dostatočne nevyužíval a nebol predmetom intenzívnejšieho výskumu (de Vries, 1991). Podzemné hľuzy tigrieťa orecha zohrávajú významnú úlohu pri ochrane zdravia (preventívno-terapeutické účinky) a ponúkajú možnosti využitia v nových podporných terapiách pri metabolických a civilizačných ochoreniach. Vďaka vysokému obsahu vlákniny môžu byť súčasťou vývoja špecifických potravín podporujúcich tráviaci systém (vrátane črevného mikrobiómu) a redukčných diét (Yu et al., 2022). Uplatnenie nachádzajú aj pri príprave potravín dizajnovaných pre osobitné výživové účely, vrátane bezlepkových múčnych zmesí vhodných pre celiakov (Adenowo and Kazeem, 2020).

V Španielsku (región Valencia) sa hľuzy tradične používajú na výrobu rastlinného nealkoholického nápoja – horchata de chufa (Gadanya et al., 2021; Pelegrín et al., 2022), ktorého popularita sa postupne rozšírila aj do ďalších krajín, ako sú Spojené kráľovstvo, Portugalsko, Francúzsko, Argentína (Gadanya et al., 2021), Dominikánska republika, Mexiko, Panama a USA (Martín-Esparza and González Martínez, 2016). Horchata je oceňovaná pre svoju sladkastú mandľovú chuť, vôňu a významné sensorické vlastnosti (Cantalejo, 1997). Na trhu sú dostupné rôzne varianty tigrích orechov, pričom na výrobu horchaty sa uprednostňuje predovšetkým žltý variant, ktorý sa vyznačuje väčšími podzemnými hľuzami, atraktívnou farbou a poskytuje vyšší výťažok rastlinného extraktu v porovnaní s inými variantmi tigrích orechov (Roselló-Soto et al., 2018a).

Horchata má osobitný postup prípravy, pričom hľuzy tigrích orechov sú najskôr namáčané 8-24 hodín vo vode (Corrales et al., 2012) v závislosti od vlastností orechov. Následne sa zomelú, vylisujú a získava sa tekutina s bielym, mliečnym vzhľadom. Získaný rastlinný výťažok sa môže zmiešať s cukrom (Gadanya et al., 2021) v množstve 100 - 120 g.l⁻¹ (Corrales et al., 2012). Prírodná horchata **má pH 6,30-6,80 a vysoký obsah škrobu**, preto sa nesmie zahrievať **nad 72 °C**, aby sa predišlo jej zhutnutiu, gélovaniu škrobu a zhoršeniu organoleptických vlastností (Cortés et al., 2005). Napriek vysokej výživnej hodnote a značnému trhovému potenciálu je jej širšie uplatnenie výrazne limitované **krátkou trvanlivosťou** (Selma et al., 2003). V súčasnosti sa horchata

v komerčných podmienkach predáva najmä ako čerstvý prírodný produkt bez ďalšieho tepelného technologického spracovania s prirodzene obsiahnutým škrobom (2,20 %) a tukom (2,50 %). Na spotrebiteľskom trhu sú však dostupné aj iné formy tohto rastlinného nápoja – prášková, prírodná pasterizovaná, sterilizovaná, koncentrovaná a kondenzovaná (Martín-Esparza and González-Martínez, 2016).

V poslednom období sa horchata zaraďuje medzi funkčné potraviny vďaka vysokému obsahu vlákniny, významnému podielu nenasýtených mastných kyselín (Wetters et al., 2024), vitamínov C, E (Ogbuagu and Airaodion, 2020), B1, B3, B7, B9 (Martín-Esparza and González-Martínez, 2016; Rubert et al., 2017), minerálnych látok (fosfor, horčík, draslík, vápnik, železo a zinok) a niektorých tráviacich enzýmov (Cortés et al., 2005; Ogbuagu and Airaodion, 2020). V porovnaní s kravským mliekom obsahuje vyššie hladiny železa, horčíka a sacharidov (Djomdi et al., 2020). Absencia laktózy, kazeínu, mliečnych bielkovín a cholesterolu robí z horchaty ideálny nápoj pre ľudí s intoleranciou gluténu alebo pre jednotlivcov, ktorí nemôžu konzumovať kravské mlieko (Subramaniam et al., 2019; Adesakin Funmilola and Obiekezie Smart, 2020). Vysoký obsah kyseliny olejovej a vitamínu E má pozitívny vplyv na hladinu cholesterolu, čím predchádza hypercholesterolémiou a hypertriglyceridémiou. Zistilo sa tiež, že má digestívne vlastnosti (pôsobí proti hnačke, nadúvaniu) a pomáha znižovať riziko rakoviny hrubého čreva (Bixquert-Jiménez, 2003). Horchata má nízky glykemický index a vysoký obsah arginínu, ktorý stimuluje produkciu inzulínu, čím sa stáva vhodným nápojom aj pre pacientov s *diabetes mellitus* (Roselló-Soto et al., 2018a). Arginín má navyše vazodilatačný účinok (Sánchez-Zapata et al., 2012), ktorý prispieva k prevencii aterosklerózy (Chukwuma et al., 2010). Horchata sa používa aj ako náhrada mlieka v jogurtoch, pri výrobe zmrzliny (Coşkuner et al., 2002) a iných fermentovaných potravín (Adebo and Gabriela Medina-Meza, 2020). Vďaka širokému spektru využitia si nachádza uplatnenie v produktoch založených na bezlaktózovej a vegánskej báze (Coşkuner et al., 2002) alebo pri vývoji nutraceutík (Gil-Chávez et al., 2013; Roselló-Soto et al., 2018b). Cieľom práce bolo preskúmať profil mastných kyselín a preventívno-terapeutický potenciál rastlinného nápoja zo šáchora jedlého (*C. esculentus* L.) – horchaty. Práca má zároveň prispieť k zvýšeniu informovanosti o produkte z hl'úz tigrieťa orecha, konkrétne o rastlinnom nápoji.

Materiál a metodika

Vzorky horchaty boli získané od špecializovanej firmy dovážajúcej hl'uzu *C. esculentus* L. z Valencie (Španielsko), ktorá je uznávaná ako hlavné produkčné centrum tejto plodiny v EU. Firma sa špecializuje na produkty z tigrích orechov, žltého variantu odrôd. Na analýzu bol použitý čerstvý komerčne dostupný prírodný produkt – horchata, získaná z lúpaných tigrích orechov, bez ďalšieho tepelného alebo technologického spracovania a bez použitia ďalších prísad (bez trstinového cukru, emulgátorov, konzervantov a i.).

Metylestery mastných kyselín (fatty acid methyl esters; FAME) boli extrahované petroléterom a analyzované plynovou chromatografiou (GC) s plameňovo-ionizačným detektorom (flame ionization detector; FID) na prístroji Agilent 6890A (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). Na separáciu bola použitá analytická kolóna DB-23 (Agilent Technologies 122-2361; 60 m x 250 µm x 0,15 µm). Kalibrácia kolóny bola vykonaná pomocou 37-zložkovej štandardnej zmesi Supelco (Supelco 47885-U; Sigma-Aldrich, Laramie, WY, USA). Pred dávkovaním do kolóny sa roztok FAME zriedil do vialky v pomere 50 µl roztoku FAME : 950 µl n-hexánu. Ako nosný plyn bolo použité hélium. Pre každú analýzu bol injektovaný objem 1 µl vzorky. Teplota injektora bola

250 °C a teplota detektora 280 °C. Ukazovateľom kvality bol elučný čas separovaných analytov, pričom chromatogramy vzoriek boli porovnávané s chromatogramom štandardu. Ukazovateľom kvantity bola plocha pod píkum sledovaného analytu. Výpočty boli realizované pomocou softvéru Agilent OpenLab ChemStation (OpenLab CDS ChemStation Edition B.04.01) (Knazicka et al., 2025). Získané údaje boli štatisticky vyhodnotené pomocou programu GraphPad Prism 8.0.1 (GraphPad Software Incorporated, San Diego, CA, USA). Výsledky sú prezentované ako aritmetický priemer so smerodajnou odchýlkou ($x \pm SD$). Signifikantnosť rozdielov medzi skupinami bola zistená nepárovým t -testom na úrovniach štatistickej významnosti ***($p < 0,001$); **($p < 0,01$); *($p < 0,05$).

Výsledky a diskusia

Hľuzy tigrích orechov a rastlinného nápoja – horchaty obsahujú vysoké množstvo mononenasýtených mastných kyselín (monounsaturated fatty acids; MUFA) 72,62-71,97 % (tab. 1), čo z nich robí hodnotnú potravinársku surovinu a výživný spotrebiteľský rastlinný produkt (Sánchez-Zapata et al., 2012). Medzi kľúčové polynenasýtené mastné kyseliny (polyunsaturated fatty acids; PUFA) v oboch hodnotených produktoch patrila najmä kyselina linolová ($C18:2_{cis\ n-6}$), ktorá tiež významne prispieva k zdraviu prospešnému profilu týchto produktov (Soto et al., 2018).

Tabuľka 1: Profil mastných kyselín (%) v hodnotených produktoch z *C. esculentus* L.

Mastná kyselina	Molárna hmotnosť (g/mol)	<i>C. esculentus</i> L.	
		Lúpaný tigrí orech – hľuza šáchora jedlého bez šupky ($x \pm SD$)	Horchata – rastlinný nápoj z hľuzy šáchora jedlého bez šupky ($x \pm SD$)
Kyselina palmitová ($C16:0$)	256,43	12,98 $\pm$ 0,024	13,26 $\pm$ 0,004**
Kyselina palmitoolejová ($C16:1$)	254,41	0,31 $\pm$ 0,003	0,32 $\pm$ 0,000*
Kyselina stearová ($C18:0$)	284,48	3,87 $\pm$ 0,009	4,05 $\pm$ 0,000**
Kyselina olejová ($C18:1_{cis\ n-9}$)	282,47	72,08 $\pm$ 0,027	71,65 $\pm$ 0,018**
Kyselina linolová ($C18:2_{cis\ n-6}$)	280,45	8,83 $\pm$ 0,003	8,57 $\pm$ 0,002***
Kyselina α -linolénová ($C18:3\ n-3$)	278,43	0,19 $\pm$ 0,001	0,17 $\pm$ 0,008
Kyselina arachidová ($C20:0$)	312,53	0,53 $\pm$ 0,000	0,53 $\pm$ 0,002
Kyselina cis -11-eikosenová ($C20:1\ n-9$)	310,51	0,23 $\pm$ 0,000	-
PUFA		9,03	8,74
MUFA		72,62	71,97
SFA		17,38	17,84

Vysvetlivky: $x \pm SD$ – aritmetický priemer $\pm$ smerodajná odchýlka; PUFA – polynenasýtené mastné kyseliny; MUFA – mononenasýtené mastné kyseliny; SFA – saturované (nasýtené) mastné kyseliny. Signifikantnosť rozdielov medzi skupinami bola zistená nepárovým t -testom na úrovniach štatistickej významnosti ***($p < 0,001$); **($p < 0,01$); *($p < 0,05$).

Vzorky tigrieťa orecha a horchaty majú z hľadiska benefitov pre zdravie človeka významné zastúpenie mastných kyselín. Výsledky z našej štúdie (tab. 1) preukázali, že s najvyšším podielom bola v tigrom orechu (72,08 %) aj v horchate (71,65 %) zastúpená kyselina olejová (*C18:1cis n-9*), ktorá významne znižuje riziko koronárnych ochorení srdca, hladinu lipoproteínov s nízkou hustotou (low-density lipoprotein; LDL cholesterolu), a zároveň môže prispieť k prevencii obezity a aterosklerózy (Hamad et al., 2021; Yu et al., 2022). Viacerí autori (Cortés et al., 2005; Roselló-Soto et al., 2018a,b; Zommara et al., 2024) potvrdzujú vysoký podiel kyseliny olejovej (~75 %) v tukovej zložke horchaty alebo jej vedľajších produktov.

V našej štúdii sme zistili, že v horchate bol vyšší ($p < 0,01$) obsah kyseliny palmitovej (*C16:0*) a kyseliny stearovej (*C18:0*) v porovnaní s hľuzami šáchora jedlého – lúpaným tigrím orechom, pričom ich negatívny dopad je pravdepodobne kompenzovaný vysokým zastúpením MUFA. Výhodou kyseliny stearovej je, že na rozdiel od väčšiny ostatných nasýtených mastných kyselín (saturated fatty acids; SFA) nezvyšuje hladiny LDL cholesterolu, ale naopak podporuje zvýšenie hladiny lipoproteínov s vysokou hustotou (high-density lipoprotein; HDL cholesterolu) (Mensink, 2005). Niektoré štúdie poukazujú na jej potenciálne preventívnu úlohu pri neurodegeneratívnych ochoreniach (Minger, 2025). Zastúpenie mastných kyselín v týchto hodnotených produktoch je veľmi podobné olivovému oleju (Sánchez-Zapata et al., 2012; Ezech et al., 2014; López-Marcos et al., 2015; Selma-Royo et al., 2022; Zommara et al., 2024).

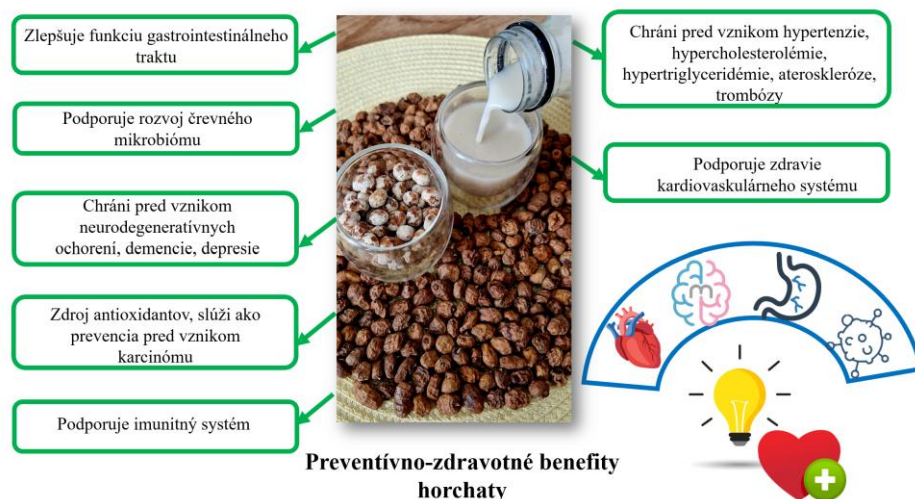
Olejová matrica horchaty obsahovala aj minoritné mastné kyseliny, ako sú kyselina arachidová (*C20:0*), palmitoolejová (*C16:1*) a kyselina α -linolénová (*C18:3 n-3*), ktoré boli prítomné vo frakcii pod 1,0 % (tab. 1). Kyselina arachidová prispieva k lepšej svalovej a kognitívnej výkonnosti (Djuricic and Calder, 2021), podieľa sa na obnove tkanív a významne pomáha ich regenerácii (Tallima and El Ridi, 2017). Kyselina palmitoolejová zvyšuje senzitivitu na inzulín, čím zohráva kľúčovú úlohu v regulácii glykémie a v prevencii vzniku *diabetes mellitus* (Pedersen et al., 2025). Zároveň sa podieľa na znižovaní hladiny triacylglycerolov v krvnom sére (Morse, 2015). Kyselina α -linolénová výrazne znižuje riziko vzniku kardiovaskulárnych ochorení, ischemickej choroby srdca, má antiaterosklerotické, protizápalové a antitrombotické účinky (Bertoni et al., 2023). Okrem toho prispieva k zvyšovaniu hladiny BDNF (brain-derived neurotrophic factor; mozgový neurotrofický faktor), ktorý je zodpovedný za rast a funkciu neurónov v mozgu (Miranda et al., 2019), a tým sa spája s antidepresívnymi účinkami v ľudskom organizme (Rezaei Kelishadi et al., 2021).

Záver

V súčasnosti sú podzemné hľuzy šáchora jedlého (*C. esculentus* L.) považované za cennú súčasť zdraviu prospešnej a vyváženej stravy, ktorá si vyžaduje väčšiu vedeckú pozornosť, rastúci spotrebiteľský záujem a širšie uplatnenie v potravinárskom priemysle. Rastúca popularita zdravého a rastlinného stravovania, podporovaná médiami a sociálnymi sieťami, prispieva k postupnému zviditeľňovaniu rastlinného nápoja – horchaty aj mimo tradičných krajín jeho spotreby, vrátane Slovenska. Vzhľadom na jeho jedinečnú chuť, široké možnosti využitia a významný zdravotný benefit (obr. 1) má horchata veľký potenciál byť hodnotným prvkom racionálnej výživy. Naše výsledky potvrdzujú, že horchata a tigrie orechy obsahujú vysoký podiel MUFA (najmä kyseliny olejovej) a PUFA (kyseliny linolovej), čo podčiarkuje ich význam ako funkčnej potraviny s preventívno-terapeutickými účinkami. Ďalší vedecký výskum bioaktívnych zlúčenín, optimalizácia technologických procesov a vysoká variabilita použitia môžu prispieť

k širšiemu využitiu horchaty v prevencii civilizačných ochorení a k posilneniu moderných trendov zdravej výživy.

Práca zdôrazňuje potrebu intenzívnejšieho vedeckého výskumu, zvýšenia spotrebiteľského povedomia o produkte z hlŕúz šáchora jedlého – o rastlinnom nápoji horchate a širšieho úsilia o začlenenie tigrieho orecha ako cennej plodiny do stravovacích návykov.



Obrázok 1: Vplyv konzumácie horchaty na zdravie človeka (Autor: D. Lenická)

Literatúra

- Adebo, O. A., Gabriela Medina-Meza, I. 2020. Impact of fermentation on the phenolic compounds and antioxidant activity of whole cereal grains: A mini review. *Molecules*, vol. 25, no. 4, pp. 927.
- Adenowo, A. F., Kazeem, M. I. 2020. Tiger nut as a functional food, pharmacological and industrial agent: A mini review. *Annals of Science and Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 31-38.
- Adesakin Funmilola, O., Obiekezie Smart, O. 2020. Bacteriological and nutritional assessment of tiger nut milk (kunun-aya) consumed by students of Nasarawa State University, Keffi Nigeria. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, vol. 6, no. 3, pp. 59-68.
- Bertoni, C., Abodi, M., D'Oria, V., et al. 2023. Alpha-Linolenic Acid and Cardiovascular Events: A Narrative Review. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 24, no. 18, pp. 14319.
- Bixquert-Jiménez, M. 2003. Horchata y Salud: Propiedades saludables y de prevención de enfermedades digestivas. *Fundación valenciana de estudios avanzados* (ed), Jornada Chufa y Horchata: tradición y salud. Valencia, Spain: Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 73-85.
- Cantalejo, M. J. 1997. Analysis of Volatile Components Derived from Raw and Roasted Earth-Almond (*Cyperus esculentus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 45, pp. 1853-1860.
- Chukwuma, E. R., Obioma, N., Christophe, O. I. 2010. The phytochemical composition and some biochemical effects of Nigerian tigernut (*Cyperus esculentus* L.) tuber. *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 9, no. 7, pp. 709-715.
- Corrales, M., De Souza, P. M., Stahl, M. R., et al. 2012. Effects of the decontamination of a fresh tiger nuts' milk beverage (horchata) with short-wave ultraviolet treatments (UV-C) on quality attributes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 43, pp. 163-168.
- Cortés, C., Esteve, M. J., Frígola, A., et al. 2005. Quality characteristics of horchata (a Spanish vegetable beverage) treated with pulsed electric fields during shelf-life. *Food Chemistry*, vol. 91, pp. 319-325.

- Coşkuner, Y., Ercan, R., Karababa, E., et al. 2002. Physical and chemical properties of chufa (*Cyperus esculentus* L.) tubers grown in the Çukurova region of Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 82, pp. 625-631.
- de Vries, F. T. 1991. Chufa (*Cyperus esculentus*, Cyperaceae): a weedy cultivar or a cultivated weed? *Econ. Bot.*, vol. 45, pp. 27-37.
- Djomdi, H. B., Gibert, O., Tran, T., et al. 2020. Innovation in Tigernut (*Cyperus esculentus* L.) Milk Production: *In Situ* Hydrolysis of Starch. *Polymers*, vol. 12, no. 6, pp. 1404.
- Djuricic, I., Calder, P. C. 2021. Beneficial Outcomes of Omega-6 and Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids on Human Health: An Update for 2021. *Nutrients*, vol. 13, pp. 2421.
- Ezeh, O., Gordon, M. H., Niranjana, K. 2014. Tiger nut oil (*Cyperus esculentus* L.): A review of its composition and physico-chemical properties. *European Journal of Lipid Science and Technology*, vol. 116, pp. 783-794.
- Gadanya, A. M., Abubakar, M. Y., Maigari, F. U., et al. 2021. Comparative analysis of nutrients content and characterization of oil from two varieties of tiger nut (*Cyperus esculentus*). *Asian Journal of Research in Biochemistry*, vol. 8, no. 1, pp. 11-21.
- Gil-Chávez, G. J., Villa, J. A., Ayala-Zavala, J. F., et al. 2013. Technologies for extraction and production of bioactive compounds to be used as nutraceuticals and food ingredients: An overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 12, no. 1, pp. 5-23.
- Hamad, M. N.-E. F., El-Bushuty, D. H. A., Abdallah, A. M. H. 2021. The Effect of Replacing Milk Fat with Vegetable Oils on Labneh Content of Omega-3, Omega-6 and Omega-9. *IJSRCH*, vol. 6, no. 4, pp. 38-48.
- Knazicka, Z., Galik, B., Novotna, I., et al. 2025. Enhancing Commercial Gourmet Oil Quality: The Role of Dried Cayenne Pepper Red (*Capsicum annuum* L.) as a Natural Additive. *Molecules*, vol. 30, no. 4, pp. 927.
- López-Marcos, M. C., Bailina, C., Viuda-Martos, M., et al. 2015. Properties of Dietary Fibers from Agroindustrial Coproducts as Source for Fiber-Enriched Foods. *Food and Bioprocess Technology*, vol. 8, pp. 2400-2408.
- Maduka, N., Francis, I. 2018. Tigernut Plant and Useful Application of Tigernut Tubers (*Cyperus esculentus*) – A Review. *Current Journal of Applied Science and Technology*, vol. 29, no. 3, pp. 1-23.
- Martín-Esparza, E., González-Martínez, C. 2016. Horchata de Chufa: A Traditional Spanish Beverage with Exceptional Organoleptic, Nutritive, and Functional Attributes. In: Kristbergsson, K., Ötles, S. (eds) *Functional Properties of Traditional Foods. Integrating Food Science and Engineering Knowledge Into the Food Chain*, vol. 12. Springer, Boston, MA. Dostupné na: https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7662-8_26
- Mensink, R. P. 2005. Effects of stearic acid on plasma lipid and lipoproteins in humans. *Lipids*, vol. 40, no. 12, pp. 1201-1205.
- Minger, D. 2025. Stearic Acid. Dr Sarah Ballantyne. 2025. *Nutrivore: Eat Any Food, Get Every Nutrient, and Transform Your Health*. 416 pages. S&S/Simon Element. Dostupné na: <https://nutrivore.com/nutrients/stearic-acid/>
- Miranda, M., Morici, J. F., Zanoni, M. B., et al. 2019. Brain-Derived Neurotrophic Factor: A Key Molecule for Memory in the Healthy and the Pathological Brain. *Frontiers in cellular neuroscience*, vol. 13, pp. 363.
- Morse, N. 2015. Are some health benefits of palmitoleic acid supplementation due to its effects on 5' adenosine monophosphate-activated protein kinase (AMPK)? *Lipid technology*, vol. 27, no. 12, pp. 278-281.
- Ogbuagu, E. O., Airaodion, A. I. 2020. Tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) boosts fertility in male Wistar rats. *Asian Research Journal of Gynaecology and Obstetrics*, vol. 3, no. 3, pp. 8-18.
- Pedersen, J., Hedegaard, B. S., Schmidt, E. B., et al. 2025. Monounsaturated Fatty Acids in Cardiovascular Disease: Intake, Individual Types, and Content in Adipose Tissue as a Biomarker of Endogenous Exposure. *Nutrients*, vol. 17, pp. 2509.

- Pelegrín, C. J., Ramos, M., Jiménez, A., et al. 2022. Chemical Composition and Bioactive Antioxidants Obtained by Microwave-Assisted Extraction of *Cyperus esculentus* L. By-products: A Valorization Approach. *Frontiers in Nutrition*, vol. 9, pp. 944830.
- Rezaei Kelishadi, M., Alavi Naeini, A., Askari, G., et al. 2021. The efficacy of alpha-lipoic acid in improving oxidative, inflammatory, and mood status in women with episodic migraine in a randomised, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *International Journal of Clinical Practice*, vol. 75, no. 9, pp. e14455.
- Roselló-Soto, E., Poojary, M. M., Barba, F. J., et al. 2018a. Thermal and non-thermal preservation techniques of tiger nuts' beverage "horchata de chufa". Implications for food safety, nutritional and quality properties. *Food Research International*, vol. 105, pp. 945-951.
- Roselló-Soto, E., Poojary, M. M., Barba, F. J., et al. 2018b. Tiger nut and its by-products valorization: From extraction of oil and valuable compounds to development of new healthy products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 45, pp. 306-312.
- Rubert, J., Monforte, A., Hurkova, K., et al. 2017. Untargeted metabolomics of fresh and heat treatment Tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) milks reveals further insight into food quality and nutrition. *Journal of Chromatography A*, vol. 1514, pp. 80-87.
- Sánchez-Zapata, E., Fernández-López, J., Angel Pérez-Alvarez, J. 2012. Tiger Nut (*Cyperus esculentus*) Commercialization: Health Aspects, Composition, Properties, and Food Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 11, pp. 366-377.
- Selma, M. V., Fernández, P. S., Valero, M., et al. 2003. Control of *Enterobacter aerogenes* by high-intensity pulsed electric fields in horchata, a Spanish low acid vegetable beverage. *Food microbiology*, vol. 20, no. 1, pp. 105-110.
- Selma-Royo, M., García-Mantrana, I., Collado, M. C., et al. 2022. Intake of Natural, Unprocessed Tiger Nuts (*Cyperus esculentus* L.) Drink Significantly Favors Intestinal Beneficial Bacteria in a Short Period of Time. *Nutrients*, vol. 14, no. 9, pp. 1709.
- Soto, E. R., Poojary, M. M., Barbara, F. J. 2018. Tiger nut and its by-products valorization: From extraction of oil and valuable compounds to development of new healthy products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 45, pp. 306-312.
- Subramaniam S., Selvaduray, K. R., Radhakrishnan, A. K. 2019. Bioactive compounds: Natural defense against cancer? *Biomolecules*, vol. 9, no. 12, pp. 758.
- Tallima, H., El Ridi, R. 2017. Arachidonic acid: Physiological roles and potential health benefits - A review. *Journal of advanced research*, vol. 11, pp. 33-41.
- Wetters, S., Häser, A., Ehrlich, T., et al. 2024. Tracing tiger nut (*C. esculentus* L.): functional food from the colossal *Cyperus* genus. *Eur. Food Res. Technol.*, vol. 250, pp. 225-238.
- Yu, Y., Lu, X., Zhang, T., et al. 2022. Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.): Nutrition, Processing, Function and Applications. *Foods*, vol. 11, no. 4, pp. 601.
- Zommara, M. A., Swelam, S., Raya-Álvarez, E., et al. 2024. Nutritional and potential health benefits of chufa oil, olive oil, and anhydrous milk fat against gallstone disease in a C57BL/6N mouse model. *Front. Nutr.*, vol. 11, pp. 1445484.

Pod'akovanie

Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore Nadácie SPP (č. 188092024: InnovaCell Nutrition Lab - inovácie výskumu a intenzifikácia kvality vzdelávania v oblasti Výživy ľudí) a za podpory projektu GA FAPZ SPU v Nitre (č. 2/2024_2026 Inovačný potenciál šáchora jedlého a perspektívy využitia jeho hľúz pre zvyšovanie kvality zdravia). Autori ďakujú spoločnosti Tigernut group, s.r.o. (Bratislava, SR) za poskytnutie rastlinného materiálu na vedecko-výskumné účely.

Kontaktná adresa

Ing. Dominika Lenická, PhD., FAPZ SPU v Nitre, Ústav rastlinnej produkcie, Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra; e-mail: dominika.lenicka@uniag.sk

Produkcia a kvalita mlieka v závislosti od sezóny narodenia prvôstok *Milk Yield and Quality in Relation to the Season of Birth of Primiparous Cows*

Mačuhová, L.¹, Tančin, V.^{1,2}, Mačuhová, J.³

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika

² Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Ústav chovu zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, Slovenská republika

³Institute for Agricultural Engineering, Vöttinger Str. 36, Freising, Germany

Súhrn

Táto štúdia analyzovala záznamy užítkovosti z jednej farmy s cieľom posúdiť vplyv sezóny narodenia (jar, leto, jeseň a zima; podľa astronomického členenia) a roku otelenia (2013, 2014, 2015, 2016, 2017) na 305-dňovú produkciu a zloženie mlieka (obsah laktózy, tuku, bielkovín (kg)) u dojníc plemena holštajn počas ich prvej laktácie. Sezóna narodenia nemala signifikantný vplyv ($P > 0,05$) ani na celkovú užítkovosť a ani na zloženie mlieka. Celková užítkovosť v závislosti od sezóny narodenia sa pohybovala od $7939,49 \pm 282,53$ kg (jeseň) do $8159,19 \pm 272,55$ kg (zima). Avšak celková užítkovosť aj zloženie mlieka (tuk, bielkoviny, laktóza) boli ovplyvnené rokom, v ktorom boli dojnice otelené. Celkovo výsledky naznačujú, že užítkovosť, ako aj zloženie mlieka dojníc na prvej laktácii závisia predovšetkým od manažmentu na hodnotenej farme.

Kľúčové slová: *dojnice, sezóna narodenia, sezóna otelenia, produkcia, zloženie mlieka*

Abstract

This study analysed milk production records from one farm to assess the effect of season of birth (spring, summer, autumn, and winter; according to astronomical classification) and year of calving (2013, 2014, 2015, 2016, 2017) on 305-day milk yield and composition (lactose, fat, protein content (kg)) in Holstein cows during their first lactation. Season of birth had no significant effect ($P > 0.05$) on either milk yield or composition. Milk yield across seasons ranged of birth ranged from 7939.49 ± 282.53 kg (autumn) to 8159.19 ± 272.55 kg (winter). In contrast, both total milk yield and milk composition (fat, protein, lactose) were influenced by the year of calving. Overall, the findings suggest that milk yield and composition of primiparous cows during the first lactation are primarily determined by farm management practices.

Key words: *dairy cows, birth season, calving seson, production, milk composition*

Úvod

Na užítkovosť dojníc má vplyv nielen genetika, ale aj prostredie v ktorom žijú, ako aj faktory pôsobiace na ich vývin v prenatalnom a ranom postnatálnom období. V súvislosti s globálnym otepľovaním sa začal intenzívnejšie skúmať výskyt a vplyv tepelného stresu na dojnú zvieratá (Barash et al., 1996; Hamzaoui et al., 2013; Mikláš et al., 2020; Mačuhová et al., 2023). Väčšina doterajších výskumov sa zameriavala najmä na jeho priame účinky počas laktácie, no čoraz viac štúdií poukazuje na to, že tepelný stres v období teľnosti, najmä v neskorej gravidite, môže mať dlhodobé negatívne následky na vyvíjajúci sa plod (Bauman a Currie, 1980; Tao a Dahl, 2013; Monteiro et al., 2016; Dado - Senn et al., 2020). V tomto štádiu totiž plod nadobúda až 60 % svojej hmotnosti a je na

pôsobenie stresu mimoriadne citlivý (Bauman a Currie, 1980). Výsledky štúdií ukazujú, že vystavenie dojníc tepelnému stresu v neskorej gravidite vedie k nižšej pôrodnej hmotnosti teliat, ich oslabenej imunite, zníženému príjmu krmiva a zhoršenej reprodukcii (Tao et al., 2012; Monteiro et al., 2016; Laporta et al., 2017).

Materiál a metodika

Údaje boli získané od Plemenárskych služieb SR z farmy nachádzajúcej sa na západe Slovenska v rokoch 2013 - 2017. Do štúdie boli zaradené kravy holštajnského plemena s ukončenou prvou laktáciou. Dĺžka laktácie kráv bola rôzna, preto bola dojivosť zvierat štandardizovaná na 305-dňovú laktáciu. Hodnotili sa produkčné vlastnosti (mlieková úžitkovosť (kg) a zloženie mlieka (laktóza, tuk, bielkoviny v kg) podľa sezóny narodenia a otelenia (každé v štyroch kategóriách, zima - 21. december až 20. marec, jar - 21. marec až 20. jún, leto - 21. jún až 22. september, jeseň - 23. september až 20. december) a roku narodenia jalovic (neuvádzané údaje v tejto štúdii). Štatistické vyhodnotenie údajov sa uskutočnilo pomocou ANOVA a Tukeyho post hoc testu pri viacnásobných porovnovaniach s použitím procedúry proc mixed programu SAS®9.4. Hladina významnosti bola stanovená na $P < 0,05$.

Výsledky a diskusia

Sezóna narodenia nemala signifikantný vplyv ($P > 0,05$) na žiadny z testovaných parametrov (Tabuľka 1). Podľa Toledo et al. (2020) kravy, ktoré sa narodili v letnom období (od júla do septembra), produkujú viac mlieka a bielkovín ako kravy narodené v zimnom období (od januára do marca). V tejto štúdii bola numericky najvyššia produkcia mlieka zaznamenaná u kráv narodených v zimnom období (8159 ± 273 kg), avšak rozdiely medzi jednotlivými sezónami boli štatisticky nepreukazné ($P = 0,9183$). Tento výsledok môže súvisieť aj tým, že hodnotená farma sa nachádza v južnej časti Slovenska, kde sú zimy miernejšie. Podobne ani Mikláš et al. (2020) nezistili vplyv sezóny narodenia na produkciu mlieka. Naopak, Van Eetvelde et al. (2017) uvádzajú najnižšiu produkciu mlieka pri dojniciach narodených v zimnom období.

Tabuľka 1: Vplyv sezóny narodenia prvôstok na hodnotené parametre

Sezóna narodenia	Jar	Leto	Jeseň	Zima	P
Celková úžitkovosť, kg	8054,65±318,80	8061,25±252,50	7939,49±282,53	8159,19±272,55	0,9183
Tuk, kg	288,22±8,03	293,23±7,91	279,04±9,17	285,89±8,46	0,5898
Bielkoviny, kg	278,75±6,34	282,03±6,25	280,08±7,24	283,59±6,68	0,9445
Laktóza, kg	397,12±10,97	400,98±10,80	396,12±12,53	406,47±11,56	0,9106

V tejto štúdii sa zistili významné rozdiely ($P > 0,05$) v mliekovej úžitkovosti medzi prvôstkami otelenými v hodnotených rokoch (Tabuľka 2). Pričom celková úžitkovosť bola z roka na rok vyššia. Toto poukazuje na zlepšujúci sa manažment na hodnotenej farme. Významné rozdiely boli aj v zložení mlieka (tuk, bielkoviny, laktóza; kg).

Tabuľka 2: Vplyv roku narodenia prvôstok na hodnotené parametre

Rok narodenia	2013	2014	2015	2016	2017	P
Celková						
úžitkovosť, kg	6734,39±318,80 ^a	7486,43±286,64 ^{ab}	8138,75±225,10 ^b	8742,82±261,11 ^c	9165,83±360,55 ^c	<0,0001
Tuk, kg	254,30±10,52 ^a	276,99±11,15 ^{ab}	307,36±7,37 ^b	293,95±7,46 ^c	304,12±11,97 ^c	0,001
Bielkoviny, kg	237,78±8,31 ^a	262,02±8,80 ^{ab}	285,91±5,82 ^b	297,74±5,89 ^{bc}	322,10±9,45 ^c	<0,0001
Laktóza, kg	330,92±14,37 ^a	374,68±15,23 ^a	409,52±10,07 ^{ab}	431,55±10,20 ^b	455,27±16,34 ^b	<0,0001

^{a,b,c} Priemery v tom istom stĺpci pri rovnakom faktore s nerovnakými písmenami sa od seba odlišujú na úrovni $P < 0,05$.

Záver

Na hodnotenej farme sezóna narodenia nemala významný vplyv na sledované parametre (celkovú úžitkovosť a zloženie mlieka). Avšak hodnotenie vplyvu tepelného alebo chladového stresu u kráv na potomstvo je dôležité z hľadiska prispôsobenia manažérskych postupov, aby sa predchádzalo v chove ich negatívnym následkom, respektíve sa zredukovali potenciálne negatívne vplyvy. Avšak rok narodenia prvôstok mal preukazný vplyv pri všetkých hodnotených parametroch. Výsledky poukazujú sa na dobrý manažment na hodnotenej farme.

Literatúra

- Barash, H., Silanikove, N., Weller, J. I. (1996). Effect of season of birth on milk, fat, and protein production of Israeli Holsteins. *Journal of Dairy Science*, vol. 79, no. 6, pp. 1016-1020. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76453-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76453-6)
- Bauman, D. E., Currie, W. B. (1980). Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science*, vol. 63, no. 9, pp. 1514-1529. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83111-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83111-0)
- Dado-Senn, B., Acosta, L. V., Rivera, M. T., Field, S. L., Marrero, M. G., Davidson, B. D., Tao, S., Fabris, T. F., Ortiz-Colón, G., Dahl, G. E., Laporta, J. 2020. Pre-and postnatal heat stress abatement affects dairy calf thermoregulation and performance. *Journal of Dairy Science*, vol. 103, no. 5, pp. 4822-4837. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17926>
- Hamzaoui, S. A. A. K., Salama, A. A. K., Albanell, E., Such, X., Caja, G. 2013. Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. *Journal of Dairy Science*, vol. 96 no. 10, pp. 6355-6365. <https://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6665>
- Laporta, J., Fabris, T., Skibieli, A., Powell, J., Hayen, M., Horvath, K., Horvath, E. K. Miller-Cushon, Dahl, G. E. 2017. In utero exposure to heat stress during late gestation has prolonged effects on the activity patterns and growth of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, vol. 100, no. 4, pp. 2976–84. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11993>
- Mačuhová, L., Mačuhová, J., Oravcová, M., Tančin, V. 2023. The effects of birth and calving seson and birth year on milk production and composition in first lactating cows. *Stočarstvo: Časopis za unapređenje stočarstva*, vol. 77, no. 1-2, pp. 56-63.
- Mikláš, Š., Tančin, V., Sláma, P., Čobirka, M., Uhrinčat, M., Vršková, M., Mačuhová, L. 2020. Effect of season and temperature before and after calving on the future milk production of born heifers. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, vol. 23, no. 4, pp. 224-229. <https://doi.org/10.15414/afz.2020.23.04.224-229>
- Monteiro, A., Guo J. R., Weng X. S., Ahmed B., Hayen M., Dahl G., Bernard J. K., Tao, S. 2016. Effect of maternal heat stress during the dry period on growth and metabolism

- of calves. *Journal of Dairy Science*, vol. 99, no. 5, pp. 3896-907. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10699>
- Tao, S., Monteiro, A., Thompson, I., Hayen, M., Dahl, G. 2012. Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *Journal of Animal Science*, 95, no. 12, pp. 7128-36. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5697>
- Tao, S., Dahl, G. E. 2013. Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *Journal of Dairy Science*, vol. 96, no. 7, pp. 4079-4093. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6278>
- Toledo, I. M., Monteiro, A. P., Dahl, G. E. 2020. Late-gestation seasonal effects on survival and milk production of first-lactation Holstein dairy cows. *Applied Animal Science*, vol. 36, no. 6, pp. 885-889. <https://doi.org/10.15232/aas.2020-02029>
- Van Eetvelde, M., Kamal, M. M., Vandaele, L., Opsomer, G. 2017. Season of birth is associated with first-lactation milk yield in Holstein Friesian cattle. *Animal*, vol. 11, no. 12, pp. 2252-2259. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001021>
- Young, B. A. 1983. Ruminant cold stress: Effect on production. *Journal of Animal Science*, vol. 57, no. 6, pp. 1601-1607. <https://doi.org/10.2527/jas1983.5761601x>

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená projektom APVV-18-0121 a v rámci partnerstva AGROECOLOGY prostredníctvom iniciatívy „*Fostering Agroecology at Farm and Landscape Levels*“, pod identifikačným kódom CUP I53C24002990006. Názov projektu "Agroecological Transition of the European Dairy Farming System (TEDY)".

Kontaktná adresa

Ing. Lucia Mačuhová, PhD., NPPC, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: lucia.macuhova@nppc.sk

Vplyv frekvencie dojenja na produkciu a zloženie mlieka pri dojniciach

The Effect of Milking Frequency on Milk Yield and Milk Composition in Dairy Cows

Mačuhová, L.¹, Tančin, V.^{1,2}, Mačuhová, J.³, Vršková, M.¹

¹NPPC, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika

² Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, Ústav chovu zvierat, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, Slovenská republika

³Institute for Agricultural Engineering and Animal Husbandry, Vöttinger Str. 36, Freising, Germany

Súhrn

Reakcia zvierat na rôznu frekvenciu dojenja závisí od plemena, poradia a štádia laktácie. Strata produkcie vplyvom frekvencie dojenja je výraznejšia na začiatku laktácie v porovnaní s neskorým. Súvisí to s anatómiou mliečnej žľazy, keďže podiel mlieka uloženého v cisterne sa počas laktácie mení. Zvieratá s veľkou cisternou produkujú viac mlieka a lepšie znášajú dlhšie intervaly medzi dojeniami ako s malou cisternou. Dojenie raz denne preferujú farmy z dôvodu rozširovania stáda, zníženia počtu pracovníkov, nedostatku krmiva, zvýšenej potreby veterinárnej starostlivosti a riadenia stáda. V stádach s vysokou produkciou mlieka je čoraz bežnejšie dojenie tri a viackrát denne. V praxi sa dojenie trikrát denne uplatňuje z viacerých dôvodov, ako sú efektívnejšie využitie dojárne, dojacieho robota, veľkosť stáda, snaha o maximalizáciu produkcie mlieka. Strata produkcie mlieka pri dojení raz denne v porovnaní s dvakrát denne sa pohybuje od 9 až do 31,2 % a nárast produkcie pri prechode na dojenie trikrát denne je 11,7 až 19,4 %. Frekvencia dojenja má vplyv aj na zloženie mlieka pri dojniciach (tuk, bielkoviny, laktóza).

Kľúčové slová: *frekvencia dojenja, produkcia, zloženie mlieka*

Abstract

The response of animals to different milking frequencies depends on breed, parity, and stage of lactation. Production loss due to milking frequency is more pronounced at the beginning of lactation compared to later stages. This is related to the anatomy of the mammary gland, as the proportion of milk stored in the cistern changes during lactation. Animals with a large cistern produce more milk and tolerate longer intervals between milkings better than those with a small cistern. Once-a-day milking is preferred on farms due to herd expansion, reduced labor, feed shortages, increased need for veterinary care, and herd management. In herds with high milk production, milking three or more times a day is becoming increasingly common. In practice, milking three times a day is applied for various reasons, such as more efficient use of the milking parlor, milking robot, herd size, and the effort to maximize milk production. The loss of milk production when milking once a day compared to twice a day ranges from 9 to 31.2%, while the increase in production when switching to three-times-a-day milking is 11.7 to 19.4%. Milking frequency also affects the composition of milk in dairy cows (fat, protein, lactose).

Key words: *frequency of milking, production, milk composition*

Úvod

Cicavce sa odlišujú od všetkých ostatných živočíšnych druhov schopnosťou produkovať mlieko v mliečnych žľazách, ktorým krmia svoje mláďatá. Mlieko obsahuje všetky základné živiny, ktoré sú nevyhnutné pre rast a vývoj mláďat. Nakoľko mlieko sa stalo významnou súčasťou ľudskej výživy viaceré plemená dojníc a malých prežúvavcov boli a sú šľachtené na produkciu mlieka v množstvách, ktoré presahujú potreby ich mláďat.

Možnosti získavania mlieka

Získavanie mlieka môže prebiehať cicaním (prirodzený spôsob) alebo dojením (ručné, strojové či robotizované dojenie). Dojenie je nevyhnutné na udržanie laktácie, aby nedošlo k ukončeniu tvorby mlieka. Pravidelné a správne vykonávané dojenie je kľúčové pre zdravie a welfare zvierat (Mačuhová et al., 2021). Na kompletne vydojenie mlieka, je nevyhnutné aby prebehol reflex ejekcie mlieka. Ide o vrodený nepodmienený reflex, ktorý prebieha na úrovni dvoch regulačných systémov: nervového a hormonálneho. Vzruchy z mliečnej žľazy vyvolané cicaním mláďat (Crowley a Armstrong, 1992) alebo ručnou či strojovou masážou vemena sú vedené nervovými cestami do mozgu (a to do hypotalamu). Po spracovaní signálu je z mozgu (neurohypofýzy) do krvi uvoľňovaný hormón oxytocín, nevyhnutný pre vyvolanie ejekcie mlieka. Uvoľnený oxytocín je krvným obehom prenášaný do mliečnej žľazy, kde sa viaže na špecifické membránové receptory nachádzajúce sa na myoepitelových bunkách (Zavizion et al., 1992), ktoré obopínajú alveoly a malé vnútroľalôčikové kanáliky a vyvoláva ich kontrakciu. Kontrakcia myoepitelových buniek zapríčiňuje sploštenie alveol, čím je mlieko vytláčané cez vývodné cesty do žľazovej a ceckovej cisterny, odkiaľ je mlieko prístupné pre získavanie (Bruckmaier a Blum, 1996; Mačuhová et al., 2004).

Čo ovplyvňuje výber frekvencie dojenia?

Zvieratá s veľkou cisternou produkujú viac mlieka a lepšie znášajú dlhšie intervaly medzi dojeniami ako zvieratá s malou cisternou, ktoré nedokážu efektívne presunúť alveolárne mlieko a spúšťa sa pri nich rýchlejšie inhibícia sekrécie mlieka (Knight et al., 1994; Ayadi et al., 2003). Pri dojniciach tvorí objem mlieka nachádzajúci sa v alveolárnej časti vemena prevažnú časť, pričom 12 hodín po dojení predstavuje 70 až 80 % celkového množstva mlieka (Bruckmaier et al., 1994; Ayadi et al., 2003). Na väčšine fariem sú dojnice dojené dvakrát denne, pričom interval medzi jednotlivými dojeniami býva rozvrhnutý rovnomerne – 12, poprípade 8 a 16 hodinový. V stádach s vysokou produkciou mlieka je však čoraz bežnejšie, že sú dojnice dojené častejšie, najmä s rozvojom automatizovaných dojacích systémov na farmách.

Vplyv frekvencie dojenia na úžitkovosť

Väčšina vedeckých štúdií zaoberajúca porovnávaním rôznych frekvencií dojenia sa zameriava na krátkodobé pokusy realizované v rôznych štádiách laktácie (Patton et al., 2006; Stelwagen et al., 1996; 2013). Reakcia zvierat na rôznu frekvenciu dojenia závisí od štádia laktácie, pričom strata produkcie býva výraznejšia na začiatku laktácie v porovnaní s neskorým (28 % vs. 13 %) (Carruthers et al., 1993; Stelwagen et al., 1996). Súvisí to s anatómiou mliečnej žľazy, keďže podiel mlieka uloženého v cisterne sa počas laktácie mení (Dewhurst et al., 1994; Caja et al., 2004). Krátkodobé štúdie (1 týždeň)

vykonané na dojniciach plemien frízske a jersejské v strednej fáze laktácie preukázali pri prechode z dvoch dojení denne na jedno pokles produkcie mlieka o 10 až 25 % (Knight et al., 1994). Carruthers et al., (1993) zaznamenali pokles dennej produkcie mlieka o 10-28 % v skorom až strednom štádiu laktácie a o 9-13 % v neskornej fáze laktácie v porovnaní s dojnícami dojenými dvakrát denne pri plemenách jersejské a frízske. Dojnice plemena holštajnsko-frízske dojené raz denne produkovali o 31,2 % menej mlieka a o 29,4 % menej mliečnych zložiek na kravu než dojené dvakrát denne. Dojnice plemena jersejské dojené raz denne produkovali o 22,1 % menej mlieka a o 19,9 % menej mliečnych zložiek na kus v porovnaní s dojnícami dojenými dvakrát denne (Clark et al., 2006). Pri porovnávaní dojení trikrát denne s raz denne bol zistený pokles v množstve získaného mlieka o 19,6 % za prvých 20 dní laktácie (Patton et al., 2006). Zvýšenie frekvencie dojenia na viac ako dvakrát denne vedie k zvýšeniu produkcie mlieka bez negatívneho vplyvu na zdravie zvierat. V praxi sa dojenie trikrát denne uplatňuje z viacerých dôvodov, ako sú - efektívnejšie využitie dojárne alebo dojacieho robota, veľkosť stáda, snaha o maximalizáciu produkcie mlieka. Dojenie trikrát denne zvyšuje produkciu mlieka o 11,7-19,4 % pri dojniciach plemena holštajnske (Allen et al., 1986). Reakcia na zvýšenú frekvenciu dojenia býva výraznejšia pri vysoko produktívnych zvieratách a pri prvôstkach (Allen et al., 1986, Klei et al., 1997). Erdman a Varner (1995) uvádzajú, že prechod z dvoch dojení na trikrát denne stabilne zvyšuje produkciu o priemerne 3,5 kg mlieka za deň. Dojnice holštajnskeho plemena v strednom štádiu laktácie pri dojení trikrát denne nadojili o 2,9 kg viac mlieka ako pri dojení dvakrát denne, pričom prvôstky dosiahli nárast produkcie o 7,5 % a dojnice na vyšších laktáciách o 5,8 % (Hart et al., 2013). Frekvencia dojenia je pozitívne korelovaná s výťažnosťou mlieka (Erdman a Varner, 1995). Toto sa prejavuje najmä na začiatku laktácie. Dojenie trikrát denne spôsobuje zvýšenie produkcie mlieka, ktoré pretrváva aj po znížení frekvencie späť na dvakrát denne (Pearson et al., 1979; Bar-Peled et al., 1995; Erdman a Varner, 1995; Hale et al., 2003; Dahl et al., 2004; Gigli et al., 2015). V štúdiách využívajúcich dojacie roboty sa ukázalo, že kravy sa pri voľnom prístupe doja priemerne 2,3 až 3,9-krát denne (Ipema; 1997; Mačuhová et al., 2003).

Vplyv frekvencie dojenia na zloženie mlieka

Carruthers et al. (1993) zistili pokles obsahu tuku, bielkovín a laktózy pri dojení raz denne v porovnaní s dojením dvakrát denne v strednom a neskorom štádiu laktácie, kedy pri plemene jersejské s nízkou koncentráciou bielkovín bol tuk 14,8 % a 9,9%; bielkoviny 17,5 a 9,3%; laktóza 20,2 a 14,7 % pri plemene jersejské s vysokou koncentráciou bielkovín tuk 12,9 a 7,5 %; bielkoviny 13,7 a 5,6%; laktóza 15,7 a 11,2 % pri plemene frízske tuk 18,2 a 11,2 %; bielkoviny 16,7 a 11,7 %; laktóza 18,4 a 15,2 %. Obsah bielkovín bol vyšší o 0,19 % pri kravách dojených raz denne v porovnaní s trikrát (Murphy et al., 2023). Podľa Patton et al. (2006) koncentrácia laktózy nebola ovplyvnená frekvenciou dojenia pri porovnaní dojení jeden a trikrát denne. Zistili aj vyšší obsah tuku (15,7 %) a bielkovín (10,2 %) (holštajnsko-frízske plemeno). Pomerne vysoké straty zaznamenali Clark et al. (2006) pri plemene holštajnsko-frízske v tuku (29,9 %), bielkovinách (28,8 %) aj laktóze (33 %) v porovnaní s plemenom jersejské pri dojení raz denne oproti dvakrát denne (tuk - 20,3 % bielkoviny - 19,3% a laktóza - 24,1%). Allen et al. (1986) pri plemene holštajnske zistili nárast množstva získaného tuku pri dojení trikrát denne v porovnaní s dvakrát denne od 8,5 po 17,5 %. Na úrovni laktácie Klei et al. (1997) zaznamenali mierny pokles koncentrácie bielkovín a kazeínu v mlieku, postačujúci na zníženie výťažnosti syra o 1,5 %. V percentuálnom zastúpení obsahu tuku

a laktózy neboli zistené významné rozdiely pri dojení šesť a trikrát denne pri plemene holštajnske na rozdiel od bielkovín, kedy pri dojení šesťkrát denne bol ich obsah nižší (3,00 vz. 3,06 %) (Eslamizad et al., 2010).

Záver

Frekvencia dojenja je ovplyvnená poradím laktácie, štádiom laktácie, plemenom a morfológiou vemena. Pri zvieratách s veľkými cisternami dochádza k vyššej tolerancii k nižšej frekvencii dojenja a nedochádza tak k vysokým stratám v produkcii mlieka.

Literatúra

- Allen D. B., DePeters E. J., Laben R. C. Three times a day milking: Effects on milk production, reproductive efficiency and udder health. *Journal of Dairy Science*, vol. 69, pp. 1441-1446. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80553-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80553-7)
- Ayadi, M., Caja, G., Such, X., Knight, CH., 2003. Use of ultrasonography to estimate cistern size and milk storage at different milking intervals in the udder of dairy cows. *The Journal of Dairy Research*, vol. 70, pp. 1-7. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.87303>
- Bar - Peled, U., Maltz, E., Bruckental, I., Folman, Y., Kali, Y., Gacitua, H., Lehrer, A. R., Knight, C. H., Robinson, B., Voet, H., Tagari, H., 1995. Relationship between frequent milking or suckling in early lactation and milk production of high producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 78, pp. 2726-2736. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(95\)76903-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(95)76903-x)
- Bruckmaier, R. M., Rothenanger, E., Blum, J. W., 1994. Measurement of mammary gland cistern size and determination of the cisternal milk fraction in dairy cows. *Milchwissenschaft*, vol. 49, pp. 543-546.
- Bruckmaier, R. M., Blum, J. W., 1996. Simultaneous recording of oxytocin release, milk ejection and milk flow during milking of dairy cows with and without prestimulation. *Journal of Dairy Research*, vol. 63, pp. 201-208. <https://doi.org/10.1017/s0022029900031708>
- Caja, G., Ayadi, M., Knight, CH., 2004. Changes in cisternal compartment based on stage of lactation and time since milk ejection in the udder of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 87, pp. 2409-2415. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73363-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73363-9)
- Crowley, R. W., Armstrong, W. E., 1992. Neurochemical regulation of oxytocin secretion in lactation. *Endocrinology Review*, vol. 13, pp. 33-65. <https://doi.org/10.1210/edrv-13-1-33>
- Clark, D. A., Phyn, C. V. C., Tong, M. J., Collis, S. J., Dalley, D. E., 2006. A systems comparison of once-versus twice-daily milking of pastured dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 89, pp. 1854-1862. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72254-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72254-8)
- Carruthers, V. R., Davis, S. R., Bryant, A. M., Henderson, H. V., Morris, C. A., Copeman, P. J., 1993. Response of Jersey and Friesian cows to once a day milking and prediction of response based on udder characteristics and milk composition. *Journal of Dairy Research*, vol. 60, pp. 1-11. <https://doi.org/10.1017/S0022029900027291>
- Dahl, G. E., Wallace, R. L., Shanks, R. D., Lueking, D., 2004. Hot topic: Effects of frequent milking in early lactation on milk yield and udder health. *Journal of dairy science*, vol. 87, pp. 882-885. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73232-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73232-4)
- Erdman, R. A., Varner, M. 1995. Fixed yield responses to increased milking frequency. *Journal of Dairy Science*, vol. 78, pp. 1199-1203. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76738-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76738-8)

- Gigli, I., Maizon, D. O., 2015. Cow management modulates gene expression in the mammary gland, a possible epigenetics role. *Livestock Science*, vol. 176, pp. 181-187. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.03.013>
- Dewhurst, R.J., Knight, CH., 1994. Relationship between milk storage characteristics and the short-term response of dairy cows to thrice-daily milking. *Animal Production*, vol. 58, pp. 181-187. <https://doi.org/10.1017/S1751731107658030>
- Hale, S.A., Capuco, A.V., Erdman, R. A., 2003. Milk yield and mammary growth effects due to increased milking frequency during early lactation. *Journal of Dairy Science*, vol. 86, pp. 2061-2071. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73795-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73795-3)
- Hart, K. D., McBride, B. W., Duffield, T. F., DeVries, T. J. 2013. Effect of milking frequency on the behavior and productivity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 96, pp. 6973-6985. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6764>
- Ipema, A. H. 1997. Integration of robotic milking in dairy housing systems review of cow traffic and milking capacity aspects. *Computers and Electronics in Agriculture*. vol. 17, pp. 79-94. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(96\)01224-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(96)01224-0)
- Klei, L. R., Lynch, J. M., Barbano, D. M., Oltenacu, P. A, Lednor, A. J, Bandler D. K. 1997. Influence of milking three times a day on milk quality. *Journal of Dairy Science*, vol. 80, pp. 427-436. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75954-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75954-X)
- Knight, CH., Hirst, D., Dewhurst, R. J. 1994. Milk accumulation and distribution in the bovine udder during the interval between milkings. *The Journal of Dairy Research*, vol. 61, pp. 167-177. <https://doi.org/10.1017/s0022029900028181>
- Mačuhová, L., Tančin, V., Mačuhová, J. 2021. Fyziologické a morfológické aspekty získavania mlieka bahníc. SPU v Nitre. 185 s., ISBN 978-80-552-2383-4
- Mačuhová, J., Tančin, V., Bruckmaier, R. M. 2004. Effects of oxytocin administration on oxytocin release and milk ejection. *Journal of Dairy Science*, vol. 87, pp. 1236-44. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(04\)73274-9](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(04)73274-9)
- Mačuhová, J., Tančin, V., Bruckmaier, R. M. 2003. Oxytocin release, milk ejection and milk removal in a multi-box automatic milking system. *Livestock Production Science*, vol. 81, pp. 139-147. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00304-4](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00304-4)
- Murphy, J. P., O'Donovan, M., McCarthy, K., Delaby, L., Sugrue, K., Galvin, N., Kennedy, E. 2023. A three-year comparison of once-a-day and twice-a-day milking in seasonal-calving pasture-based systems. *Journal of Dairy Science*, vol 106, pp. 8910-8925. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23379>
- Patton, J., Kenny, D. A., Mee, J. F., O'mara, F. P., Wathes, D. C., Cook, M., Murphy, J. J., 2006. Effect of milking frequency and diet on milk production, energy balance, and reproduction in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 89, pp. 1478-1487. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72215-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72215-9)
- Pearson, R. E., Fulton, L. A., Thompson, P. D., Smith, J. W. 1979. Three times a day milking during the first half of lactation. *Journal of Dairy Science*, vol. 62, pp. 1941-1950. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(79\)83526-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(79)83526-2)
- Stelwagen, K., Knight, CH., Farr, V.C., Davis, S. R., Prosser, C. G., McFadden, T. B. 1996. Continuous versus single drainage of milk from the bovine mammary gland during a 24 hour period. *Experimental Physiology*, vol. 81, pp.141-149. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.1996.sp003915>
- Stelwagen, K., Phyn, C. V. C., Davis, S. R., Guinard-Flament, J., Pomiès, D., Roche, J. R., Kay, J. K. 2013. Invited review: Reduced milking frequency: Milk production and management implications. *Journal of Dairy Science*, vol. 96, pp. 3401-3413. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6074>

Zavizion, B., Politis, I., Gorewit, R. C. 1992. Bovine mammary myoepithelial cells. 1. Isolation, culture, and characterization. *Journal of Dairy Science*, vol. 75, pp. 3367-3380. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(92\)78113-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(92)78113-2)

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená projektom APVV-18-0121 a v rámci partnerstva AGROECOLOGY prostredníctvom iniciatívy „*Fostering Agroecology at Farm and Landscape Levels*“, pod identifikačným kódom CUP I53C24002990006. Názov projektu "Agroecological Transition of the European Dairy Farming System (TEDY)".

Kontaktná adresa

Ing. Lucia Mačuhová, PhD., NPPC, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: lucia.macuhova@nppc.sk

Elektrolyty a esenciální stopové prvky v buvolím mléce *Electrolytes and Essential Trace Elements in Buffalo Milk*

Macharáčková, B., Bartáková, K., Králová, M., Doležalová, J., Bursová, Š.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Tato studie je zaměřena na stanovení elektrolytů sodíku, draslíku, vápníku, hořčíku a esenciálních stopových prvků zinku a železa v buvolím mléce. Celkem bylo vyšetřeno 37 vzorků buvolího mléka odebraného ze dvou farem. Vzorky byly mineralizovány směsí kyseliny dusičné a peroxidu vodíku. Po mikrovlnném rozkladu byla koncentrace jednotlivých prvků stanovena metodou plamenové atomové absorpční spektrometrie. Koncentrace elektrolytů v buvolím mléce farmy A se pohybovala v rozmezí od $246,14 \pm 81,54 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ u hořčíku do $1\,669,15 \pm 159,24 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ u vápníku. Koncentrace elektrolytů v buvolím mléce farmy B byla v rozmezí $223,78 \pm 29,63$ až $1\,542,80 \pm 298,63 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Koncentrace esenciálních stopových prvků se pohybovala v rozmezí $4,18 \pm 0,96$ až $6,06 \pm 1,19 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ v buvolím mléce farmy A, $3,86 \pm 0,61$ až $5,56 \pm 0,44 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ v buvolím mléce farmy B. Hlavními faktory, které ovlivňují koncentraci prvků v mléce, jsou rozdíly v plemenech, ve fázi laktace, záleží také na zdravotním stavu mléčné žlázy, podmínkách prostředí a stravě dojnic.

Klíčová slova: buvolí mléko, atomová absorpční spektrometrie, stopové prvky

Abstract

This study is focused on the determination of electrolytes sodium, potassium, calcium, magnesium and essential trace elements zinc and iron in buffalo milk. A total of 37 samples of buffalo milk collected from two farms were examined. The samples were mineralized with a mixture of nitric acid and hydrogen peroxide. After microwave digestion, the concentration of individual elements was determined by flame atomic absorption spectrometry. The concentration of electrolytes in buffalo milk from farm A ranged from $246.14 \pm 81.54 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ for magnesium to $1,669.15 \pm 159.24 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ for calcium. The concentration of electrolytes in buffalo milk from farm B ranged from 223.78 ± 29.63 to $1,542.80 \pm 298.63 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. The concentration of essential trace elements ranged from 4.18 ± 0.96 to $6.06 \pm 1.19 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ in buffalo milk from farm A, 3.86 ± 0.61 to $5.56 \pm 0.44 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ in buffalo milk from farm B. The main factors influencing the concentration of elements in milk are differences in breeds, lactation stage, and also depend on the health status of the mammary gland, environmental conditions, and diet of dairy cows.

Keywords: buffalo milk, atomic absorption spectrometry, trace elements

Úvod

Mléko obsahuje esenciální živiny a minerály, které dodávají energii a podporují růst všech věkových skupin (Frederic, 2005). Přibližně 87 % celosvětové produkce mléka lze získat z krav, koz a ovcí (Kandhro et al., 2022). Mléko obsahuje $\leq 1 \%$ (w/w) minerálů, které jsou dobré zdroje elektrolytů a esenciálních stopových prvků, nezbytných pro růst kojenců a malých dětí. Elektrolyty a základní stopové prvky v mléce jsou distribuovány jako difuzní (rozpuštěné) a nedifuzní (koloidní) frakce. K, Na a chloridové ionty jsou přítomny v difuzní formě, zatímco Ca, anorganický fosfát a Mg jsou částečně vázány na

kaseinové micely (Kandhro et al., 2022). Obecně ≥ 1000 mg/l Ca se nachází v mléce, které je spojeno s fosforylovými zbytky kaseinu (Holt, 2004).

Produkce buvolího mléka v roce 2020 byla druhá největší na světě, přibližně 134 milionů tun po produkci kravského mléka se 718 miliony tun (Fantuz et al., 2022). Většina buvolího mléka je produkována v Asii (Indie a Pákistán jako hlavní producenti), kde se konzumuje čerstvé (obvykle po odstředění, někdy smíchané s kravským mlékem), popř. používané k produkci mléčných výrobků (smetana, máslo, jogurt a mnoho druhů sýrů). Hlavním producentem buvolího mléka v Evropě je Itálie, kde se buvolí mléko používá k výrobě sýrů Mozzarella a Ricotta, vyrobeného z buvolího mléka ve specifické oblasti jižní Itálie, zejména v regionu Kampánie (Fantuz et al., 2022).

Materiál a metodika

Vzorky buvolího mléka byly odebírány ze dvou různých farem. Analýza prvků je součástí dílčího výzkumu probíhajícího na Ústavu hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie (VETUNI). Do konce července 2025 bylo vyšetřeno celkem 37 vzorků mléka, z toho 28 vzorků mléka z farmy A, 9 vzorků z farmy B. Z farmy A byly odebrány individuální a bazénové vzorky. Z farmy B byly odebrány pouze bazénové vzorky. Ke stanovení jednotlivých prvků (Na, K, Ca, Mg, Zn a Fe) byly vzorky nejprve mineralizovány směsí kyseliny dusičné (1:1) a peroxidu vodíku. Jednotlivé prvky byly stanoveny metodou plamenové atomové absorpční spektrometrie FAAS. Každý vzorek byl změřen třikrát, výsledná hodnota byla dána průměrem těchto tří měření. Správnost metody byla ověřena pomocí standardního referenčního materiálu 1566 b (Oyster tissue, National Institute of Standards and Technology U.S.). Deklarovaný obsah prvků v referenčním materiálu je Na ($3\,297 \pm 53$ mg·kg⁻¹), K ($6\,520 \pm 90$ mg·kg⁻¹), Ca (838 ± 20 mg·kg⁻¹), Mg ($1\,085 \pm 23$ mg·kg⁻¹), Zn ($1\,424 \pm 46$ mg·kg⁻¹) a Fe ($205,8 \pm 6,8$ mg·kg⁻¹). Referenční materiál byl rozložen a proměřen stejnou metodou jako vzorky. Výsledky byly statisticky vyhodnoceny v programu Excel (Microsoft, USA). Parametry měření jednotlivých prvků jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Parametry měření a stanovení jednotlivých prvků

Prvek	Vlnová délka λ (nm)	Limit detekce LOD (mg.l ⁻¹)	Limit stanovení LOQ (mg.l ⁻¹)	Citlivost stanovení (mg.l ⁻¹)	R ²	Regresní rovnice $y = a + bx$
Na	589,582	0,0821	0,2961	0,4593	0,9950	$y=0,0406+0,4593x$
K	769,897	0,2050	0,7427	0,2097	0,9945	$y=0,0299+0,2174x$
Ca	422,673	0,1356	0,4786	0,2552	0,9903	$y=0,0171+0,2552x$
Mg	202,582	0,5410	1,931	0,0215	0,9909	$y=0,0056+0,0215x$
Zn	213,857	0,0990	0,3400	0,3107	0,9796	$y=0,0118+0,3107x$
Fe	248,327	0,1855	0,6779	0,0316	0,9955	$y=0,0023+0,0316x$

Výsledky a diskuze

Průměrná koncentrace vápníku u farmy A byla $1\,669,15 \pm 159,24$ mg.kg⁻¹, u farmy B $1\,542,80 \pm 298,63$ mg.kg⁻¹. Ještě vyšší hodnotu vápníku stanovil Singh et al. (2019) ve své studii, která se zabývala stanovením devíti minerálních prvků (Ca, Mg, Na, K, P, Zn, Fe a Mn) rovněž pomocí metody AAS. V dané studii bylo analyzováno mléko tří různých druhů, a to krav (Sahiwal a Tharparkar), buvolů (Murrah) a koz (Alpine x Beetle) z Indie. Stanovená koncentrace vápníku v této studii byla $2\,042,3 \pm 79,8$ mg.kg⁻¹. Ve studii Singh

et al. (2019) mezi studovanými druhy mlék mělo buvolí mléko nejvyšší obsah Ca, P a Mg. Obsah sodíku byl zjištěn nejnižší v buvolím mléce ($423,9 \pm 8,2 \text{ mg.kg}^{-1}$) a draslík byl zjištěn významně vyšší v kozím mléce ($1\,748,5 \pm 48,5 \text{ mg.kg}^{-1}$). Draslík byl hlavním minerálem v kravském a kozím mléce, zatímco vápník byl hlavním minerálem v buvolím mléce. Data o distribuci minerálů naznačují, že koloidní minerály byly nejvyšší v buvolím mléce, následovaném kozím a kravským mlékem. Podobná koncentrace sodíku byla zjištěna i v našem výzkumu ($507,56 \pm 187,67 \text{ mg.kg}^{-1}$ u farmy A, resp. $439,95 \pm 46,29 \text{ mg.kg}^{-1}$ u farmy B). Naše stanovené hodnoty draslíku ($964,64 \pm 147,19 \text{ mg.kg}^{-1}$ farma A, resp. $968,38 \pm 114,85 \text{ mg.kg}^{-1}$ farma B) odpovídají zjištěné hodnotě draslíku v buvolím mléce v této studii ($1\,180,5 \pm 78,0 \text{ mg.kg}^{-1}$).

Naměřené koncentrace jednotlivých prvků jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Stanovená koncentrace jednotlivých prvků v buvolím mléce

Koncentrace v buvolím mléce	prvků	Farma A	Farma B
c (mg.kg ⁻¹)			
Na		$507,56 \pm 187,67$	$439,95 \pm 46,29$
K		$964,64 \pm 147,19$	$968,38 \pm 114,85$
Ca		$1\,669,15 \pm 159,24$	$1\,542,80 \pm 298,63$
Mg		$246,14 \pm 81,54$	$223,78 \pm 29,63$
Zn		$6,06 \pm 1,19$	$5,56 \pm 0,44$
Fe		$4,18 \pm 0,96$	$3,86 \pm 0,61$

Stanovením stopových prvků v 68 vzorcích mléka odebraných z buvolích farem na území známém jako „Země ohňů“ („Land of Fires“) v regionu Kampánie (Itálie) se zabýval Esposito et al. (2017). Přestože po mikrovlnném rozkladu použil jinou analytickou metodu (ICP-MS) než AAS, tak jejich naměřená hodnota stopového prvku zinku ($5,74 \pm 1,3 \text{ mg.kg}^{-1}$) koresponduje s našimi stanovenými hodnotami: $6,06 \pm 1,19 \text{ mg.kg}^{-1}$ u farmy A, resp. $5,56 \pm 0,44 \text{ mg.kg}^{-1}$ u farmy B.

Měřením elektrolytů vápníku, draslíku, hořčíku, sodíku, fosforu a esenciálních stopových prvků železa, zinku, mědi a selenu ve vzorcích mléka různých druhů skotu (krávy, buvolky, kozy, ovce a velbloudi) a lidí, v celkové a rozpustné formě mléka (syrovátka), se zabýval Kandhro et al. (2022). Koncentrace naměřených prvků v buvolím mléce byla $438 \pm 24 \text{ mg.kg}^{-1}$ sodíku, $833 \pm 100 \text{ mg.kg}^{-1}$ draslíku, $1\,182 \pm 150 \text{ mg.kg}^{-1}$ vápníku, $76 \pm 5,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ hořčíku, $1\,100 \pm 39 \text{ mg.kg}^{-1}$ fosforu, $4,51 \pm 0,45 \text{ mg.kg}^{-1}$ zinku, $0,93 \pm 0,15 \text{ mg.kg}^{-1}$ železa, $22,5 \pm 0,95 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1}$ mědi a $13,8 \pm 0,89 \text{ } \mu\text{g.kg}^{-1}$ selenu. Množství sodíku stanovené v buvolím mléce ($438 \pm 24 \text{ mg.kg}^{-1}$) je téměř shodné s námi stanovenou hodnotou sodíku u farmy B ($439,95 \pm 46,29 \text{ mg.kg}^{-1}$). Rovněž naměřené hodnoty koncentrací K a Zn odpovídají našim naměřeným hodnotám. Námi naměřené hodnoty Ca, Mg a Fe jsou na rozdíl od této studie nepatrně vyšší.

Publikované údaje o koncentracích chemických prvků v mléce vykazují rozdíly, zejména u stopových prvků. Dostupné literární údaje o složení mléka jsou odvozeny z experimentálních pozorování provedených na různých místech, a proto odrážejí rozdíly v plemenech, managementu a podmínkách prostředí (Abd El-Salam, M. H. and El-Shibiny, S., 2011). Plemeno, fáze laktace a zdravotní stav mléčné žlázy jsou hlavními faktory ovlivňujícími koncentraci makrominerálů v mléce, zatímco strava má údajně relativně malý vliv na koncentraci většiny prvků (Fantuz et al., 2022). Nicméně podle Stocca et al. (2016) je strava důležitým faktorem při určování rozdílů v obsahu

makromineralů v mléce z různých stád buvolů. Variabilita v literárních údajích navíc závisí na různých metodách analýzy použitých v publikovaných studiích.

Závěr

Koncentrace elektrolytů a esenciálních stopových prvků byly stanovovány v buvolím mléce ze dvou farem v ČR. Na stanovení jednotlivých prvků bylo celkem analyzováno 37 buvolích mlék. Nejvyšší naměřená průměrná koncentrace byla zjištěna u vápníku ($1\,669,15 \pm 159,24 \text{ mg.kg}^{-1}$) v buvolím mléce farmy A. Z měřených elektrolytů byla nejnižší stanovená hodnota u hořčíku v buvolím mléce farmy B ($223,78 \pm 29,63 \text{ mg.kg}^{-1}$). Z esenciálních stopových prvků byla stanovena nejvyšší koncentrace u zinku v buvolím mléce farmy A ($6,06 \pm 1,19 \text{ mg.kg}^{-1}$) a nejnižší koncentrace u železa ($3,86 \pm 0,61 \text{ mg.kg}^{-1}$) v buvolím mléce farmy B. Publikované údaje o koncentracích chemických prvků v mléce vykazují rozdíly, zejména u stopových prvků. Hlavními faktory ovlivňujícími koncentraci prvků v mléce jsou rozdíly v plemenech, ve fázi laktace, záleží také na zdravotním stavu mléčné žlázy, podmínkách prostředí a stravě dojnic.

Literatura

- Abd El-Salam, M. H., El-Shibiny, S., 2011. A comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk. *Dairy science & technology*, vol. 91, no.6, pp. 663-699. <https://doi.org/10.1007/s13594-011-0029-2>
- Fantuz, F., Todini, L., Ferraro, S., Fatica, A., Marcantoni, F., Zannotti, M., Salimei, E. 2022. Macro minerals and trace elements in milk of dairy buffaloes and cows reared in mediterranean areas. *Beverages*, vol. 8, no. 3, 51. <https://doi.org/10.3390/beverages8030051>
- Frederic, G. 2005. The minerals of milk. *Reprod. Nutr. Dev.* vol. 45, no. 4, pp. 473–483. <https://doi.org/10.1051/rnd:2005030>
- Holt, C. 2004. An equilibrium thermodynamic model of the sequestration of calcium phosphate by casein micelles and its application to the calculation of the partition of salts in milk. *Eur. Biophys. J.*, vol. 33, no. 5, pp. 421–434. DOI: [10.1007/s00249-003-0377-9](https://doi.org/10.1007/s00249-003-0377-9)
- Kandhro, F., Kazi, T. G., Afridi, H. I., Baig, J. A., 2022. Compare the nutritional status of essential minerals in milk of different cattle and humans: Estimated daily intake for children. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 105, 104214. DOI: [10.1016/j.jfca.2021.104214](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104214)
- Singh, M., Sharma, R., Ranvir, S., Gandhi, K., Mann, B., 2019. Profiling and distribution of minerals content in cow, buffalo and goat milk. *Indian Journal of Dairy Science*, vol. 72, no. 5, pp. 480-488. <https://doi.org/10.33785/IJDS.2019.v72i05.004>
- Stocco, G., Cipolat-Gotet, C., Bonfatti, V., Schiavon, S., Bittante, G., Cecchinato, A., 2016. Variations in major mineral contents of Mediterranean buffalo milk and application of Fourier-transform infrared spectroscopy for their prediction. *Journal of Dairy Science*, vol. 99, no. 11, pp. 8680-8686. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11303>

Poděkování

Tato práce byla finančně podpořena projektem Interní tvůrčí agentury VETUNI č. 2025ITA21.

Kontaktní adresa

Ing. Blanka Macharáčková, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: macharackovab@vfu.cz

Stanovení vápníku a zinku v alternativních potravinách *Determination of Calcium and Zinc in Alternative Foods*

Macharáčková, B., Kučerová, K.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem této práce bylo stanovení koncentrace vápníku a zinku v alternativních potravinách, konkrétně v rostlinných alternativách sýrů ve srovnání s pravými sýry. Celkem bylo analyzováno 42 vzorků z tržní sítě České republiky. Vzorky byly rozděleny do 6 kategorií, a to na tvrdé sýry, plátkové sýry, plísňové sýry, mozzarellové sýry, strouhané sýry a sýry speciální. Koncentrace vápníku a zinku byla stanovena metodou atomové absorpční spektrometrie (AAS). Výsledky ukázaly významné rozdíly v koncentracích vápníku a zinku mezi oběma skupinami, což může mít důsledky pro spotřebitele hledající nutričně vyvážené alternativy k tradičním sýrům. Nejvyšší průměrnou koncentraci vápníku vykazovala kategorie analogů strouhaných sýrů, která dosahovala hodnoty $2\,448,97 \pm 93,22$ mg/kg. Naopak nejnižší průměrná koncentrace vápníku byla zjištěna u analogů tvrdých sýrů, které obsahovaly $186,9 \pm 10,37$ mg/kg vápníku. Co se týče zinku, nejvyšší průměrná koncentrace byla nalezena u analogů plísňových sýrů, a to $30,88 \pm 1,24$ mg/kg. Nejnižší obsah zinku byl zaznamenán u analogů plátkových sýrů, které obsahovaly pouze $0,36 \pm 0,072$ mg/kg zinku.

Klíčová slova: *vegetariánství, rostlinné alternativy sýrů, atomová absorpční spektrometrie*

Abstract

The aim of this work was to determine the concentration of calcium and zinc in alternative foods, specifically in plant-based cheese alternatives compared to real cheeses. A total of 42 samples from the retail network in the Czech Republic were analyzed. The samples were divided into 6 categories, namely hard cheeses, sliced cheeses, mold-ripened cheeses, mozzarella cheeses, grated cheeses and special cheeses. The concentration of calcium and zinc were determined using atomic absorption spectrometry (AAS). The results showed significant differences in calcium and zinc concentrations between the two groups, which may have implications for consumers looking for nutritionally balanced alternatives to traditional cheeses. The highest average calcium concentration was found in the category of grated cheese analogues, with a value of $2,448.97 \pm 93.22$ mg/kg. On the contrary, the lowest average calcium concentration was found in the hard cheeses analogues, which contained 186.9 ± 10.37 mg/kg of calcium. As for zinc, the highest average concentration was found in the category of mold-ripened cheeses analogues, with 30.88 ± 1.24 mg/kg. The lowest zinc content was recorded in sliced cheeses analogues, which contained only 0.36 ± 0.072 mg/kg of zinc.

Keywords: *vegetarianism, plant-based cheese alternatives, atomic absorption spectroscopy*

Úvod

Vegetariánská a polovegetariánská strava je mezi naší populací stále populárnější. Dokonce i veganská dieta, s vyloučením masa, ryb, mléčných výrobků a vajec, získává stále větší popularitu, zejména mezi mladšími lidmi. Ačkoli je veganské stravě přisuzováno několik příznivých zdravotních důsledků, obavy ohledně úplnosti tohoto

stravování stále přetrvávají. Existuje reálný dojem, že vegetariánská, a zejména veganská strava má nedostatek důležitých živin včetně bílkovin, vápníku, zinku, železa a vitamínu B12.

Vápník je jedna ze základních živin pro lidské tělo. Všechny živé buňky v těle jej potřebují k jejich životaschopnosti. Vápník zastává řadu dalších specifických funkcí v našem těle. Většina vápníku, tudíž až 99 % vápníku přítomného v těle, se nachází v kostech, menší množství se nachází v zubech. Zbytek (<1 %) se nachází v měkkých tkáních a tělních tekutinách (Theobald, 2005). Vápník je nezbytný pro růst kostí, tudíž jejich mineralizaci. Vápník má kromě kosterní funkce také řadu dalších. Hraje roli při kontrakci svalů (včetně srdečního svalu), sekreci neurotransmiterů, trávení a srážení krve. Hlavním zdrojem vápníku je mléko a mléčné výrobky, následují obiloviny a výrobky z obilovin. Přínos obilovin je vysoký, ačkoli nejsou bohatým zdrojem, konzumují se v poměrně velkém množství, a také jsou některé výrobky z obilovin obohaceny vápníkem. Dalšími zdroji vápníku jsou rostlinné potraviny, včetně sójových bobů, a některé živočišné produkty (Theobald, 2005).

Zinek je velmi důležitým minerálem pro lidský organismus. Patří mezi esenciální stopové prvky, což znamená, že je nezbytný pro správné fungování těla, ale tělo ho nedokáže samo produkovat a musí ho přijímat z vnějších zdrojů jako je potrava. Zinek je součástí mnoha enzymů a proteinů v těle a hraje klíčovou roli v různých fyziologických procesech, včetně imunitního systému, růstu a vývoje a hojení ran (Rose et al., 2010). Mezi dobré zdroje zinku patří červené maso, jako je hovězí, vepřové, jehněčí a další druhy. Celozrnná pšenice a výrobky z ní, jako jsou chléb, těstoviny a cereálie, mohou také obsahovat značné množství zinku. Dalším zdrojem zinku jsou rozinky, které lze snadno zařadit do stravy jako svačinu nebo součást müsli. Nerafinované obiloviny, jako jsou oves, ječmen, quinoa a pohanka, jsou také dobrým zdrojem zinku. Je však důležité si uvědomit, že ačkoliv mají tyto potraviny vysoký obsah zinku, dostupnost tohoto minerálu může být nižší kvůli obsahu inhibitorů absorpce zinku, jako jsou fytáty. Mléko, ovoce a zelenina mají nízký obsah zinku (Aguilar et al., 2009). Lepším zdrojem biologicky dostupného zinku jsou potraviny živočišného původu než rostlinného původu (Kvasničková, 1998).

Materiál a metodika

Vápník a zinek byly stanoven celkem u 42 vzorků sýrů zakoupených v tržní síti v České republice. Celkem bylo analyzováno 27 vzorků analogů sýrů a 15 pravých sýrů. Sýry pocházely od různých výrobců z České republiky, Bulharska, Německa, Polska, Francie, Řecka a Itálie. Jejich odběr a analýza byla provedena v létě 2024.

Analyzované výrobky byly rozděleny do následujících skupin: tvrdé sýry, plísňové sýry, plátkové sýry, mozzarellové sýry a strouhané sýry. Stanovení obsahu vápníku a zinku bylo provedeno atomovou absorpční spektrometrií. Vzorky byly nejdříve zmineralizovány za pomoci 6 ml HNO_3 (1:1) a 1 ml 30 % H_2O_2 a poté změřeny metodou plamenové atomové absorpční spektrometrie (FAAS). Pro kalibraci přístroje byla vytvořena kalibrační řada pomocí standardu zinku ($1,000 \pm 0,002$ g/l) a standardu vápníku ($1,000 \pm 0,002$ g/l). Standard byl naředěn na koncentrace 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0 ppm pro vytvoření kalibrační křivky. Koncentrace zinku byla měřena při vlnové délce 213,857 nm. Kalibrační křivka vápníku v ionizačním pufru byla měřena při vlnové délce 422,7 nm. Měření každého vzorku bylo provedeno třikrát, výsledná hodnota je aritmetickým průměrem těchto měření.

Správnost metody byla ověřena pomocí standardního referenčního materiálu 1566 b (Oyster tissue, National Institute of Standards and Technology U.S.). Deklarovaný obsah

Zn v referenčním materiálu je $1\,424 \pm 46$ mg/kg a Ca 838 ± 20 mg/kg. Referenční materiál byl rozložen a proměřen stejnou metodou jako vzorky. Výsledky byly statisticky vyhodnoceny pomocí programu Microsoft Office Excel 2007. Pro statistické zpracování dat byla použita jednofaktorová analýza variance (ANOVA). Tento test byl zvolen pro porovnání průměrných hodnot mezi jednotlivými skupinami. Hodnota $p < 0,05$ byla považována za indikátor statisticky významného rozdílu mezi porovnávanými skupinami.

Výsledky a diskuze

Nejnižší koncentrace vápníku u rostlinných analogů byla stanovena ve skupině tvrdých sýrů. Průměrná hodnota vápníku v tvrdých rostlinných analogích sýrů byla $186,9 \pm 10,37$ mg/kg. Průměrná hodnota vápníku v tvrdých pravých sýrech byla $8\,561,42 \pm 158,55$ mg/kg. Rozdíl mezi tvrdými živočišnými a rostlinnými sýry byl statisticky vysoce významný ($p < 0,01$). Koncentrace vápníku v jednotlivých kategoriích pravých sýrů a jejich analogů jsou uvedeny v tabulce 1.

Naměřené výsledky odpovídají závěrům studie Clegga et al. (2021), kteří také potvrdili výrazně vyšší obsah vápníku v konvenčních sýrech ve srovnání s rostlinnými alternativami. Podle databáze Nutridatabaze.cz (2022) je referenční hodnota pro eidam 952 mg/100 g, což odpovídá 9 520 mg/kg. Z tohoto srovnání vyplývá, že naměřená průměrná hodnota vápníku v tvrdých sýrech je výrazně nižší než referenční hodnota pro eidam, a to přibližně 51krát méně. Tento rozdíl může být způsoben různým technologickým zpracováním jednotlivých sýrů, jejich složením nebo specifickými vlastnostmi vzorků analyzovaných v rámci studie.

Nejvyšší koncentrace vápníku v rostlinných analogích sýrů byla u skupiny strouhaných sýrů, s průměrnou koncentrací vápníku $2\,448,97 \pm 93,22$ mg/kg. Je tedy zřejmé, že v obsahu vápníku se rostlinné alternativy od pravých sýrů zásadně liší. Dle statistického zpracování byl zjištěn statisticky vysoce významný rozdíl v sýrech tvrdých a plátkových oproti jejich rostlinným náhražkám. Naměřené hodnoty korespondují se závěry studie Clegga et al. (2021). V této studii bylo provedeno srovnání nutričního složení mléčných a rostlinných alternativ dostupných na britském trhu, přičemž byly zohledněny jejich dopady na stravovací návyky spotřebitelů. Sýry byly rozděleny do těchto skupin: pravé sýry, sýry z ořechů a semen a sýry z olejů, například z kokosového oleje či sójového oleje. Pravé sýry měly větší zastoupení vápníku ($p < 0,05$) až o 85 % než rostlinné alternativy. Rovněž ve studii Fresána a Rippina (2020) autoři upozorňují na nižší nutriční kvalitu některých rostlinných alternativ, zejména těch na bázi kokosového oleje, které se vyznačují nejen nízkým obsahem vápníku, ale i méně příznivým složením v porovnání s jinými alternativami, jako jsou produkty na bázi kešu ořechů či tofu.

Tabulka 1: Koncentrace vápníku u sýrů a rostlinných analogů sýrů

Kategorie sýrů	Rostlinné analogy sýrů	Pravé sýry	Statistický rozdíl
Ca (mg/kg)			
Tvrdé	186,90±10,37	8 561,42±158,55	**
Plátkové	2 226,34±52,63	9 357,70±320,68	**
Plísňové	517,55±25,29	4 400,75±61,83	*
Mozarellové	360,07±12,73	2 316,00±25,71	*
Strouhané	2 448,97±93,22	-	-
Speciální	979,81±33,39	4 288,56±159,22	-

Koncentrace zinku u rostlinných analogů se pohybovala od $0,36 \pm 0,07$ mg/kg u analogů plátkových sýrů do $30,88 \pm 1,24$ mg/kg u analogů plísňových sýrů. V kategorii pravých sýrů se koncentrace Zn pohybovala v rozmezí $23,41 \pm 1,36$ mg/kg (mozarellové sýry) až $42,21 \pm 1,23$ mg/kg (plátkové sýry). Z naměřených výsledků je tedy patrné, že co se týče obsahu zinku, nedokážou rostlinné alternativy plně nahradit sýry pravé. Koncentrace zinku v jednotlivých kategoriích pravých sýrů a jejich analogů jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Koncentrace zinku u sýrů a rostlinných analogů sýrů

Kategorie sýrů	Rostlinné analogy sýrů	Pravé sýry	Statistický rozdíl
Zn (mg/kg)			
Tvrdé	1,78±0,12	40,83±1,20	**
Plátkové	0,36±0,07	42,21±1,23	**
Plísňové	30,88±1,24	29,44±1,05	-
Mozarellové	4,53±0,16	23,41±1,36	-
Strouhané	9,60±0,44	-	-
Speciální	4,46±1,34	27,23±1,17	-

Ve studii Guinee (2002), kde byl analyzován obsah vápníku a zinku v rostlinných analogích sýrů ve srovnání s tradičními mléčnými sýry, byly uvedeny významné rozdíly ve složení, které mohou ovlivnit jak nutriční hodnotu, tak senzorické vlastnosti těchto produktů. Výsledky jeho studie naznačují, že rostlinné analogy mají často nižší obsah bílkovin a vyšší koncentrace vlhkosti a tuku oproti tradičním sýrům. Obsah minerálních látek v sýrech není homogenní a vykazuje značnou variabilitu nejen mezi rostlinnými a živočišnými produkty, ale i mezi jednotlivými druhy živočišných sýrů. Studie Manueliana et al. (2021) analyzovala chemické složení a obsah minerálů v sýrech s chráněným označením původu a zjistila významné rozdíly v obsahu sodíku (Na), železa (Fe), mědi (Cu) a zinku (Zn) mezi tvrdými, polotvrdými a měkkými sýry. Například nejvyšší obsah sodíku a zinku byl zjištěn u sýru Provolone, zatímco nejvyšší obsah železa byl naměřen u sýru Piave a nejvyšší koncentrace mědi v sýrech Parmigiano Reggiano a Grana Padano (Manuelian et al., 2021). Tyto rozdíly naznačují, že na složení minerálních látek v sýrech má vliv nejen jejich původ (rostlinný vs. živočišný), ale také druh mléka, způsob výroby a zrání. Podobnou variabilitu lze očekávat i u rostlinných analogů sýrů, kde složení minerálních látek může být ovlivněno použitými surovinami (např. ořechy, luštěniny, oleje) a případnou fortifikací. Některé rostlinné alternativy mohou mít přirozeně nižší obsah zinku ve srovnání s mléčnými sýry, zatímco jiné mohou být obohaceny o minerály, což může vést k jejich vyšším hodnotám, podobně jako v případě fortifikovaných rostlinných mlék.

Podobné rozdíly byly zaznamenány i v tradičních tureckých sýrech, jak uvádí Mendil (2006). Studie analyzovala devět druhů sýrů a zjistila významné rozdíly v obsahu železa, manganu, zinku a dalších stopových prvků mezi jednotlivými sýry. Například obsah železa se pohyboval mezi 4,1 a 12,5 $\mu\text{g/g}$, přičemž nejvyšší koncentrace byla naměřena ve Van otlu sýru. Zinek se pohyboval mezi 8,8 a 13,2 $\mu\text{g/g}$, přičemž nejvyšší obsah byl zjištěn u Çeçil sýru a nejnižší u Ordu Çerkez sýru. Tato variabilita též ukazuje, že nejen původ surovin, ale i způsob výroby a zpracování mohou významně ovlivnit minerální složení sýra.

Závěr

Obsah vápníku a zinku byl stanovován metodou atomové absorpční spektrometrie. Koncentrace vápníku a zinku byla stanovena ve 42 vzorcích rostlinných alternativ a pravých sýrů zakoupených v tržní síti České republiky. Koncentrace vápníku v rostlinných alternativách sýrů se pohybovala v rozmezí od 46,10 mg/kg do 6 145,50 mg/kg s průměrnou hodnotou 1 274,23 mg/kg. Koncentrace zinku v rostlinných alternativách sýrů se pohybovala v rozmezí od 0 mg/kg do 89,57 mg/kg s průměrnou hodnotou 6,61 mg/kg. Vzorky byly pro další zhodnocení rozděleny do 6 kategorií, a to na tvrdé sýry (5 vzorků), plátkové sýry (7 vzorků), plísňové sýry (3 vzorky), mozzarellové sýry (4 vzorky), strouhané sýry (4 vzorky) a sýry speciální (4 vzorky). Kategorie s nejvyšší koncentrací vápníku byla kategorie sýrů strouhaných, s průměrnou koncentrací vápníku $2\,448,97 \pm 93,22$ mg/kg. Kategorie s nejnižší koncentrací vápníku byla kategorie sýrů tvrdých, obsahovaly průměrně $186,9 \pm 10,37$ mg/kg vápníku. Kategorie s nejvyšší koncentrací zinku byla kategorie sýrů plísňových, s průměrnou koncentrací zinku $30,88 \pm 1,24$ mg/kg. Kategorie s nejnižší koncentrací zinku byla kategorie sýrů plátkových, obsahovaly průměrně $0,36 \pm 0,072$ mg/kg zinku.

Literatura

- Aguilar, F., Charrondiere, U. R., Dusemund, B., Galtier, P., Gilbert, J., Gott, D. M., Grilli, Sandro, Guertler, R., Kass, E.N., Koenig, J. Lambré, C., Larsen, J.C., Leblanc, J.C., Mortensen, A., Parent Massin, D., Pratt, I., Rietiens, I. M. C. M., Stankovic, I., Tobback, P., Verguieva, T., Woutersen, R. A. 2009. Chromium picolinate, zinc picolinate and zinc picolinate dihydrate added for nutritional purposes in food supplements. *EFSA Journal*, 1113, pp. 1-41.
- Clegg, M. E., Ribes, A. T., Reynolds, R., Kliem, K., Stergiadis, S. 2021. A comparative assessment of the nutritional composition of dairy and plant-based dairy alternatives available for sale in the UK and the implications for consumers' dietary intakes. *Food Research International*, vol.148, 110586. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110586>
- Fresán, U., Rippin, H. 2021. Nutritional quality of plant-based cheese available in Spanish supermarkets: how do they compare to dairy cheese?. *Nutrients*, vol. 13, no. 9, 3291. <https://doi.org/10.3390/nu13093291>
- Guinee, T. P. 2002. *Cheese Analogues*. Fermoy, Co. Cork, Ireland: Dairy Products Research Centre, Elsevier Science Ltd.
- Kvasničková, A. 1998. *Minerální látky a stopové prvky: Esenciální minerální prvky ve výživě*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací.
- Manuelian, C. L., Currò, S., Penasa, M., Cassandro, M., De Marchi, M. 2017. Characterization of major and trace minerals, fatty acid composition, and cholesterol content of Protected Designation of Origin cheeses. *Journal of dairy science*, vol. 100, no. 5, pp. 3384-3395. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12059>
- Mendil, D. 2006. Mineral and trace metal levels in some cheese collected from Turkey. *Food Chemistry*, vol. 96, no. 4, pp. 532-537. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.006>
- Nutribaze.cz 2022. <https://www.nutridatabase.cz/potravinyny?id=135>
- Rose, M., Baxter, M., Brereton, N., Baskaran, C. 2010. Dietary exposure to metals and other elements in the 2006 UK Total Diet Study and some trends over the last 30 years. *Food Additives and Contaminants*, vol. 27, no. 10, pp. 1380-1404.
- Theobald, H. E. 2005. Dietary calcium and health. *Nutrition Bulletin*, vol. 30, no.3, pp. 237-277. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2005.00514.x>

Kontaktní adresa

Ing. Blanka Macharáčková, Ph.D., VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: macharackovab@vfu.cz

Lyofilizované kaše jako komponenta Balených potravinových dávek *Freeze-Dried Porridges as a Component of Packaged Food Rations*

Malíšek, J.¹, Trenzová, K.²

Univerzita Obrany Brno

¹Fakulta vojenského leadershipu, katedra logistiky, Univerzita obrany Brno

²Fakulta chemická, potravinářská chemie a biotechnologie, Vysoké učení technické v Brně

Souhrn

Cílem bylo posoudit skladovou stabilitu lyofilizovaných ovesných (OK10/15/20) a rýžových (RK15/20/25) jahodových kaší pro balené potravinové dávky. Vzorky byly rozděleny do 5, 25 a 40 °C a hodnoceny v měsících 0, 3, 6 a 9 (a_w , zbytková vlhkost, pH, barva CIELAB/ ΔE_{ab} ; senzorika dle STANAG 2937). Výchozí $a_w \approx 0,08$ zůstala i po 9 měsících nízká (typicky $\leq 0,16$), vlhkost dále mírně klesala a pH kolísalo jen v $\pm 0,10$. Barva byla při 5–25 °C stabilní, zatímco při 40 °C došlo k viditelným posunům. Senzorika potvrdila vyšší teplotní citlivost ovesných receptur; rýžové varianty byly robustnější. Kaše jsou vhodné do dávek při skladování ≤ 25 °C v neprodyšném balení; 40 °C zvyšuje riziko změn vzhledu a chuti.

Klíčová slova: lyofilizace, bojové dávky potravin, skladovací stabilita, vodní aktivita, barva, senzoričké hodnocení

Abstract

The aim was to assess the storage stability of freeze-dried oat (OK10/15/20) and rice (RK15/20/25) strawberry porridges for packaged field rations. Samples were allocated to 5, 25, and 40 °C and evaluated at 0, 3, 6, and 9 months (a_w , residual moisture, pH, CIELAB colour/ ΔE_{ab} ; sensory per STANAG 2937). The initial $a_w \approx 0.08$ remained low even after 9 months (typically ≤ 0.16), moisture continued to decrease slightly, and pH varied only within ± 0.10 . Colour was stable at 5–25 °C, whereas visible shifts occurred at 40 °C. Sensory results confirmed greater temperature sensitivity of the oat formulations, while the rice variants were more robust. The porridges are suitable for inclusion in rations when stored at ≤ 25 °C in airtight packaging; storage at 40 °C increases the risk of changes in appearance, texture, and flavour.

Key words: freeze-drying, military rations, storage stability, water activity, color, sensory evaluation

Úvod

Bojové dávky potravin představují klíčový způsob zajištění výživy vojáků v situacích, kdy nejsou k dispozici čerstvé potraviny nebo polní kuchyně. Jedná se o kompletní příděly trvanlivých potravin, které jsou navrženy tak, aby poskytovaly bezpečnou a energeticky i nutričně vyváženou stravu, čímž pomáhají udržet fyzickou výkonnost, zdraví a bdělost vojáků během nasazení v terénu. Tyto dávky musí být dlouhodobě skladovatelné a odolné vůči náročným podmínkám při přepravě a používání. Moderní vojenské příděly jsou proto koncipovány jako trvanlivé, lehké a snadno použitelné potravinové balíčky. Vojáci tak mohou mít zajištěn pravidelný přísun kalorií a živin i v nepříznivých podmínkách a bez zdržování přípravou jídla. Kromě čistě nutričních hodnot je ovšem nutné zohlednit také senzoričskou kvalitu potravin, tedy chuť, vůni a texturu pokrmů (Vidal et al., 2025). Pokud nejsou příděly chuťově přijatelné, hrozí, že

je vojáci nebudou plně konzumovat, což může vést k deficitu energie a živin během operací. Proto platí, že vojenské dávky potravin musí mít nejen vhodné složení, ale i dobrou chuť a aroma, aby byli vojáci motivováni k jejich konzumaci. Vedle chuťové přijatelnosti hraje roli také praktické balení a jednoduchá příprava – ideálně lze pokrm konzumovat přímo nebo po minimální úpravě, což šetří čas a umožňuje stravování i v polních podmínkách. Historický vývoj vojenských přidělů vedl k využívání moderních technologií konzervace potravin; již od 50. let 20. století jsou do vojenských dávek zaváděny sušené (dehydratované) a lyofilizované pokrmy pro zvýšení trvanlivosti a snížení hmotnosti přenášených porcí (Lenferna de la Motte et al., 2023).

Jednou z nejpokročilejších metod konzervace potravin pro armádní účely je lyofilizace neboli vymrazování. Princip lyofilizace spočívá v odstranění vody ze zmrazeného produktu sublimací ledu ve vakuu za nízké teploty. Potravina je nejprve zmrazena a následně se ledové krystaly ve vakuové komoře přímo přemění v páru, která je odvedena pryč; zbytková vlhkost je poté odstraněna dosušením (desorpce). Tímto postupem lze z materiálu eliminovat až 95–99 % vody, aniž by došlo k výraznému znehodnocení teplotně citlivých složek. Lyofilizované potraviny si díky šetrnému sušení uchovávají maximum původních vlastností – nedochází k smršťení ani ztrátě tvaru, lépe zůstávají zachovány nutričně významné látky a bioaktivní složky a minimálně se mění i senzorické charakteristiky (barva, vůně, chuť). Výsledný produkt má porézní strukturu a velmi nízkou zbytkovou vlhkost, což vede k vynikající schopnosti rychlé rehydratace (obnovení původní konzistence po zalití vodou) a zároveň k dlouhé trvanlivosti. Vysušený materiál vykazuje mimořádně nízkou vodní aktivitu, obvykle $<0,2 a_w$, což zamezuje růstu mikroorganismů a zpomaluje nežádoucí chemické změny v potravine (Nowak and Jakubczyk, 2020). Absence volné vody a nízké teploty při lyofilizaci výrazně omezují například neenzymatické hnědnutí, žluknutí tuků či degradaci vitamínů, a tím prodlužují skladovatelnost potravin. Studie ukazují, že snížený obsah vody a nízká vodní aktivita napomáhají udržet fyzikální a chemické vlastnosti sušených výrobků během skladování (Jakubczyk and Jaskulska, 2021). K zajištění maximální trvanlivosti se navíc lyofilizované produkty balí do neprodyšných obalů (např. laminátové fólie) často v ochranné atmosféře či vakuu, aby se zamezilo přístupu kyslíku a vlhkosti (Muizniece-Brasava et al., 2020).

Lyofilizace je vhodná technologie pro lehké a trvanlivé potraviny do armádních dávek, oproti konzervám či sterilovaným potravinám nabízí nižší hmotnost a často lepší senzorickou jakost, což usnadňuje transport i akceptaci (Coad and Bui, 2020). Modelovým příkladem jsou lyofilizované rýžové a ovesné kaše poskytující rychlou energii. Při dlouhodobém skladování sledujeme stabilitu senzoriky, změny barvy (CIELAB), pH a vodní aktivitu jako ukazatele zachování kvality; cílem je udržet atraktivní vzhled, chuť a vůni a současně mikrobiologickou i chemickou bezpečnost díky nízké a_w . Tento příspěvek hodnotí uvedené parametry u kaší během skladování a poskytuje podklady pro optimalizaci receptur a skladovacích podmínek vojenských přidělů. Cílem práce bylo ověřit jejich stabilitu pro zařazení do balených potravinových dávek.

Materiál a metodika

Byly vyrobeny rýžová (15%, 20%, 25%) a ovesná jahodová kaše (10%, 15%, 20%), každá o 3 rozdílných koncentracích hlavní suroviny. Pro simulaci skladovacích podmínek byly vzorky uloženy při třech rozdílných teplotách: 5 °C (kontrolní teplota), 25 °C (hodnota stanovená normou AMedP-1.11) a 40 °C (zátěžová teplota představující

extrém). V průběhu celé doby skladování byla pravidelně (každé 3 měsíce) prováděna senzorická zkouška. Postup hodnocení byl navržen podle směrnic dokumentu STANAG 2937. Senzorického hodnocení se účastnili aktivní vojáci. Data byly vyhodnoceny Kruskal–Wallisovým testem v programu Excel (Microsoft, USA). Pro stanovení vodní aktivity byl použit analyzátor WaterLab (*Steroglass S.r.l., Itálie*). Měření probíhalo v souladu s mezinárodní normou ISO 21807. Barva vzorků byla měřena na přístroji ColorFlex EZ (HunterLab, Virginia, USA) s využitím softwaru EasyMatch QC. Hodnoty barevných parametrů byly vyjádřeny v systému CIELAB, kde osa L popisuje světlost a osy a a b definují odstíny v červenozelené a žlutomodré oblasti. Ph bylo měřeno přenosným pH metrem (HANNA) v souladu s ISO 2917:1999. Regenerace vzorku probíhala v souladu s STANAG 2937 na rotačním reometru Physica MCR302e (Anton Paar). Měření pH a senzorické hodnocení probíhalo na regenerovaných vzorcích, sušina na lyofilizovaných), měření barvy na obou druzích vzorku, v textu je u regenerovaného přidáno písmeno R.

Výsledky a diskuze

Výchozí pH (0 měsíců) se u všech receptur pohybovalo v intervalu cca 5,80–5,96. V prvních 3 měsících převažuje mírný nárůst pH. Následně mezi 3. a 9. měsícem dochází u většiny kombinací k návratu směrem dolů. Celkový čistý posun 0→9 měsíců je tedy malý. Posuny pH jsou v řádu setin až nízkých desetín, tedy technologicky malé. V nízké a_w je chemická i mikrobiální aktivita utlumená; rané posuny (0→3) a následné vyrovnání (3→9) odpovídají slabým acidobazickým změnám v sorpčně stabilních maticích (redistribuce organických kyselin, interakce s dusíkatými látkami). Literatura obecně hodnotí pH regenerovaných lyofilizátů jako relativně stabilní, zejména při nízké a_w a bariérovém balení (Nowak and Jakubczyk, 2020; Heger et al., 2023). Vysoká teplota u lyofilizovaných vzorků ovlivňuje více barvu než Ph (Duan et al. 2016).

Výchozí a_w (0 měsíců) byla velmi nízká. V prvních 3 měsících je změna malá, hlavní nárůst nastává mezi 3. a 9. měsícem. Největší nárůsty od počátku měření byly pozorovány u RK20/40 °C $\approx +0,088$ a RK15/40 °C $\approx +0,075$; nejmenší změny u RK25/5 °C $\approx -0,008$, OK15/5 °C $\approx 0,000$, OK10/25 °C $\approx +0,001$. Stabilně nízká a_w je hluboko pod prahy mikrobiálního růstu (0,6) a výrazně tlumí chemické reakce (hnědnutí, hydrolýzy) – to je pro dlouhou trvanlivost klíčové (Peleg, 2022). Minimální změny a_w při 5–25 °C, avšak citelnější nárůst při 40 °C jsou konsistentní s literaturou. (Nwankwo et al. 2023).

Ve všech vzorcích dochází k dalšímu pozvolnému snižování vlhkosti. Největší snížení 0→9: OK15/40 °C $\approx -1,80$ %, OK15/5 °C $\approx -1,76$ %, OK15/25 °C $\approx -1,63$ %; nejmenší poklesy (stále záporné): RK15/5 °C $\approx -0,46$ %, RK15/25 °C $\approx -0,50$ %. I při mírném zvýšení a_w dochází k setrvalému poklesu hmotnostní vlhkosti – jde o posun sorpční rovnováhy. Kombinace velmi nízké a_w a nízké sušiny vody je konzistentní s dlouhodobou fyzikálně-chemickou stabilitou lyofilizátů (Oikonomopoulou et al. 2011). Toto se týká i různých skladovacích teplot (Karwacka et al., 2024).

Na základě ΔE^*_{ab} (CIE76) mezi 3. a 9. měsícem je u 5 °C medián $\Delta E \approx 0,00$ –0,03 (regenerované i neregenerované) a prakticky beze změny. U 25 °C je medián $\Delta E \approx -0,40$ (neregenerované) a $\approx -0,02$ (regenerované), což je nevýrazné, nejednoznačné; fluktuace kolem hranice vnímatelnosti. U 40 °C je výrazné zvýšení, medián $\Delta E \approx +1,36$ (neregenerované) a $\approx +2,04$ (regenerované). Hodnoty ΔE v 9. měsíci dosahují typicky $\approx 3,6$ –3,9 (mediány), u některých kombinací až $\approx 5,0$ (např. RK20/40 °C). Při 5–25 °C jsou změny barvy převážně pod hranicí běžné rozlišitelnosti, zatímco 40 °C vyvolává zřetelné posuny ($\Delta E \geq 3$). V souladu s literaturou jde zřejmě hlavně o útlum červené složky (a^*)

a dílčí změny L^* , b^* v důsledku oxidace a rozkladu pigmentů a/nebo pomalých neenzymatických reakcí (Maillardovy reakce) akcelerovaných teplotou a kyslíkem (Teribia et al., 2021). Ve smyslu percepce platí, že $\Delta E \approx 1$ je na hranici postřehnutelnosti a $\Delta E \geq 2-3$ je pro spotřebitele zřetelná změna (Jakubczyk and Jaskulska, 2021).

Tabulka 1: p-hodnoty Kruskal-Wallisova testu pro období 0, 3, 6 a 9 měsíců

	Vzhled	Textura	Chut' a vůně	Celkové hodnocení
OK10 5 °C	0,001	0,000	0,000	0,002
OK10 25 °C	0,350	0,058	0,118	0,222
OK10 40 °C	0,302	0,128	0,005	0,045
OK15 5 °C	0,047	0,054	0,014	0,008
OK15 25 °C	0,991	0,506	0,906	0,780
OK15 40 °C	0,218	0,016	0,002	0,005
OK20 5 °C	0,086	0,048	0,508	0,450
OK20 25 °C	0,089	0,148	0,456	0,366
OK20 40 °C	0,415	0,118	0,083	0,400
RK15 5 °C	0,088	0,356	0,072	0,093
RK15 25 °C	0,183	0,624	0,050	0,022
RK15 40 °C	0,821	0,971	0,660	0,482
RK20 5 °C	0,291	0,172	0,072	0,351
RK20 25 °C	0,679	0,619	0,420	0,663
RK20 40 °C	0,111	0,027	0,092	0,346
RK25 5 °C	0,496	0,250	0,559	0,559
RK25 25 °C	0,336	0,565	0,878	0,840
RK25 40 °C	0,122	0,255	0,440	0,239

Tučně vyznačeny výsledky, kde existuje rozdíl mezi alespoň 2 skupinami na hladině pravděpodobnosti $\alpha = 0,05$

Vyhodnocení senzoriky uvedené v Tabulce 1 potvrzuje, že teplotní stres (40 °C) zvyšuje míru změn, ale matrice (oves vs. rýže) a koncentrace hrají významnou roli: ovesné kaše s vyšším podílem ovocné složky mívají citlivější chuťové a texturální posuny než rýžové varianty. Změny v chuti/vůni mohou souviset s oxidací lipidů a volatilních látek a s rehydratačním chováním (nikoli jen s barvou). Podobné nálezy jsou uváděny i u lyofilizovaných jídel pro armádní využití a u modelových potravin sušených i lyofilizovaných (Coad and Bui 2020; Musakhanian et al. 2022).

Závěr

Studie ukázala, že lyofilizované ovesné a rýžové jahodové kaše jsou při skladování do 25 °C stabilní: výchozí a_w kolem 0,08 zůstává nízká, zbytková vlhkost dále mírně klesá a pH se drží zhruba v $\pm 0,10$, což podporuje technologickou i mikrobiální bezpečnost. Barva je po 9 měsících při 5–25 °C prakticky beze změn, zatímco při 40 °C vykazuje zřetelné a častěji se objevují senzorické změny – zejména u ovesných receptur; rýžové varianty jsou obecně robustnější. Pro praxi to znamená, že kaše jsou vhodné pro balené

potravinové dávky, pokud je udržena teplota $\leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ a použito neprodyšné balení. Celkově lze očekávat udržení vzhledu, chuti a textury minimálně po 9 měsících, zatímco expozici $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ je vhodné co nejvíce omezit.

Literatura

- Coad, R. a Bui, L. 2020. Stability of vitamins B₁, B₂, B₆ and E in a fortified military freeze-dried meal during extended storage. *Foods*, vol. 9, no. 1, pp. 39. <https://doi.org/10.3390/foods9010039>
- Duan, X., Yang, X., Ren, G., Pang, Y., Liu, L., & Liu, Y. 2016. Technical aspects in freeze-drying of foods. *Drying Technology*, vol. 34, no. 11, pp. 1271–1285. <https://doi.org/10.1080/07373937.2015.1099545>
- Jakubczyk, E. a Jaskulska, A. 2021. The Effect of Freeze-Drying on the Properties of Polish Vegetable Soups. *Applied Sciences*, vol. 11, no. 2, pp. 654. <https://doi.org/10.3390/app11020654>
- Heger, D., et al. 2023. Beyond pH: Acid/Base Relationships in Frozen and Freeze-Dried Pharmaceuticals. In: Jameel, F. (ed.) *Principles and Practices of Lyophilization in Product Development and Manufacturing*. AAPS Advances in the Pharmaceutical Sciences Series, vol. 59. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-12634-5_3
- Karwacka, M., Ciurzyńska, A., Galus, S., & Janowicz, M. 2024. The Effect of Storage Time and Temperature on Quality Changes in Freeze-Dried Snacks Obtained with Fruit Pomace and Pectin Powders as a Sustainable Approach for New Product Development. *Sustainability*, vol. 16, Art. 4736. <https://doi.org/10.3390/su16114736>
- Lenferna de la Motte, K.-A., Schofield, G., Kilding, H. a Zinn, C. 2023. An Alternate Approach to Military Rations for Optimal Health and Performance. *Military Medicine*, vol. 188, no. 5–6, pp. e1102–e1108. <https://doi.org/10.1093/milmed/usab498>
- Muizniece-Brasava, S., Cinkmanis, I., Viluma, I., Kirse-Ozolins, A. a Aboltins, A. 2020. Optimization of Freeze-Drying Process and Packaging Solutions for Melon Shelf Life. *Engineering for Rural Development*, vol. 19, pp. 1801–1806. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2020.19.TF477>
- Musakhanian, J., Rodier, J.-D., & Dave, M. 2022. Correction: Oxidative Stability in Lipid Formulations: A Review of the Mechanisms, Drivers, and Inhibitors of Oxidation. *AAPS PharmSciTech*, vol. 23, no. 5. <https://doi.org/10.1208/s12249-022-02318-5>
- Nowak, D. a Jakubczyk, E. 2020. The Freeze-Drying of Foods—The Characteristic of the Process Course and the Effect of Its Parameters on the Physical Properties of Food Materials. *Foods*, vol. 9, no. 10, pp. 1488. <https://doi.org/10.3390/foods9101488>
- Nwankwo, C. S., Okpomor, E. O., Dibagar, N., Wodecki, M., Zwierz, W. et al. 2023. Recent Developments in the Hybridization of the Freeze-Drying Technique in Food Dehydration: A Review on Chemical and Sensory Qualities. *Foods*, vol. 12, no. 18, Art. 3437. <https://doi.org/10.3390/foods12183437>
- Oikonomopoulou, V. P., Krokida, M. K., & Karathanos, V. T. 2011. The influence of freeze drying conditions on microstructural changes of food products. *Procedia Food Science*, vol. 1, pp. 647–654. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.097>
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. 2013. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, vol. 6, pp. 36–60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- Peleg, M. 2022. Models of the water activity effect on microbial growth rate and initiation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 106, pp. 1375–1382. <https://doi.org/10.1007/s00253-022-11792-7>

Teribia, N., Buvé, C., Bonerz, D., Aschoff, J., Hendrickx, M., & Van Loey, A. 2021. Impact of processing and storage conditions on color stability of strawberry puree: The role of PPO reactions revisited. *Journal of Food Engineering*, vol. 294, Art. 110402. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110402>

Vidal, V. A. S., Jensen, I.-J., Sandbakk, Ø., Haugnes, P., Austeen, M. W. et al. 2025. Military rations: Nutritional, sensorial and technological quality and their effects on military physical exercise in extreme environments. *Nutrition Research Reviews*, vol. 38, no. 1, pp. 324–337. <https://doi.org/10.1017/S0954422424000246>

Poděkování

Tento výzkum byl financován Ministerstvem obrany České republiky, grantem INTAL: Implementace nových technologií a postupů do logistického zabezpečení Armády České republiky a Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky v rámci specifického výzkumu grant č. (SV23-FVL-K109-MAL): Vývoj nových komponent pro balené potravinové dávky (individuální) využitelné v mnohonárodních operacích.

Kontaktní adresa

Ing. Jiří Malíšek, Univerzita obrany Brno, Fakulta vojenského leadershipu, Katedra logistiky, Kounicova 65, 662 10 Brno, email: jiri.malisek@unob.cz

Mikrobiologická kvalita některé pernaté zvěře prodávané na egyptských trzích

Microbiological quality of some game birds sold at Egyptian markets

Mansour, H. A., Roushdy, S.A., Ibrahim, A.M.
Fakulta veterinární medicíny, Káhirská univerzita

Souhrn

Celkem bylo z egyptských trhů odebráno 80 vzorků holubů a vrabců. Za účelem posouzení mikrobiologické kvality byly vzorky vyšetřeny na počet aerobních mezofilních bakterií (MC), počet psychrotrofů (PC), počet *Pseudomonas-Aeromonas*, počet kvasinek a plísní a počet koliformních bakterií. Výsledky ukázaly, že vzorky vrabců měly vyšší počet než vzorky holubů, což překračuje bezpečné limity a potenciálně představuje nebezpečí pro spotřebitele. Tato studie zkoumá důležitost kontroly a dohledu nad hygienickými podmínkami, za kterých se loví, zpracovává, skladuje a prodává pernatá zvěř.

Klíčová slova: *divoká pernatá zvěř, mikrobiologické počty, kvalita*

Abstract

A total of 80 dove and sparrow samples were collected from Egyptian markets. In order to assess its microbiological quality, samples were examined for aerobic mesophilic bacterial count (MC), psychrotrophic count (PC), *Pseudomonas-Aeromonas* count, yeast and mould count and coliforms count. Results indicated that sparrow samples had higher counts than doves, exceeding safe limits and potentially posing a hazard to consumers. This study explores the importance of control and supervision of the hygienic conditions under which game birds are hunted, processed, stored, and sold.

Key words: *game birds, microbiological counts, quality*

Introduction

Game birds are wild birds that are permitted to be hunted for food during certain seasons and in accordance with regulations. Game birds, a cost-effective alternative to domestic chickens, offer protein and unique flavors, making them a popular addition to diets worldwide. In Egypt, doves and sparrows are from the most common game birds used as food, which being sold defeathered and uneviscerated (New York dressed). Compared to farmed meat animals, warm, newly killed game needs more immediate treatment to bleeding, evisceration, and freezing; otherwise, it may become damaged or even spoiled (Gill, 2007). Nevertheless, game birds were subjected to a variety of pre-mortem stressors, such as bad weather, exhaustion, etc., resulted in the loss of muscle glycogen, which altered the final pH and decreased the quality of the meat and its shelf life (Yassien *et al.*, 1991). Additionally, the ante-mortem stressors increase the gut's permeability to bacteria, which causes the tissues to decompose. In order to assess the microbiological quality of sparrows and doves sold at Egyptian markets, some important microbiological counts will be evaluated in this study.

Materials and Methods

Eighty game birds (40 each of doves and sparrows) were collected aseptically and separately from Egyptian markets. Then samples were transferred directly to the Laboratory of Food Hygiene and Control Department, Cairo University. Ten grams of

each bird were weighed aseptically in a sterile polyethylene bag to which 90 ml of sterile Ringer's solution was added and homogenized. Tenfold serial dilutions were prepared to determine the microbiological counts. Aerobic mesophilic bacterial count (MC) and psychrotrophic count (PC) were evaluated according to the technique recommended by Ryser & Schuman (2015) and Cousin *et al.* (1992), respectively. *Pseudomonas-aeromonas* counts were adopted as described by Kielwein (1969). The technique described by Cruickshank *et al.* (1975) was applied to detect yeast and mould count. Finally, for coliforms, the Most Probable Number (MPN) technique with the three-tube method was followed as recommended by APHA (1992).

Results and Discussion

It is evident from the results recorded in Tables 1 and 2 that the mean values of APC and PC among sparrow samples were higher than that of doves. The APC must be determined to assess the hygienic conditions of the food article's production, handling, and storage (Levine, 1961). Poultry psychrotrophic bacteria are initially sourced from bird skin, feathers, washing and chilling water, and equipment, which are re-contaminated during subsequent processing steps (Davies and Board, 1998). Psychrotrophic bacteria are often responsible for spoiling meat, affecting its shelf life and preservation quality, despite their potential non-harmful nature to humans (McMeekin, 1982).

Table 1: Aerobic plate count (cfu/g) in the examined game birds

Species	No.	No. of positive samples	%	Minimum	Maximum	Mean	± SEM
Sparrow	40	40	100	2×10^5	6.2×10^7	5.1×10^6	2.1×10^6
Dove	40	40	100	2×10^4	2×10^7	2.4×10^6	8.3×10^5

Table 2: Psychrotrophic count (cfu / g) in the examined game birds

Species	No.	No. of positive samples	%	Minimum	Maximum	Mean	± SEM
Sparrow	40	40	100	7×10^4	2.4×10^7	4.6×10^6	1.4×10^6
Dove	40	36	90	8×10^3	6.4×10^6	5.2×10^5	2.6×10^5

From results obtained in Tables 3 and 4 it is clearly evident that *Pseudomonas* and *Aeromonas* counts were high in sparrow samples, followed by dove samples. *Pseudomonas*, a potent spoiling organism, dominates the microflora of damaged poultry, causing significant spoilage in most fresh meats and poultry (Davies and Board, 1998).

Table 3: *Pseudomonas* count (cfu /g) in the examined game birds

Species	No.	No. of positive samples	%	Minimum	Maximum	Mean	± SEM
Sparrow	40	37	92.5	2×10^3	2.2×10^7	3.5×10^6	1.1×10^6
Dove	40	26	65	2×10^2	3.4×10^6	3.2×10^5	1.8×10^5

Table 4: Aeromonas count (cfu /g) in the examined game birds

Species	No.	No. of positive samples	%	Minimum	Maximum	Mean	± SEM
Sparrow	40	20	50	2x10 ³	2x10 ⁶	4.9x10 ⁵	1.7x10 ⁵
Dove	40	9	22.5	10 ²	4x10 ⁴	7.6x10 ³	5.9x10 ³

Results obtained from Tables 5 and 6 declared that samples of sparrows had the highest yeast and mould counts compared to dove samples. Yassien *et al.*, (1991) obtained nearly similar results among sparrows. Certain food-borne yeasts and moulds pose health risks, potentially leading to infections, allergic reactions, and the production of mycotoxins, particularly in immunocompromised individuals (Pitt, 1998).

Table 5: Total yeast count (cfu /g) in the examined game birds

Species	No.	No. of positive samples	%	Minimum	Maximum	Mean	± SEM
Sparrow	40	40	100	2x10 ⁴	9.6x10 ⁷	10 ⁷	4.1x10 ⁶
Dove	40	37	92.5	3x10 ⁴	2.4x10 ⁷	3.1x10 ⁶	9.7x10 ⁵

Table 6: Total mould count (cfu /g) in the examined game birds

Species	No.	No. of positive samples	%	Minimum	Maximum	Mean	± SEM
Sparrow	40	33	82.5	2x10 ³	4x10 ⁶	5.6x10 ⁵	2.4x10 ⁵
Dove	40	33	82.5	2x10 ²	3x10 ⁵	6.3x10 ⁴	1.6x10 ⁴

It is obvious from Table 7 that the MPN mean values among the sample of doves were lower than in the sparrow samples. Coliforms count in meat is crucial for assessing microbiological safety, sanitary conditions, and preventing fecal contamination during processing, ultimately ensuring product quality. (Duffy *et al.*, 2003).

Table 7: Coliforms count (MPN/g) in the examined game birds

Species	No.	No. of positive samples	%	Minimum	Maximum	Mean	± SEM
Sparrow	40	40	100	7.5x10 ²	2.4x10 ⁴	9.9x10 ³	2.3x10 ³
Dove	40	40	100	0.23x10 ²	1.1x10 ⁴	4.5x10 ³	1.3x10 ³

Conclusion

The results of our study indicated that game meat at Egyptian markets might pose a risk to consumers and how crucial it is to regulate and oversee the sanitary conditions used for game bird hunting, processing, storage, and sale.

References

- A.P.H.A. "American Public Health Association" 1992. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods*, 3rd Ed. Washington, DC, USA. Berlin, 7-12-7.
- Cousin, M. A., Jay, J. M., & Vasavada, P. C. 1992. Psychrotrophic microorganisms. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. vol. 3, no. 1, pp.153-165.
- Cruickshank, R., Duguid, J.P., Swain, R.H. A. 1975. *Medical Microbiology*, 12th Ed. vol. 2, E.S. Living stone Limited, Edinburg, London and New York.
- Davies, A. and Board, R. 1998. *The microbiology of meat and poultry*. 1st Ed. Blackie Academic & Professional, London, UK.
- Duffy, G., Cagney, C., Crowley, H. and Sheridan, J.J. 2003. A Nationwide Surveillance Study on E. coli 0157: H7 and Enterobacteriaceae in Irish Minced Beef Products. Teagasc. <https://t-stor.teagasc.ie/bitstream/handle/11019/148/Report%2063.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gill, CO. 2007. Microbiological conditions of meats from large game animals and birds. *Meat Sci.* vol. 77, pp. 149–160. doi: 10.1016/j. meat sci. 2007.03.007.
- Kielwein, G. 1969. Nutrient medium for the selective cultivation of pseudomonads and aeromonads. pp. 131-133.
- McMeekin, T.A. 1982. Microbial spoilage of meats. In "Developments in food Microbiology" R. Davies (Ed.), Applied Science Publishers, New Jersey.
- Pitt, J.I. 1998. Moulds and health. 4th World Congress for borne infections and intoxications.
- Ryser, E. T., & Schuman, J. D. 2015. Mesophilic Aerobic Plate Count. In Y. Salfinger, & M. L. Tortorello, (Eds.). *Compendium of Methods for the MicrobioLogical Examination of Foods* (5th ed), chapter 8, pp. 95-102.
- Yassien, N.A., Darwish, A.M., El-Sherif, A.M., El-Daly, E. 1991. Foodborne fungi in sparrows. *Vet. Med. J. Giza*. vol. 39, no. 2, pp. 201.

Contact address

Prof, Dr. Hayam Abdel Aal Mansour Ph.D., Cairo University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and control, Giza, Egypt, e-mail: hayamoustafa@cu.edu.eg

Analýza změn obsahu hydroxymethylfurfuralu ve vzorcích medu z Ukrajiny v průběhu roku 2024

Analysis of changes in hydroxymethylfurfural content in honey samples from Ukraine during 2024

Masliuk, A.¹, Orobchenko, O.²

¹Státní vědeckovýzkumný ústav pro laboratorní diagnostiku a veterinárně-sanitární expertizu, ²Národní vědecké centrum Ústav experimentální a klinické veterinární medicíny

Souhrn

V této práci jsou prezentovány výsledky výzkumu obsahu hydroxymethylfurfuralu (HMF) ve vzorcích medu z Ukrajiny během roku 2024. Bylo zjištěno, že 80,8 % vzorků splňovalo kritéria pro nejvyšší jakost, 19,0 % odpovídalo první jakostní třídě a pouze 0,2 % překročilo maximálně povolené hodnoty HMF. Byly zaznamenány sezónní výkyvy: nejvyšší průměrné hodnoty byly zjištěny v červenci, což souvisí s vysokými teplotami a podmínkami skladování. Získané výsledky potvrzují vliv klimatických faktorů na kvalitu medu a mohou být využity pro optimalizaci skladování a zajištění kvality výrobku.

Klíčová slova: *hydroxymethylfurfura, kvalita a bezpečnost, med*

Abstract

This study presents the results of an analysis of hydroxymethylfurfural (HMF) content in honey samples from Ukraine throughout 2024. It was found that 80.8% of the samples met the criteria for the highest grade, 19.0% corresponded to the first grade, and only 0.2% exceeded the maximum permissible HMF levels. Seasonal variations were observed, with the highest average values detected in July, likely due to elevated temperatures and storage conditions. The findings confirm the influence of climatic factors on honey quality and can be used to optimize storage practices and improve product quality control.

Keywords: *hydroxymethylfurfural, quality and safety, honey*

Úvod

Zdravotní přínosy medu jsou dnes častým předmětem diskuzí, jelikož včelí med patří mezi nejkompexnější přírodní produkty – obsahuje více než 400 různých složek. Tato skutečnost je často zmiňována v médiích, která pravidelně přinášejí zprávy o tom, že oblíbený a běžně konzumovaný med může být za určitých podmínek i škodlivý (Shapla et al., 2018).

Na základě analýzy literatury je jednou z nejrizikovějších látek v medu hydroxymethylfurfural (HMF), což je produkt rozkladu cukrů vznikající při zahřívání. Jeho koncentrace se zvyšuje přímo úměrně času a teplotě zahřívání. Mírný nárůst HMF lze pozorovat i u medu uloženého v plástech nebo při vystavení slunečnímu záření. Naopak ochlazení medu na 18–20 °C vede k částečné deaktivaci této látky (Sajid et al., 2019; Kędzierska-Matysek et al., 2025).

Podle ukrajinské státní normy (DSTU 4497:2005) je maximální přípustný obsah HMF v medu 25,0 mg/kg pro první jakost a 10,0 mg/kg pro nejvyšší jakost. Evropská směrnice

(2001/110/ES) stanovuje limit na 40,0 mg/kg, s výjimkou pro tropický med, kde hranice činí 80,0 mg/kg.

Standardní hodnoty HMF umožňují sledovat stáří medu a podmínky jeho skladování. Cílem této práce proto bylo analyzovat obsah hydroxymethylfurfuralu ve vzorcích medu z Ukrajiny v průběhu roku 2024.

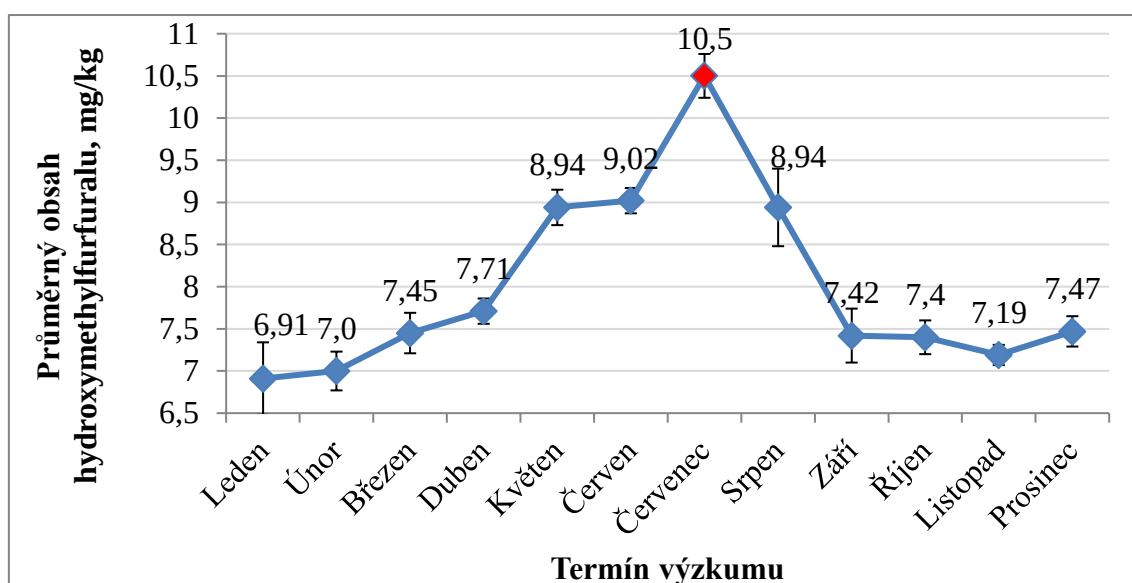
Materiál a metodika

Výzkum byl prováděn v laboratoři fyzikálního a chemického výzkumu vědeckovýzkumného chemického a toxikologického oddělení Státního vědeckovýzkumného ústavu pro laboratorní diagnostiku a veterinárně-sanitační expertízu od ledna do prosince 2024. Na obsah HMF bylo testováno 1271 vzorků medu z různých regionů Ukrajiny. HMF v medu byl stanoven podle DSTU 4497:2005. Měření byla prováděna na spektrofotometru ULAB-102 (Hopada, Čína). Statistické zpracování výsledků bylo provedeno pomocí softwarového balíčku StatPlus 7.6.5.0 (AnalystSoft Inc., USA).

Výsledky a diskuze

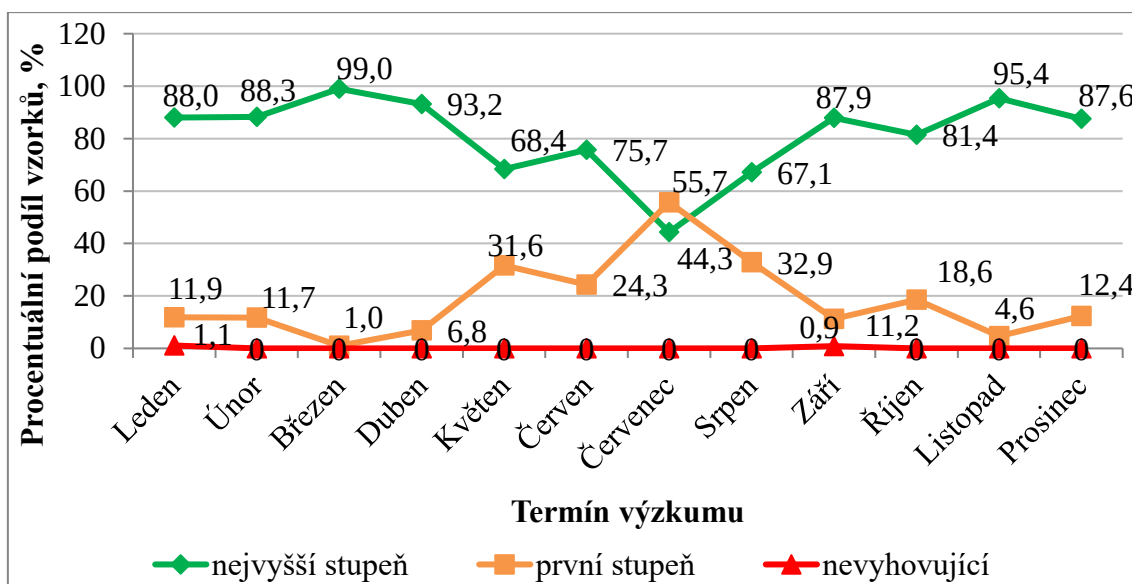
Výzkum ukázal, že překročení maximální přípustné hodnoty HMF v medu bylo zaznamenáno pouze u dvou vzorků (27,5 a 34,7 mg/kg), což představuje 0,2 % z celkového počtu vzorků. Dále bylo zjištěno, že podle obsahu HMF 242 vzorků (19,0 %) splněno limit první jakostní třídy (obsah 10,0–25,0 mg/kg), zatímco do nejvyšší jakostní třídy spadalo 1 027 (80,8 %). Obsah HMF ve vzorcích medu vykazoval značné výkyvy, což se promítlo do průměrných hodnot (obr. 1): v lednu byl minimální obsah 2,4 mg/kg, maximální 34,7 mg/kg; únor: 2,5–15,9 mg/kg; březen: 4,0–12,8 mg/kg; duben: 4,4–15,2 mg/kg; květen: 4,6–14,6 mg/kg; červen: 4,6–13,7 mg/kg; červenec: 2,6–18,0 mg/kg; srpen: 4,0–23,8 mg/kg; září: 3,1–27,5 mg/kg; říjen: 4,1–17,8 mg/kg; listopad: 3,6–11,2 mg/kg a prosinec: 1,6–16,2 mg/kg.

Jak je patrné z obr. 1, průměrný obsah HMF ve zkoumaném medu v červenci překračoval hranici nejvyšší jakostní třídy (10,0 mg/kg), což je pravděpodobně způsobeno skladovacími podmínkami medu a horkým počasím.



Obrázek 1: Průměrný obsah hydroxymethylfurfuralu ve vzorcích medu z Ukrajiny v roce 2024 ($M \pm m$, $n=1271$)

Tato souvislost je potvrzena také na obr. 2, který ukazuje zvýšené procento vzorků s obsahem HMF vyšším než 10,0 mg/kg během letních měsíců, přičemž maximum je v červenci.



Obrázek 2: Procentuální podíl vzorků medu z Ukrajiny v roce 2024 podle jakostní třídy

Naše výsledky korespondují s literárními daty, například studií Ghramh et al. (2020), kteří analyzovali HMF v komerčních akátových medech, kde sezónní podmínky (horko během sběru/uchování) byly spojeny se zvýšením HMF nad 40 mg/kg, tedy výrazně nad evropský limit 10 mg/kg pro nejvyšší jakostní třídu. Při skladování medu při pokojové teplotě (20–26 °C) po dobu dvou let se hladina 5 HMF zvýšila 6–8 krát, takže po skončení studie dosahovala průměrných úrovní přibližně 30–40 mg/kg (EFSA, 2022). Při skladování medu po dobu 9 měsíců při teplotě 35–37 °C vzrostl obsah HMF v průměru na cca 184 mg/kg, zatímco při 21–24 °C pouze na ~4 mg/kg (Al-Hindi, 2022).

Závěr

V závěru studie bylo zjištěno, že pouze 0,2 % medových vzorků překročilo přípustný obsah HMF, 80,8 % odpovídalo nejvyšší jakostní třídě a 19,0 % první jakostní třídě. Obsah HMF se pohyboval v rozmezí 1,6–34,7 mg/kg a vykazoval sezónní dynamiku s nejvyššími hodnotami v létě, zejména v červenci. To je pravděpodobně dáno vysokými teplotami a skladovacími podmínkami, což je v souladu s literaturou, kde je zaznamenán výrazný nárůst HMF při skladování medu při teplotách nad 25–30 °C. Tyto výsledky mohou sloužit jako podklad pro včasnou kontrolu hladiny HMF v medu, čímž se podpoří zkvalitnění produkce a zajištění její shody s normami.

Literatura

Shapla, U. M., Solayman, M., Alam, N., Khalil, M. I., & Gan, S. H. 2018. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal*, vol. 12, no. 1, p. 35. <https://doi.org/10.1186/s13065-018-0408-3>

Kędzierska-Matysek, M., Teter, A., Daszkiewicz, T., Topyła, B., Skalecki, P., Domaradzki, P., & Florek, M. 2025. Effect of Temperature of Two-Year

Storage of Varietal honeys on 5-Hydroxymethylfurfural Content, Diastase Number, and CIE Color Coordinates. *Agriculture*, vol. 15, no. 6, p. 652. <https://doi.org/10.3390/agriculture15060652>

Sajid, M., Khan, K. M., Ahmad, A., & Khan, A. 2019. Changes in HMF content and diastase activity in honey after heating treatment. *Pure and Applied Biology*, vol. 8, no. 2, pp. 1276–1283. <https://doi.org/10.19045/bspab.2019.80094>

DSTU 4497:2005. Natural Honey. *Specifications*. [Valid from 2005-12-28]. Official ed. Kyiv, 2007. 21 p.

Ghramh, H. A., Khan, K. A., Ahmed, Z., & Ansari, M. J. 2020. Quality evaluation of Saudi honey harvested from the Asir province by using high-performance liquid chromatography (HPLC). *Saudi journal of biological sciences*, vol. 27, no. 8, pp. 2097–2105. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.04.009>

European Food Safety Authority (EFSA). 2022. Evaluation of the risks for animal health related to the presence of hydroxymethylfurfural (HMF) in feed for honey bees. *EFSA Journal*, vol. 20, no. 5, e07227. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7227>

Al-Hindi, R. R. 2022. The effect of storage temperature on some physicochemical properties of flower honey. *Agrociencia*, vol. 56, no. 3, pp. 553–562. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/3194>

Kontaktní adresa

Alla Masliuk, Ph.D., Laboratoř fyzikálně-chemického výzkumu výzkumného chemicko-toxikologického oddělení Státního vědeckovýzkumného ústavu pro laboratorní diagnostiku a veterinární hygienu, Donetska tř., 30, 02000 Kyjev, Ukrajina, e-mail: maslychok@ukr.net

Oleksandr Orobchenko, Doktor veterinárních věd, Ph.D., Laboratoř toxikologického monitoringu, Národní vědecké centrum Ústav experimentální a klinické veterinární medicíny, Hryhoriya Skovorody tř. 83, 61023 Charkiv, Ukrajina, e-mail: olex.orobchenko@seznam.cz

Hodnotenie zmien fyzikálno-chemických vlastností MCT kokosového oleja po prídavku extraktov z chilli

Evaluation of Physio-chemical Properties of MCT Coconut Oil with Addition of Extracts from Chilli

Mázor, M., Ivanišová, E.
SPU Nitra

Súhrn

Článok je zameraný na hodnotenie zmien fyzikálno-chemických vlastností MCT kokosového oleja po prídavku extraktov z chilli.

Pri stanovení oxidačnej stability sme zistili, že obsah extraktu výrazne zvyšuje oxidačnú stabilitu. Pri vzorke s čistým MCT olejom prebiehala analýza 6,52 hodín, a pri vzorke s lyofilizovaným extraktom toto stanovenie trvalo 157,56 hodín. Stanovenie obsahu metylesterov mastných kyselín ukázalo, že MCT olej pozostáva zo 4 mastných kyselín. Vzostupne obsahy kyselín sme namerali nasledovne: kyselina kaprylová, kyselina dekánová, kyselina laurová a kyselina kaprónová. Percentuálny obsah týchto kyselín je extraktmi ovplyvnený veľmi málo, takže ich prítomnosť nemení chemickú štruktúru olejov. Pri určovaní mikro a makro prvkov sme zistili prítomnosť desiatich prvkov, ktorých obsah sa líšil v závislosti od vzorky.

Antiradikálna aktivita vykazovala významne zvýšenú aktivitu po pridaní extraktov. Čistý MCT olej dosahoval hodnotu $7,35 \pm 2,55$ mg TEAC.l⁻¹, olej s enkapsulovaným extraktom $84,59 \pm 7,77$ mg TEAC.l⁻¹, olej s lyofilizovaným extraktom $45,84 \pm 2,93$ mg TEAC.l⁻¹ a olej s čistým enkapsulátom $31,61 \pm 6,75$ mg TEAC.l⁻¹. Senzorickou analýzou sa zistilo, že MCT oleje sú pre spotrebiteľov nezvyčajnou zložkou potravín a menej pozitívnu odozvou, pretože z 9 bodovej škály získali vzorky iba 3,3 bodov pri vzorke s enkapsulovaným extraktom až 5,0 bodov pri vzorke čistého MCT oleja z hodnoteného celkového dojmu po skončení skúšky.

Kľúčové slová: MCT olej, oxidačná stabilita, senzorická analýza, kvalita

Abstract:

This article is focused on the evaluation of the quality of MCT coconut oil with the addition of extracts from the fruits of *Capsicum annum* L.

When determining oxidative stability, we found out that the addition of the extract significantly increased oxidative stability. With pure MCT oil, the analysis took 6.52 hours, and for the sample with freeze-dried extract, this determination took 157.56 hours. Determination of fatty acid methyl ester content showed that MCT oil consists of 4 fatty acids. The acid contents in ascending order were: caprylic acid, decanoic acid, lauric acid and caproic acid. The percentage of these acids differs very little between samples, so the presence of extracts does not alter the chemical structure of the oils. When determining the micro and macro elements, we detected ten elements, the content of which varied depending on the sample. Antiradical activity was significantly increased after the addition of extracts. Pure MCT oil reached 7.35 ± 2.55 mg TEAC.l⁻¹, oil with encapsulated extract 84.59 ± 7.77 mg TEAC.l⁻¹, oil with lyophilized extract 45.84 ± 2.93 mg TEAC.l⁻¹ and oil with pure encapsulate 31.61 ± 6.75 mg TEAC.l⁻¹. Sensory analysis showed that MCT oils are an unusual food ingredient for consumers, and they react negatively after consuming, because out of a 9-point scale, samples received only 3.3 points for a sample

with an encapsulated extract up to 5.0 points for a sample of pure MCT oil for overall impression after consumption.

Keywords: *MCT oil, oxidation stability, sensory analysis, quality*

Úvod

Oleje so stredne dlhým reťazcom (MCT) sa používajú už od roku 1950. Medzi jedno z mnohých využití sa používajú na liečbu porúch metabolizmu lipidov (Bach a Babayan, 1982). Majú menšiu molekulovú hmotnosť, sú ľahko hydrolyzované a absorbované v porovnaní s triglyceridmi s dlhým reťazcom (LCT). Okrem toho nie sú reesterifikované na triglyceridy, čo znižuje tendenciu ukladania sa v tele vo forme tukových zásob (McCarty a DiNicolantonio, 2016). Ďalej môže MCT slúžiť ako vynikajúce rozpúšťadlo na extrakciu a prenos lipofilných bioaktívnych zlúčenín. Neobsahujú však esenciálne mastné kyseliny, ako sú omega-3 a omega-6 mastné kyseliny, a majú výrazne nízky bod dymenia, preto sa neodporúčajú využívať na vyprážanie a pečenie (Lee et al., 2021).

Mastné kyseliny so stredným reťazcom (MCFA) majú nasýtenú a nerozvetvenú štruktúru s funkčnou skupinou s jednou karboxylovou kyselinou. Všetky prirodzené sa vyskytujúce MCFA majú párny počet atómov uhlíka (Zentek et al., 2011). Vo všeobecnosti sa uvádza aj obsah voľných mastných kyselín v MCT lipidoch, napríklad ako kyselina olejová, nižší ako 0,05 %. Teplota tuhnutia MCT oleja je okolo -5 °C. Hoci MCT olej je syntetizovaný a jeho zloženie mastných kyselín môže byť kontrolované, jeho zdroj má hlavnú úlohu v kvalite a cene produktu (Babayan, 1985). V našej práci sme pracovali so štyrmi vzorkami (čistý MCT olej, MCT s enkapsulovaným extraktom, MCT s lyofilizovaným extraktom a MCT s čistým enkapsulátom), a venovali sme sa piatim analýzám. Stanovovali sme obsah metylesterov mastných kyselín, oxidačnú stabilitu, antiradikálovú aktivitu, analyzovali sme obsah makro a mikro prvkov a v neposlednom rade sme vykonali senzorickú analýzu. Tieto stanovenia sme vykonali pri každej vzorke a výsledky sme následne zhodnotili.

Materiál a metodika

Príprava vzoriek

Papriky Habanero Red použité na výrobu extraktov boli získané z Botanickej záhrady SPU v Nitre. Po očistení plodov a ich vysušení sme plody zomleli a zabalili do uzatvárateľných sáčkov a uložili v exsikátore. Maltodextrín a arabská guma (na prípravu enkapsulátu) boli získané od spoločnosti Sigma-Aldrich (USA). Mikroenkapsulácia extraktu sa vykonala tak, že zmes maltodextrínu a arabskej gumeny v koncentráciách 4,5 % a 3 % v pomere 3:2 sa natriekala pomocou laboratórnej rozprašovacej sušičky s priemerom trysky 0,7 mm priamo do koncentrovaného etanolového chili extraktu. Pripravené enkapsuláty sa potom miešali magnetickým miešadlom, do úplného vyschnutia. Enkapsuláty sa následne zmiešali s MCT kokosovým olejom

Stanovenie obsahu metylesterov mastných kyselín pomocou GC-FID metódy

Stanovenie obsahu mastných kyselín sme vykonali pomocou plynovej chromatografie s detekciou na plameňovo-izolačnom detektore na prístroji AGILENT 7890B (Agilent Technologies USA). Získané surové dáta sme následne spracovali softvérom Agilent OpenLab ChemStation z ktorého sme získali graf percentuálneho zastúpenia jednotlivých metylesterov mastných kyselín k sume celkového obsahu všetkých prítomných metylesterov mastných kyselín.

Stanovenie antiradikálovej aktivity

Princípom tohto stanovenia je, že za prítomnosti antioxidantov sa fialové zafarbenie stabilného radikálu DPPH mení na žlté. Stanovenie bolo vykonané na spektrofotometri Jenway 6405 UV/Vis na ktorom sa sledoval pokles absorbancie pri 515 nm. Tento pokles sme v pravidelných časových intervaloch zaznamenávali až po dosiahnutie reakčnej rovnováhy. Stanovenie sme vykonali v 2 opakovaniach pre každú vzorku oleja.

Stanovenie oxidačnej stability

Princípom metódy je simulácia oxidácie za niekoľko hodín, ktorá by za bežných podmienok trvala týždne či mesiace. Tento proces je dosiahnutý takým spôsobom, že sa do vzorky vháňa vzduch a vzorka je vystavená vysokým teplotám. Prchavé látky vzniknuté pri oxidácii sú vháňané vzduchom do meracieho roztoku (destilovanej vody), v ktorom sa následne zaznamenáva jeho vodivosť.

Na túto metódu sme použili prístroj Rancimat 893 (Metrohm, Švajčiarsko), ktorý vytvára vyššie uvedené podmienky a zaznamenáva celý priebeh merania pomocou softvéru StabNet 893. Výsledkom merania je krivka, vyhodnotená pomocou softvéru.

Analýza makro a mikroprvkov ICP-OS metódou

Ide o rozklad vzoriek pomocou mikrovlnovej pece Ethos One, ktorá predstavuje vysokovýkonný MW rozkladný systém vybavený senzormi. Tieto senzory slúžia na kontrolu tlaku v teflónových nádobách. Účinnosti rozkladov sa vyhodnocuje prostredníctvom obsahu kovov stanovených v roztoku po rozklade (FLORES, E. M. M). Platí pravidlo, že ak stúpa účinnosť rozkladu obsahu kovu v roztoku, podiel tuhého zvyšku klesá. Stanovenie obsahov jednotlivých prvkov (Ca, Fe, K, Mg, P, Al, Ba, Cd, Cu, Na, Pb) sa ďalej uskutoční na ICP-OES spektrofotometri, Thermo iCAP Dual 6500 s horizontálnou plazmou a kapacitou detekcie pozdĺž a naprieč plazmovým plameňom.

Senzorická analýza

Senzorickej analýzy našich vzoriek sa zúčastnilo 20 hodnotiteľov, 10 mužov a 10 žien, z ktorých bolo 7 tréňovaných hodnotiteľov a 13 laikov. Vekový rozsah hodnotiteľov bol v rozmedzí od 19 do 82 rokov. Hodnotenie prebiehalo v nezávislých meraniach v dvoch mestách Nitra a Lučenec.

Hodnotitelia hodnotili 9 bodovou stupnicou 9 atribútov: Vzhľad, konzistenciu, chuť, prítomnosť cudzej chuti, intenzitu chuti, vôňu, intenzitu vône, prítomnosť cudzej vône a nakoniec zhodnotili celkový dojem po skonsumovaní. Údaje sme následne spracovali a vyhodnotili.

Výsledky a diskusia

Obsah metylesterov mastných kyselín

Pri všetkých našich vzorkách bol zistený obsah 100 % nasýtených mastných kyselín a z toho len štyroch mastných kyseliny, a to: kyselina kaprylová, kyselina dekanová, kyselina kaprónová a kyselina laurová v zostupnom poradí. Obsah týchto kyselín sa po pridaní extraktov alebo mikroenkapsulátu výrazne nemenil, takže môžeme tvrdiť, že ich prítomnosť, nemení chemickú štruktúru olejov. Podrobný percentuálny obsah kyselín je uvedený v tabuľke 1. Pre porovnanie s inými autormi nimi skúmaný MCT olej získaný hydrolýzou a frakcionáciou obsahuje mastné kyseliny C6, C8, C10 a C12. Z nich tvoria hlavnú časť C8 a C10, ktoré prispievajú 65 až 75 % a 25 až 35 % celkového obsahu MK (Nimbkar et al., 2021).

Tabuľka 1: Obsah metylesterov mastných kyselín

Vzorka	Kyselina kaprylová (%)	Kyselina dekánová (%)	Kyselina kaprónová (%)	Kyselina laurová (%)
Čistý MCT	64,31 ±0,04	32,53 ±0,04	0,54 ±0,00	2,61 ±0,00
Enkaps. Extrakt	64,29 ±0,05	32,64 ±0,02	0,55 ±0,00	2,61 ±0,00
Lyofilizovaný extrakt	64,18 ±0,02	32,54 ±0,04	0,54 ±0,00	2,62 ±0,00
Čistý enkapsulát	64,05 ±0,04	32,76 ±0,03	0,53 ±0,00	2,64 ±0,00

Antiradikálová aktivita

Antiradikálová aktivita našich vzoriek mala veľmi široké rozpätie. Hodnoty výsledkov tejto analýzy sa pohybovali v rozmedzí od 7,55 ±2,55, až po hodnotu 84,59 ±7,77. Najvyššiu antiradikálovú aktivitu dosahoval olej s enkapsulovaným extraktom s chilli a najnižšiu dosahoval čistý MCT olej. Olej s lyofilizovaným extraktom mal antiradikálovú aktivitu o hodnote 45,84 ±2,93. Vzorka s čistým enkapsulátom mala hodnotu antiradikálovej aktivity 31,61 ±6,75. Tabuľka 2 uvádza podrobne rozpisané zistené hodnoty antiradikálovej aktivity.

Podľa našich výsledkov môžeme vyvodit', že obsah extraktu chilli spoločne s obsahom kapsúl výrazne zvyšujú túto hodnotu.

Toto tvrdenie môžeme podložiť aj zistením autorov, ktorí skúmali antioxidačnú a antiradikálovú aktivitu kapsaicínu. Zistili, že amidová skupina prítomná v molekule kapsaicínu pravdepodobne nemá hlavnú úlohu vo svojej aktivite za podmienok oxidácie voľných radikálov. Antiradikálová aktivita kapsaicínu je teda spôsobená predovšetkým fenolovou časťou v molekule (Henderson et al., 1999).

Tabuľka 2 Antiradikálová aktivita MCT olejov

Označenie vzorky	Hodnota č. 1	Hodnota č. 2	Výsledok 1 (mg TEAC.l ⁻¹)	Výsledok 2 (mg TEAC.l ⁻¹)	Priemer (mg TEAC.l ⁻¹)	Smerodajná odchýlka
Čistý MCT	0,77	0,75	5,75	9,35	7,55	2,55
Enkaps. extrakt	0,36	0,3	79,09	90,08	84,59	7,77
Lyofyl. extrakt	0,54	0,56	47,92	43,77	45,84	2,93
Čistý enkapsul.	0,65	0,6	26,83	36,38	31,61	6,75

Oxidačná stabilita

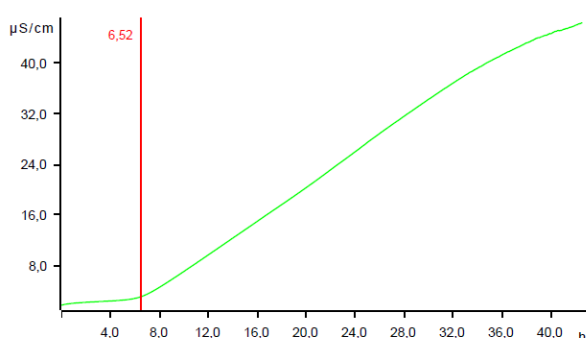
Grafy 1-4 znázorňujú podrobný priebeh stanovenia oxidačnej stability našich vzoriek. Oxidačná stabilita našich vzoriek sa pohybovala v rozmedzí od 5,61 hodín až po 157,56 hodín. Najnižšia stabilita bola pri vzorke oleja s čistým enkapsulátom, ktorá trvala len 5,61 hodín. Najvyššia bola pri vzorke s lyofilizovaným extraktom kde oxidácia trvala 157,56 hodín. Oxidácia MCT oleja trvala 6,52 hodín a pri enkapsulovanom extrakte meranie trvalo 95,9 hodín.

Z týchto výsledkov môžeme vyhodnotiť, že extrakt z chilli výrazne zvyšuje oxidačnú stabilitu olejov, no obsah kapsúl či už čistých, alebo s obsahom extraktu chilli túto

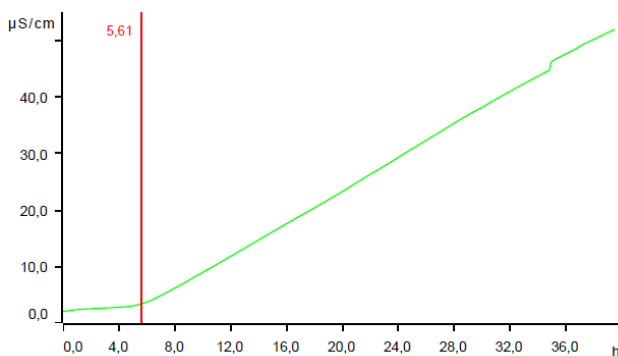
stabilitu znižujú. Pre porovnanie môžeme uviesť čas oxidácie oleja s lyofilizovaným extraktom oproti enkapsulovanému extraktu, kde vidíme výrazný rozdiel.

Úzky súvis s oxidačnou stabilitou má aj hodnota peroxidového čísla. Čím vyššie je peroxidové číslo oleja, tým je oxidačná stabilita nižšia. Tento fakt môžeme potvrdiť aj našimi meraniami, kde sme zistili, že najvyššie peroxidové číslo čerstvého aj dvoj mesačného oleja bolo pri vzorke s čistým enkapsulátom, a pri tejto vzorke nám vyšla najmenšia antioxidačná aktivita. Najnižšie peroxidové číslo mala vzorka s lyofilizovaným extraktom a zároveň najvyššiu oxidačnú stabilitu.

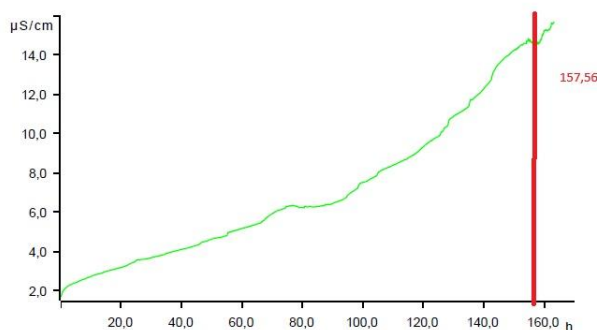
Na porovnanie v štúdií iných autorov čerstvý palmový olej vykazoval čas oxidačnej stability medzi 26 a 109 hodinami. Podľa týchto výsledkov pri teplotách 20 °C, 25 °C a 30 °C, pri správnom skladovaní autori odhadujú trvanlivosť palmového oleja na 616,85, 434,35 a 306,6 dní. Tieto výsledky boli očakávané vzhľadom na vysoký obsah prírodných antioxidantov prítomných v palmovom oleji (Rada-Bula et al., 2024).



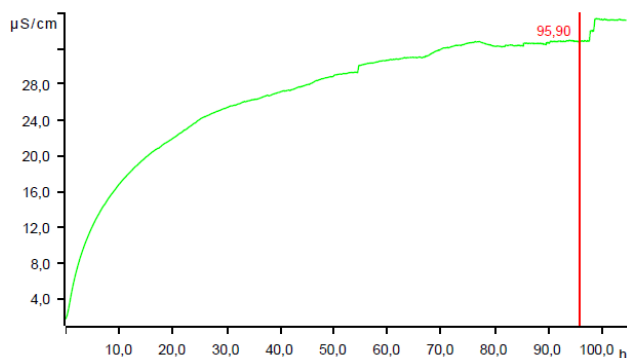
Graf 1: Oxidačná stabilita čistého MCT oleja



Graf 2: Oxidačná stabilita MCT s čistým enkapsulátom



Graf 3: Oxidačná stabilita MCT oleja s lyofilizovaným extraktom z chilli

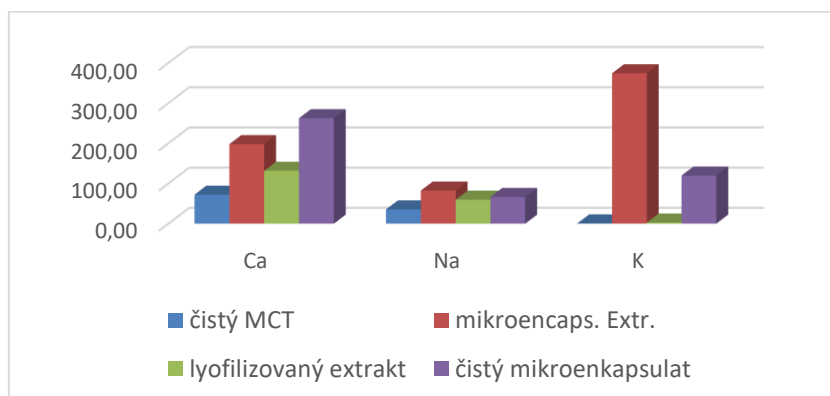


Graf 4: Oxidačná stabilita MCT s enkapsulovaným extraktom z chilli

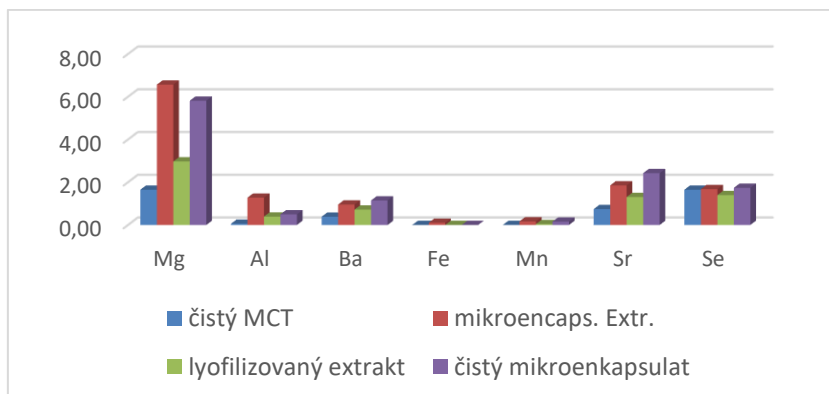
Obsah makro a mikroprvkov

V našich vzorkách sme zistili rôzny obsah 10 chemických prvkov, a to: vápnik, sodík, draslík, horčík, hliník, bárium, železo, mangán, stroncium a selén. Obsah týchto prvkov sa výrazne medzi vzorkami nelíšil okrem draslíka a horčíka, kde vzorky obsahujúce mikroenkapsulát vykazovali oveľa vyšší obsah týchto dvoch prvkov oproti vzorkám, ktoré mikroenkapsulát neobsahovali. Tak isto neboli detegované žiadne obsahy ťažkých kovov alebo toxických prvkov. Vďaka tomu môžeme usúdiť, že ide o zložky potravín, ktoré nepredstavujú žiadne zdravotné riziko z hľadiska obsahu nebezpečných látok. Grafy 5 a 6 znázorňujú obsahy všetkých prítomných prvkov vo vzorkách MCT olejov.

Pre porovnanie, autori zisťovali obsah prvkov v oleji zo severnej Nigérie. Zistili nasledovné hodnoty: vápnik $149,11 \pm 7,22 \text{ mg.kg}^{-1}$, horčík $79,88 \pm 5,10 \text{ mg.kg}^{-1}$, draslík $108,64 \pm 6,66 \text{ mg.kg}^{-1}$, sodík $348,61 \pm 9,35 \text{ mg.kg}^{-1}$, fosfor $29,82 \pm 2,01 \text{ mg.kg}^{-1}$, síra $114,15 \pm 2,01 \text{ mg.kg}^{-1}$, mangán $58,8 \pm 1,67 \text{ mg.kg}^{-1}$, železo $65,2 \pm 1,43 \text{ mg.kg}^{-1}$, zinok $28,48 \pm 0,51 \text{ mg.kg}^{-1}$, meď $13,4 \pm 0,12 \text{ mg.kg}^{-1}$, selén $0,76 \pm 0,00 \text{ mg.kg}^{-1}$ (Famurewa et al., 2023).



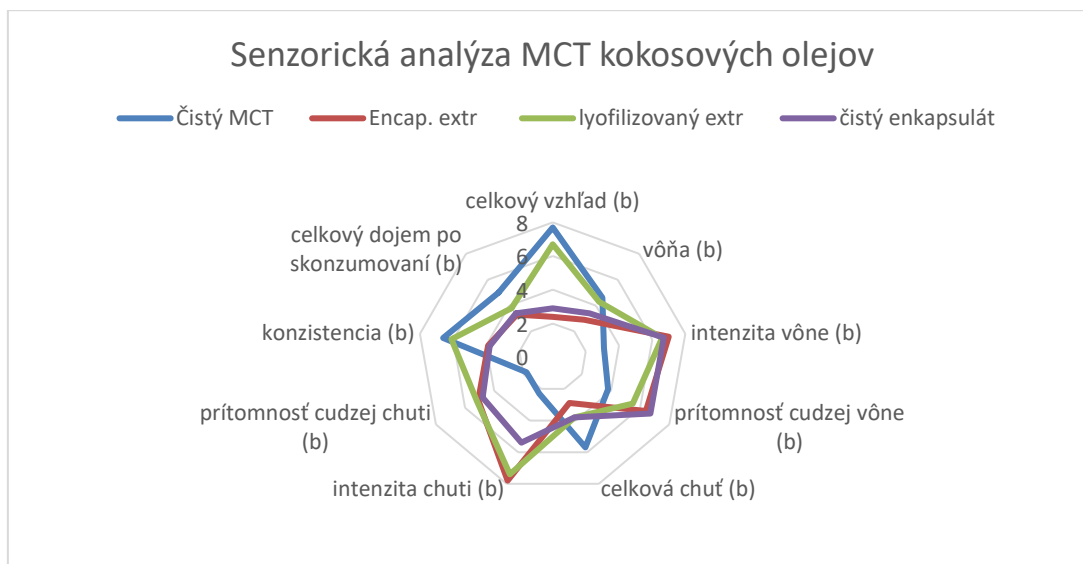
Graf 5: Obsah prvkov Ca, Na a K vo vzorkách MCT oleja



Graf 6: Obsah ostatných makro a mikroprvkov

Senzorická analýza

Graf 7 uvádza výsledky senzorickej analýzy. Po jej zhrnutí sme zistili, že celková spokojnosť hodnotiteľov bola veľmi nízka. Navyše bodov v celkovom hodnotení a zároveň aj s najlepšimi výsledkami bola vzorka čistého oleja ($5 \pm 2,5$ bodov) a ostatné vzorky boli pod úrovňou 4 bodov, čo je neuspokojivé. Tento výsledok môžeme pripisovať tomu, že oleje ako také nie sú zvyčajne konzumované samostatne a väčšinou sa používajú len na kulinársku úpravu. Ďalej tento výsledok mohlo spôsobiť aj to, že vzhľad vzoriek nebol uspokojivý a tak hodnotitelia cítili nepríjemné cudzie vône a chute. Pri vzorkách obsahujúcich extrakty uvádzali hodnotitelia nasledovné cudzie chute a vône: prezretá saláma, zatuchlina, pokazený syr, rybia chuť. V prípade vzorky s čistým enkapsulátom boli negatívne opisy nasledovné: syntetická vôňa, rybia chuť, plast, a cítili nepríjemnú zrnitosť.



Graf 7: Hodnotenie senzorickej analýzy MCT olejov

Záver

V našej práci sme sa venovali zmenám fyzikálno chemických vlastností MCT kokosového oleja po prídavku extraktov z chilli. Venovali sme pozornosť najmä chemickému zloženiu a senzorickým vlastnostiam vzoriek. Pri stanovení oxidačnej stability sa zistilo, že obsah extraktu výrazne zvyšuje oxidačnú stabilitu. Pri vzorke

s čistým MCT olejom prebiehala analýza 6,52 hodín, a pri vzorke s lyofilizovaným extraktom toto stanovenie trvalo 157,56 hodín. Toto zistenie taktiež potvrdzuje predošle spomenuté tvrdenie o predĺžení trvanlivosti. Stanovenie obsahu metylesterov masných kyselín ukázalo, že MCT olej pozostáva zo 4 masných kyselín, a to kyseliny kaprylovej, kyseliny dekánovej, kyseliny laurovej a kyseliny kaprónová. Percentuálny obsah týchto kyselín je extraktmi ovplyvnený minimálne, takže ich prítomnosť nemeňte chemickú štruktúru olejov. Pri určovaní mikro a makro prvkov bola zistená prítomnosť desiatich prvkov. Obsah týchto látok je v bezpečných množstvách, pretože hoci pri niektorých prvkoch presahovali denné odporúčané dávky pri jednom kilograme oleja, no s prihliadnutím na to že denná konzumácia MCT olejov je oveľa nižšia, ide o bezpečné dávky. Množstvo mikro a makro prvkov sa líšilo v závislosti od vzorky. Senzorickou analýzou sme zistili, že MCT oleje sú pre spotrebiteľov nezvyčajnou zložkou potravín a nereagujú na ne veľmi pozitívne, pretože z 9 bodovej škály získali vzorky iba 3,3 bodov pri vzorke s enkapsulovaným extraktom až 5,0 bodov pri vzorke čistého MCT oleja z hodnoteného celkového dojmu po skončení. Chemické zloženie z hľadiska obsahu masných kyselín ostalo takmer nezmenené, menil sa len obsah makro a mikroprvkov. Pri senzorickej analýze sme nedosiahli pozitívne výsledky pravdepodobne aj z toho dôvodu, že ide o pomerne novú zložku v potravinárskom priemysle a ľudia nepoznajú o čo ide. V tomto prípade by sme odporúčali rozšírenie povedomia verejnosti o MCT olejoch, zvýšiť informovanosť o zdravotných benefitoch konzumácie týchto olejov a prípadne ich zakomponovať do už známych receptov, aby ich konzumenti tolerovali viac.

Literatúra

- Babayan, V. K. 1985. Medium Chain Triglycerides and Structured Lipids. *Lipids* [on-line], vol. 22 no. 6, pp. 417-420. <https://doi.org/10.1007/BF02537271>
- Bach, A., Babayan, V.K. 1982 Medium-chain triglycerides: an update. *American Journal of Clinical Nutrition* [on-line]. vol. 36, no. 5, pp. 950-962. <https://doi.org/10.1093/ajcn/36.5.950>
- Famurewa, A.C., Ekeleme-Egedigwe, C.A., Onyeabo, C., Kanu, S.C., Besong, E.E., Maduagwuna, E. K. 2023. Comparative assessment of different coconut oils: Chromatographic and spectrometric analyses of pesticide residues, toxic heavy metals, and associated contents. In *Measurement Food* [on-line], vol. 10, 100082. <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2023.100082>
- Henderson, D.E., Slickman, A.M., Henderson, S.K. 1999. Quantitative HPLC Determination of the Antioxidant Activity of Capsaicin on the Formation of Lipid Hydroperoxides of Linoleic Acid: A Comparative Study against BHT and Melatonin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [on-line]. vol. 47. no. 7, pp. 2563-2570.
- Lee, Y.Y., Tang, T.K., Chan, E.S. 2021. Medium chain triglyceride and medium-and long chain triglyceride: metabolism, production, health impacts and its applications – a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [on-line]. vol. 62, no. 15, pp. 4169-4185. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1873729>
- Mccarty, M.F., Dinicolantonio, J.J. 2016. Lauric acid-rich medium-chain triglycerides can substitute for other oils in cooking applications and may have limited pathogenicity. *Open Heart*, vol. 3, 000467
- Nimbkar, S., Leena, M.M., A Moses, J. A. 2022. Medium chain triglycerides (MCT): State-of-the-art on chemistry, synthesis, health benefits and applications in food industry.

In *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [on-line]. vol. 21, no. 2, pp. 843–867. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12926>

Rada-Bula, A., Iqbal-Sandoval, M., Gonzalez-Diaz, A. 2024. Compositional characteristics and shelf life of interspecific hybrid palm oil (*E. oleifera*×*E. guineensis*). *Food Packaging and Shelf-Life* [on-line] vol. 42, p. 101240. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2024.101240>

Zentek, J., Buchheit-Renko, S., Ferrara, F. 2011 Nutritional and physiological role of medium-chain triglycerides and medium-chain fatty acids in piglets. *Animal Health Research Reviews on-line*. vol. 12, no. 1, pp. 83–93. <https://doi.org/10.1017/S1466252311000089>

Kontaktná adresa

Ing. Matej Mázor., FBP SPU v Nitre, Ústav potravinárstva, Tr. Hlinku 2, 949 76 Nitra, email: xmazor@uniag.sk

Zmeny antiradikálovej aktivity černíc počas ich spracovania a extrakcie

Changes of the Antiradical Activity during Blackberry Processing and Extraction

Megyesy Eftimová, Z., Zahumenská, J., Dudriková, E., Semjon, B.

Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita
veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice,
Slovenská republika

Súhrn

Požiadavky spotrebiteľov na potraviny sa neustále menia a dopyt po prírodných zdravých potravinách s vysokou nutričnou hodnotou sa z roka na rok zvyšuje. Ostružina krovitá (*Rubus fruticosus* L.), alebo černica, je bohatým zdrojom biologicky aktívnych zlúčenín, ako sú polyfenoly a antokyaníny, od ktorých obsahu závisí antiradikálový potenciál. Hlavným cieľom štúdie bolo zistiť, ako antiradikálovú aktivitu ovplyvňujú: lokalita - „L“ (Košická kotlina, Slovensko; L1, L2), spôsob spracovania (čerstvé plody, mrazené plody, kompót, džem) a extrakčné činidlá (metanol, etanol 96 %, voda) používané na maceráciu plodov černíc. Experiment bol vykonaný na Katedre hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín na UVLF v Košiciach. Najvyššiu hodnotu antiradikálovej aktivity sme zaznamenali vo vzorkách černicového kompótu z lokality L1 ($83,46 \pm 0,29$) a L2 ($79,70 \pm 0,20$) s použitím etanolového rozpúšťadla pri spracovaní vzoriek. Zistili sme, že na hodnoty antiradikálovej aktivity experimentálnych vzoriek černíc mali výrazný vplyv druh použitého extrakčného činidla, technologické spracovanie a lokalita. Zistili sme významné rozdiely medzi hodnotami pri použití rôznych extrakčných činidiel ($p < 0.001$). Bolo potvrdené, že černice sú zdrojom antioxidačne pôsobiacich látok, ktoré vykazujú antiradikálovú aktivitu a môžu podporovať ľudské zdravie bez rozdielu na to, či ovocie prešlo technologickým spracovaním.

Kľúčové slová: *kvalita, černice, mrazenie, sterilizácia, antiradikálová aktivita*

Abstract

Consumer food requirements are constantly changing and the demand for natural healthy foods with high nutritional value is increasing year by year. Blackberries contain a number of biologically active compounds that are directly responsible for the polyphenol profile and high anti-radical potential. The main objective of this study was to determine the antiradical activity in blackberry extracts macerated in three types of solvents (methanol, ethanol 96%, water) from two localities in Košice region (Slovakia) and to summarize the influence of processing methods on the antiradical activity of the resulting berry-based products and to determine the most technologically advanced processing. The highest antiradical activity was recorded in blackberry compote samples from the first location (83.46 ± 0.29) and from the second location (79.70 ± 0.20) with ethanol solvent used in the samples processing. We found that the antiradical activity of experimental blackberry samples was influenced by the type of solvent used, technological processing, and location ($p < 0.001$). We confirmed that blackberries have antiradical activity, which can support human health regardless of whether the fruit has undergone any technological processing.

Key words: *quality, blackberries, freezing, sterilization, antiradical activity*

Úvod

V celosvetových stravovacích odporúčaniach sa kladie dôraz na zvýšený príjem konzumácie ovocia, hlavne bobuľového, pretože je bohatým zdrojom rôznych živín a fytochemikálií (Bazzano, 2005). Bobuľové ovocie obsahuje vysoké množstvo polyfenolov, antioxidantov, vitamínov, minerálov a vlákniny, ktorých účinky majú priaznivý vplyv na ľudský organizmus a pomáhajú predchádzať rôznym civilizačným ochoreniam (Zhao, 2007). Ostružina (*Rubus* spp.) je ker patriaci do čeľade Rosaceae, ktorého spotreba v posledných rokoch výrazne vzrástla vďaka priaznivým účinkom jeho plodov na zdravie, ktoré sa pripisujú vysokému obsahu nutričných a bioaktívnych zlúčenín (Schulz et al, 2019). Okrem antokyánov a iných fenolových zlúčenín (Kaume et al., 2012) sa v bobuliach nachádza vysoké množstvo vitamínov A, K a E (Rasheed et al., 2017) a mikro a makrominerálov (Moraes et al., 2021). Ostružiny sa bežne konzumujú nielen v čerstvej a mrazenej forme, ale aj ako technologicky spracované produkty vrátane sušeného a konzervovaného ovocia, nápojov, džemov, sirupov, vína, čajov, dezertov a želé (Seeram et al., 2006). Antioxidanty sú prítomné v mnohých prírodných produktoch a poskytujú dôležité výhody pre ľudské zdravie (Rodriguez et al. 2020). Počas spracovania majú niektoré jednotkové operácie väčší vplyv na nutričný a technologický profil bobúľ, zatiaľ čo iné vo väčšej miere ovplyvňujú funkčné vlastnosti fytochemikálií (Patras et al., 2010). Cieľom experimentu je poskytnúť prehľad o tom, ako ovplyvňuje lokalita, spôsob spracovania a extrakčné činidlá používané na maceráciu plodov černíc antiradikálovú aktivitu. Technologický spôsob spracovania plodov černíc je z hľadiska zachovania bioaktívnych obsahových látok v produktoch nesmierne dôležitý, pretože konzumenti očakávajú, aby spĺňali kritériá pre polyfunkčné potraviny, ktoré poskytnú nutričné, ale aj zdravotné benefity.

Materiál a metodika

V experimente boli analyzované vzorky černíc ($n = 21$) z dvoch lokalít (L1, L2) v okolí Košickej kotliny.

L1: čerstvé černice, mrazené černice, černicový kompót,

L2: čerstvé černice, mrazené černice, černicový kompót, černicový džem.

Analýzy boli vykonané na Katedre hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín na UVLF v Košiciach.

Na prípravu extraktov sme použili ako rozpúšťadlo metanol, etanol a vodu. Príprava extraktov: približne 25g černíc (čerstvé plody, mrazené, kompót, džem) bolo homogenizovaných mixérom (mixér ETA 0010) a následne extrahovaných v pomere 1:2 (25 g černíc; 50 ml rozpúšťadla), ktoré boli 24 hodín trepané na trepačke (LT3 Nedfrom s.r.o., ČR). Následne boli vzorky prefiltrované. Vo vzorkách sa stanovila antiradikálová aktivita pomocou DPPH metódy podľa Brand - Williamsom et al. (1995) vyjadrená ako percento redukcie. Všetky výsledky boli merané pomocou spektrofotometra (PG Instruments T65 UV - Visible Spectrophotometer, UK).

Dosiahnuté výsledky z analýzy sme vyhodnotili s použitím štatistického softvéru R - statistics software verzia 4.5.0 (R Core Team, 2025). V experimentálnych vzorkách černíc sme ako hlavný faktor zvolili vplyv technologického spracovania a použitie extrakčného činidla. Pre štatistické vyhodnotenie sme zvolili metódu dvojcestnej analýzy rozptylu (TWO-Way ANOVA) s Tukeyho testom pre viacnásobné porovnávanie priemerov s intervalom spoľahlivosti nastaveným na úroveň 95 %.

Výsledky a diskusia

V našej štúdií sme sa zamerali na sledovanie antiradikálovej aktivity v černiciach – v čerstvom a mrazenom stave, v kompóte a džeme.

Na základe dosiahnutých výsledkov stanovenia antiradikálovej aktivity experimentálnych vzoriek černíc sme zistili, že vyššiu antiradikálovú aktivitu vykazovali vzorky černíc, kde bolo použité etanolové rozpúšťadlo, najnižšiu antiradikálovú aktivitu vzorky pri použití vody ako extrakčného činidla. Najvyššiu antiradikálovú aktivitu sme zaznamenali vo vzorkách černicového kompótu z prvej lokality s použitím etanolového rozpúšťadla pri spracovaní vzoriek ($83,46 \pm 0,29$). Najnižšiu antiradikálovú aktivitu vykazovali vzorky černicového džemu, kde bol použitý vodný extrakt ($3,10 \pm 0,27$). Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že na antiradikálovú aktivitu experimentálnych vzoriek černíc mal štatisticky významný vplyv technologického spracovania vzoriek ($p < 0,001$) a taktiež aj vplyv použitého rozpúšťadla ($p < 0,001$). Autori Siriwoharn et al. (2004) namerali antiradikálovú aktivitu v 11 kultivaroch černíc, ktorá sa pohybovala od 63,5 do 91,5 mikromol TE/g FW (priemer = 77,5). Akyüz (2022) uvádza, že celkový obsah fenolov v etanolových extraktoch nezrelých, stredne zreľých a zreľých plodov černíc bol $275,93 \pm 3,96$, $168,17 \pm 3,13$ a $49,78 \pm 5,20$ mg GAE/g extraktu, zatiaľ čo pre vodné extrakty bol zistený obsah $86,79 \pm 2,48$, $74,25 \pm 3,18$ a $41,83 \pm 5,27$ mg GAE/g extraktu. Autori Albert et al. (2022) namerali antioxidačnú aktivitu DPPH metódou v metanolovom extrakte z černíc $63,13 \pm 3,45\%$ a etanolovom extrakte z černíc $47,20 \pm 2,47$. Pri stanovení väzbovej aktivity DPPH radikálu sa pozorovalo, že antioxidačná kapacita je tiež ovplyvnená rozpúšťadlami, pričom extrakt pripravený s acetonitrilom vykazuje najvyššiu antioxidačnú kapacitu metódami FRAP aj DPPH. To by mohlo vysvetľovať, že zložky extrahované rozpúšťadlami s vyššou polaritou sú menej účinné pri väzbe DPPH radikálu ako ich náprotivky s nižšou polaritou. Zmeny v polarite rozpúšťadiel však menia ich schopnosť vylúhovať určité antioxidanty, čím ovplyvňujú merania (Celant, et al., 2016).

Tabuľka 1: Antiradikálová aktivita v černiciach (% inhibície DPPH, priemer $\pm$ SD)

Vzorka	Extrakčné činidlo		
	Metanol	Etanol	H ₂ O
Čerstvé černice L1	$66,42 \pm 0,14^d$	$80,21 \pm 0,25^c$	$20,14 \pm 0,22^f$
Mrazené černiceL1	$80,21 \pm 0,19^c$	$81,41 \pm 0,11^b$	$21,31 \pm 0,91^e$
Kompót z černícL1	$83,35 \pm 0,14^a$	$83,46 \pm 0,29^a$	$12,80 \pm 0,34^g$
Čerstvé černice L2	$70,63 \pm 0,38^d$	$76,98 \pm 0,64^c$	$21,87 \pm 0,39^g$
Mrazené černiceL2	$76,31 \pm 0,49^c$	$76,74 \pm 0,32^c$	$15,19 \pm 0,26^h$
Kompót z černícL2	$78,51 \pm 0,26^b$	$79,70 \pm 0,20^a$	$3,10 \pm 0,27^i$
Džem z černíc L2	$65,85 \pm 0,20^e$	$79,08 \pm 0,26^{ab}$	$24,21 \pm 0,13^f$

Priemery zdieľajúce zhodný horný index v stĺpci nie sú vzájomne štatisticky významné (Dvojcestná ANOVA a Tukeyho test pre viacnásobné porovnávanie priemerov, $p < 0,05$).

Záver

Denná konzumácia bobuľového ovocia sa dôrazne odporúča, pretože sú bohaté na bioaktívne zlúčeniny, ako sú fenolové kyseliny, flavonoidy, triesloviny a stilbény, ktoré sa podieľajú na rôznych antioxidačných obranných mechanizmoch zodpovedných za predchádzanie vzniku niekoľkých chronických ochorení s vysokým výskytom v rozvinutých krajinách. V mnohých prípadoch sa bobule ovocia nekonzumujú ako

čerstvé surové produkty, ale ako rôzne spracované produkty. V závislosti od podmienok spracovania použitých na premenu bobúľ na stabilné nápoje, pyré, nátierky alebo prášky môže byť ovplyvnený nutričný profil a biologické vlastnosti ovocia. Preto je veľmi žiaduci výber vhodnej prevádzkovej jednotky a parametrov spracovania, ktoré umožňujú zachovať funkčnosť citlivých bioaktívnych zlúčenín. Z našich výsledkov vyplynulo, že černice by sa mohli považovať za silný zdroj zdraviu prospešných bioaktívnych zlúčenín, ktoré súvisia s ochranou pred reaktívnymi formami kyslíka a inými voľnými radikálmi a spolu s ďalšími účinkami by mohli prispieť k posilneniu nášho zdravia.

Literatúra

- Bazzano, L.A. Dietary intake of fruit and vegetables and risk of diabetes mellitus and cardiovascular diseases In background paper of the joint FAO/WHO workshop on Fruit and Vegetables for health. Kobe, Japan: World Health Organization; 2005:1–65.
- Seeram, N.P., Berries. 2006. In: Heber D, Blackburn G, Go VLW, Milner J, editors. Nutritional oncology. 2nd edition. London, UK: Academic Press; p. 615–25.
- Zhao, Y. 2007. Berry fruit value-added products for health promotion. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Schulz, M., Seraglio, S. K. T., Della Betta, F., Nehring, P., Valese, A. C., Daguer, H.; Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., Fett, R. 2019. Blackberry (*Rubus Ulmifolius* Schott): Chemical Composition, Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity in Two Edible Stages. *Food Research International Journal*. vol. 122, pp. 627–634. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.034>.
- Kaume, L., Howard, L. R., Devareddy, L. 2012. The Blackberry Fruit: A Review on Its Composition and Chemistry, Metabolism and Bioavailability, and Health Benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. vol. 60, no. 23, pp. 5716–5727. <https://doi.org/10.1021/jf203318p>.
- Rasheed, H. U., Nawaz, H., Rehman, R., Mushtaq, A., Rashid, U. 2017. The Blackberry: A Review on Its Composition and Chemistry, Uses and Bioavailability and Potential Health Benefits. *International journal of chemical and biochemical science*. vol. 11, pp. 120–128. DOI: 10.1021/jf203318p.
- Moraes, D. P., Chim, J. F., Barin, J. S., Vizzotto, M., Farias, C. A. A., Ballus, C. A., Barcia, M. T. 2021. Influence of the Cultivar on the Composition of Blackberry (*Rubus* Spp.) Minerals. *Journal of Food Composition and Analysis*. vol. 100, p. 103913. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103913>.
- Rodriguez De Luna, S.L., Ramirez-Garza, R.E., Serna Saldivar, S.O. 2020. Environmentally friendly methods for flavonoid extraction from plant material: Impact of their operating conditions on yield and antioxidant properties. *Science World Journal*. vol. 1, p. 6792069.
- Patras, A., Brunton, N.P., Donnell, C.O., Tiwari, B.K. 2010. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science and Technology*. vol. 21, pp. 3–11.
- Siriwoharn, T., Wrolstad, R.E., Finn, Ch.E., Pereir, C.B. 2004. Influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (*Rubus* L. Hybrids) anthocyanins, polyphenolics, and antioxidant properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. vol. 52, no. 26, pp. 8021–30. doi: 10.1021/jf048619y.
- Mehmet, A. 2022. The determination of antidiabetic, anticholinesterase and antioxidant properties of ethanol and water extracts of blackberry (*Rubus fruticosus* L.) fruits at

different maturity stages, *South African Journal of Botany*, vol. 151, pp. 1035-1048, ISSN 0254-6299, <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.11.012>

Celant, V.M., Braga, G.C., Vorpapel, J.A., Salibe, A.B. 2016. Composição fenólica e atividade antioxidante dos extratos aquoso e etanólico de amora-preta. *A Revista Brasileira de Fruticultura*. vol. 38, e-411.

Albert, C., Codină, G.G., Héjja, M., Dezső András, C., Chetrariu, A., Dabija, A. 2022. Study of Antioxidant Activity of Garden Blackberries (*Rubus fruticosus* L.) Extracts Obtained with Different Extraction Solvents. *Applied Sciences*. vol 12, no. 8, p 4004. <https://doi.org/10.3390/app12084004>

PodĎakovanie

Práca bola podporená projektom KEGA 007UVLF-4/2024.

Kontaktná adresa:

PhDr. Ing. Zuzana Megyesy Eftimová, PhD., Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice. E-mail: zuzana.megyesy.eftim@uvlf.sk

Zmeny v obsahu antokyánov v procese technologického spracovania arónie čiernoplodej na rôzne produkty

Changes in Anthocyanin Content during the Technological Processing of Black Chokeberry into Various Products

Mendelová, A.¹, Mendel, E.², Golian, J.¹, Kolesárová, A.¹, Solgajová, M.¹

¹Ústav potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

²Výskumný ústav rastlinnej výroby, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum v Nitre

Súhrn

Cieľom práce bolo hodnotenie vybraných ukazovateľov zloženia čerstvých plodov arónie čiernoplodej odrody Galicjanka, následné spracovanie plodov na pasterizovanú aróniovú šťavu a pretlak, aróniový džem, rôsol a džem so zníženým obsahom sacharózy, sušené plody a sušený pretlak a pečený aróniový čaj a porovnanie týchto produktov z hľadiska stability obsahu celkových antokyánov. Čerstvé plody arónie dosahovali vysoký obsah rozpustnej sušiny (21,84 %), ktorá je tvorená predovšetkým sacharidmi (19,29 g.100 g⁻¹). Priemerný obsah glukózy bol v plodoch 5,47 g.100 g⁻¹, fruktózy 4,82 g.100 g⁻¹ a celkový obsah organických kyselín 1,11 g.100 g⁻¹. Plody sa vyznačovali vysokým obsahom celkových polyfenolov (1,23 g GAE.100 g⁻¹), z ktorých takmer 45 % tvorili antokyánové farbivá s priemerným obsahom 0,54 g CGE.100 g⁻¹. V pripravených produktoch vplyvom spracovania a tepelného ošetrenia klesal celkový obsah antokyánov. Štatisticky preukazne ($p < 0,05$) najvyšší obsah celkových antokyánov zostal v pasterizovanej aróniovej šťave a aróniovom pretlaku a štatisticky preukazne ($p < 0,05$) najnižší v pečenom aróniovom čaji. Aj napriek poklesu obsahu antokyánov v produktoch pripravených z arónie sa tieto produkty vyznačujú vysokým obsahom bioaktívnych látok a arónia je surovinou vhodnou na výrobu potravín s pridanou hodnotou.

Kľúčové slová: *arónia, produkty z arónie, celkový obsah antokyánov*

Abstract

The aim of this work was to evaluate selected compositional indicators of fresh fruits of the Galicjanka cultivar of black chokeberry, to process the fruits into pasteurized chokeberry juice and purée, chokeberry jam, jelly, low-sucrose jam, dried fruits and dried purée, and baked chokeberry tea, and to compare these products in terms of the stability of total anthocyanin content. The fresh fruits of chokeberry showed a high soluble solids content (21.84%), primarily composed of carbohydrates (19.29 g.100 g⁻¹). The average glucose content in the fruits was 5.47 g.100 g⁻¹, fructose 4.82 g.100 g⁻¹, and the total content of organic acids was 1.11 g.100 g⁻¹. The fruits were rich in total polyphenols (1.23 g GAE.100 g⁻¹), nearly 45% of which were anthocyanin pigments, with an average content of 0.54 g CGE.100 g⁻¹. Due to processing and thermal treatment, the total anthocyanin content decreased in the prepared products. Statistically significant ($p < 0.05$) highest total anthocyanin content remained in the pasteurized chokeberry juice and purée, while the lowest ($p < 0.05$) was found in the baked chokeberry tea. Despite the decline in anthocyanin content, the products made from chokeberry still exhibited high levels of bioactive compounds, making chokeberry a raw material suitable for the production of value-added food products.

Key words: *chokeberry, chokeberry products, total anthocyanin content*

Úvod

Arónia čiernoplodá (*Aronia melanocarpa* [Michx.] Elliott) je viacročný ker pochádzajúci zo Severnej Ameriky, odkiaľ sa rozšíril do viacerých častí sveta. Výrazné zastúpenie má najmä v krajinách strednej a juhovýchodnej Európy, ako sú Chorvátsko, Srbsko, Bulharsko, Rumunsko, Poľsko a Nemecko, ako aj v juhovýchodnej Ázii (Gerasimov et al., 2023; Negreanu-Pirjol et al., 2023). Zvýšený vedecký i spotrebiteľský záujem o túto plodinu súvisí s jej vysokým biologickým potenciálom a zdravotnými benefitmi, ktoré z nej robia perspektívnu funkčnú potravinu. Plody arónie čiernoplodej sú známe výrazným antioxidantným účinkom, ktorý v mnohých prípadoch prevyšuje účinnosť antioxidantov prítomných v iných druhoch ovocia (Strugała et al., 2016). Hoci arónia obsahuje relatívne nízke množstvo vitamínu C, jej hlavnou prednosťou je vysoký obsah polyfenolových zlúčenín (Danielczuk, 2003). Hlavnými nositeľmi biologickej aktivity sú polyfenoly, medzi ktoré patria najmä proantokyandíny, antokyány, flavonoidy a fenolové kyseliny (Oszmiański and Lachowicz, 2016; Tolić et al., 2015). Tmavomodré sfarbenie plodov arónie je podmienené prítomnosťou antokyánov, ktoré tvoria približne 25 – 41 % z celkového množstva polyfenolov (Šavikin et al., 2014; Veberic et al., 2015; Jurikova et al., 2017). Z fenolových kyselín sú najviac zastúpené kyselina neochlorogénová a chlorogénová, v menších množstvách aj kyselina kávová, jej deriváty a kyselina ellagová. (Mattila et al., 2006; Jakobek et al., 2012; Oszmiański and Lachowicz, 2016). Z flavonoidov sú v arónii čiernoplodej zastúpené najmä deriváty kvercetínu, ich obsah je však nižší v porovnaní s antokyánmi a fenolovými kyselinami (Oszmiański and Wojdylo, 2005; Kulling and Rawel, 2009; Tian et al., 2017). Okrem polyfenolov obsahujú plody arónie aj ďalšie bioaktívne látky vrátane vitamínov (najmä C a E), karotenoidov, tanínov, pektínov, organických kyselín, vlákniny, bielkovín, sacharidov a minerálnych látok, predovšetkým jódu, draslíka, vápnika a horčíka (Skupień, 2007; Borowska and Brzóska, 2016).

Cieľom našej práce bolo hodnotiť vybrané ukazovatele chemického zloženia čerstvých plodov arónie čiernoplodej odrody Galicjanka, následne ich spracovať na rôzne konzervárenské produkty a porovnať tieto produkty z hľadiska procesných zmien obsahu antokyánových farbív.

Metodika práce

V práci sme použili odrodu arónie čiernoplodej Galicjanka. Táto odroda sa vyznačuje veľkými, šťavnatými malvicami s jemným osrienením. Plody zozbierané v plnej zrelosti sme analyzovali v čerstvom stave na obsah rozpustnej sušiny, celkových cukrov, glukózy, fruktózy, celkových kyselín a pH. Spektrofotometricky sme stanovili obsah celkových polyfenolov a antokyánových farbív. Následne boli plody spracované na rôzne konzervárenské výrobky: pasterizovanú aróniovú šťavu, aróniový pretlak, džem a rôsol, džem so zníženým obsahom sacharózy, sušené plody, sušený pretlak a pečený aróniový čaj.

Plody určené na spracovanie boli dôkladne umyté a zbavené zvyškov stopiek a strapiny. Časť z nich sme vylišovali na stolovom hydraulickom lise NEREZ - HYDRAULIC 18L/2t. Vylišovanú šťavu sme nechali staticky odkaliť a na analýzu a ďalšie spracovanie sme použili čistú, odkalenú šťavu. Pasterizácia prebiehala pri teplote 82 °C počas 3 minút. Nepasterizovaná šťava slúžila ako polotovar na výrobu aróniového rôsolu.

Na výrobu pretlaku boli použité plody podrobené tepelnému ošetrovaniu vo vodnom kúpeli pri 100 °C po dobu 3 minút od dosiahnutia požadovanej teploty. Následne boli ochladené studenou vodou a pasírované pomocou prístroja ROBOT CUBE C80 s otvormi o veľkosti

0,5 mm. Pretlak bol použitý ako finálny produkt aj ako polotovár pre ďalšie výrobky – džem, sušený pretlak a aróniový čaj.

Džemy a rôsoly z arónie boli pripravené v súlade s Vyhláškou č. 44/2012 Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, ktorá stanovuje požiadavky na ovocné džemy, rôsoly a marmelády v triede „Extra“.

Na výrobu aróniového džemu sme použili 520 g pretlaku, 480 g sacharózy a 10 g kyseliny citrónovej. Džem so zníženým obsahom sacharózy obsahoval 750 g pretlaku, 350 g sacharózy a 10 g kyseliny citrónovej. Na výrobu aróniového rôsolu (želé) sme použili 520 g šťavy, 480 g sacharózy a 10 g kyseliny citrónovej. Receptúry boli zostavené na základe hmotnostnej bilancie sušiny použitých surovín.

Pri výrobe sušených produktov boli celé plody umyté, nasekané a rozprestreté v tenkej vrstve na sitá sušiarne. Sušenie prebiehalo v profesionálnej sušiarňi BIOSEC PRO pri teplote 40 °C do dosiahnutia vlhkosti 15 ± 1 %. Celkový čas sušenia bol 5 hodín.

Sušený aróniový pretlak („aróniová koža“) sme pripravili nanesením pretlaku v hrúbke 3 mm na podložku z masného papiera, ktorú sme umiestnili do sušičky. Sušenie prebiehalo pri teplote 40 °C počas 3 hodín, následne sme produkt dosušovali v pootvorenej komore sušiarne po dobu 16 hodín.

Na výrobu pečeného aróniového čaju sme použili nasekané čerstvé plody. Na 1000 g ovocia sme pridali 300 ml vody, 1 kg cukru, 10 ks klinčekov, 1 plátok škorice (dĺžka 5 cm) a 2 ks badiánu. Zmes sme rozložili do plytkej nádoby, zakryli hliníkovou fóliou (na obmedzenie odparu vody) a tepelne spracovali v elektrickej teplovzdušnej rúre pri 150 °C po dobu 60 minút.

Chemická analýza základnej suroviny a aróniových výrobkov

Na stanovenie obsahu rozpustnej sušiny, cukrov, organických kyselín a pH sme využili infračervenú spektroskopiu. Stanovenie sme vykonali pomocou analyzátora ALPHA Bruker Optik GMBH. Analyzátor ALPHA slúži pre rýchlu analýzu vín, muštov a ovocných a zeleninových štiav. Na analýzu sme použili prefiltrovanú a odstredenú šťavu z arónie, ktorú sme pomocou aplikátora naniesli na meraciu hlavicu analyzátora, kde sa vzorka vytemperovala na 40 °C a následne sa analyzovala.

Stanovenie obsahu antokyánových farbív sme uskutočnili spektrofotometricky pH diferenciálnou metódou. Princíp metódy stanovenia antokyánových farbív spočíva v znížení hodnoty pH extraktu na hodnotu 0,5 a 0,8 čo je spojené s transformáciou všetkých antokyánov na červeno sfarbený flavínový kation (Lee et al., 2005).

Experiment bol realizovaný v troch opakovaniach. Údaje boli vyhodnotené pomocou jednofaktorovej analýzy rozptylu (ANOVA), po ktorej nasledovala post-hoc analýza štatisticky významných rozdielov medzi výrobkami z arónie pomocou LSD testu viacnásobného porovnávania (Statistica 12, Statsoft), pričom za štatisticky významné boli považované rozdiely pri hladine významnosti $p < 0,05$.

Výsledky a diskusia

Chemické zloženie plodov arónie je ovplyvnené viacerými agroklimatickými faktormi, vrátane pestovateľskej polohy, pôdy, klimatických podmienok ako sú teplota a zrážky ale aj zrelosťou plodov a podmienkami ich skladovania alebo spôsobom spracovania (Tolić et al., 2015). V tabuľke 1 sú zosumarizované výsledky základného zloženia čerstvých plodov arónie.

Tabuľka 1: Zloženie plodov arónie čiernoplodej odrody Galicjanka

Ukazovateľ	jednotka	hodnota
celková sušina	%	22,38
rozpustná sušina	(°Brix)	21,84
celkové cukry	(g.100 g ⁻¹)	19,29
glukóza	(g.100 g ⁻¹)	5,47
fruktóza	(g.100 g ⁻¹)	4,82
pH		3,18
celkové kyseliny	(g.100 g ⁻¹)	1,11
celkové polyfenoly	(g GAE.100 g ⁻¹)	1,23
celkové antokyány	(g CGE.100 g ⁻¹)	0,54

Celkový obsah sušiny plodov arónie čiernoplodej v našom výskume dosahoval hodnotu 22,38 %. Obsah celkovej sušiny sledovali viacerí autori, pričom uvádzané hodnoty sa pohybovali v rozpätí od 15,30 do 30,76 %. Ochmian et al. (2012) sa vo svojej práci zamerali na porovnanie štyroch odrôd arónie – Galicjanka, Hugin, Nero a Viking. Zistili, že najnižší obsah sušiny mala odroda Viking (15,3 %) a najvyšší odroda Hugin (19,5 %). Pre odrodu Galicjanka uviedli hodnotu 17,8 %, čo je nižšie ako hodnoty zistené v našom výskume. Trenka et al. (2020) zistili obsah rozpustnej sušiny v Odrode Galicjanka v rozpätí 23,8 – 26,5 %, čo je porovnateľné s našimi výsledkami.

Kulling a Rawel (2009) uvádzajú, že medzi hlavné sacharidy zastúpené v plodoch arónie patria sorbitol, glukóza a fruktóza. Celkový obsah sacharidov podľa ich údajov dosahuje 6,21 – 20,92 %, pričom obsah sorbitolu je 8,56 %, fruktózy 1,38 – 4,71 % a glukózy 1,09 – 5,70 %. V našom výskume sme stanovili celkový obsah cukrov 19,29 g.100 g⁻¹. Z hľadiska individuálneho zastúpenia sme zistili vyšší podiel glukózy než fruktózy.

Hodnoteniu obsahu sacharidov v plodoch arónie sa venovala aj Nawirska-Olszańska et al. (2020), ktorá v čerstvých plodoch identifikovala ako dominantný sacharid sorbitol (11,51 %), nasledovaný glukózou (7,10 %) a fruktózou (5,78 %).

V našom výskume dosahovalo pH aróniovej šťavy hodnotu 3,18 a obsah organických kyselín predstavoval 1,11 g.100 g⁻¹. Tolić et al. (2015) uvádzajú v komerčne dostupných aróniových šťavách pH v rozmedzí 3,54 – 3,92, čo sú vyššie hodnoty než tie, ktoré sme zistili v našom výskume. Obsah organických kyselín v ich štúdiu kolísal od 0,29 do 1,32 %. Ochmian et al. (2012) zistili v odrode Galicjanka obsah organických kyselín 0,75 % a v odrode Nero 0,8 %, čo sú hodnoty nižšie než tie, ktoré sme zaznamenali v našom výskume.

Plody arónie sú podľa viacerých autorov zaujímavé predovšetkým prítomnosťou širokého spektra biologicky aktívnych látok, pričom v tomto smere medzi najdôležitejšie patria látky polyfenolického charakteru vrátane antokyánových farbív. V našej práci sme hodnotili obsah celkových polyfenolov a antokyánových farbív. Obsah celkových polyfenolov dosahoval priemernú hodnotu 1,23 g GAE.100 g⁻¹ a obsah antokyánov 0,54 g CGE.100 g⁻¹.

Analýze obsahu celkových polyfenolov sa v svojej práci venovali aj Jakobek et al. (2012) a porovnaním odrôd Galicjanka, Nero, Viking a Wild zistili najvyšší obsah celkových polyfenolov v odrode Wild (1,44 g GAE.100 g⁻¹). V odrode Galicjanka autori uvádzajú 1,04 g GAE.100 g⁻¹, čo sú hodnoty nižšie ako v našom výskume, ale zrovnateľné s výsledkami Jakobek et al. (2012). Obsah celkových antokyánov sa v práci

Jakobek et al. (2012) pohyboval od 0,14 g CGE.100 g⁻¹ v odrode Galicjanka do 0,27 g CGE.100 g⁻¹ FW v odrode Wild. Hodnoty, ktoré uvádzajú autori sú výrazne nižšie ako naše zistenia.

Analýze obsahu celkových antokyánov sa venovali aj Andrzejewska et al. (2015) a v plodoch odrody Galicjanka detegovali obsah 0,63 – 0,77 g CGE.100 g⁻¹, čo sú hodnoty zrovnateľné s našimi zisteniami. V práci Ochmian et al. (2012) autori porovnávali kvalitu 4 odrôd arónie čiernoplodej a uvádzajú obsah celkových polyfenolov v hodnotách 1,85 g GAE.100 g⁻¹ v odrode Viking až 2,34 g GAE.100 g⁻¹ v odrode Hugin. V odrode Galicjanka udávajú autori obsah 2,19 g GAE.100 g⁻¹, čo je hodnota vyššia ako sme zistili v našom výskume.

V druhej časti výskumu sme sa zamerali na spracovanie plodov arónie a zhodnotenie stability a strát obsahu celkových antokyánov, ktoré nastanú počas spracovania (tab. 2).

Tabuľka 2: Hodnotenie obsahu celkových polyfenolov a antokyánov vo výrobkoch z arónie

produkt	celková sušina [%]	celkové antokyány	
		g CGE. 100 g ⁻¹ čerstvej hmoty	g CGE. 100 g ⁻¹ sušiny
čerstvá arónia	24,36	0,81	3,32±0,11f
aróniová šťava	22,38	0,54	2,40±0,12e
aróniový pretlak	23,52	0,55	2,35±0,09e
aróniový džem	64,21	1,02	1,59±0,01bc
aróniový džem so zníženým obsahom sacharózy	64,23	0,97	1,51±0,07ab
aróniový rôsol	63,69	1,00	1,58±0,15bc
sušená arónia	84,48	1,48	1,75±0,08d
sušený aróniový pretlak (aróniová koža)	80,24	1,35	1,68±0,08cd
pečený aróniový čaj	48,78	0,69	1,41±0,01a

±štandardná odchýlka

Spracovaním arónie na aróniové produkty došlo vo všetkých výrobkoch k degradácii antokyánov. Štatisticky preukazne ($p < 0,05$) najvyšší obsah celkových antokyánov zostal zachovaný v pasterizovanej aróniovej šťave a aróniovom pretlaku. V prípade týchto výrobkov sa použilo krátke tepelné ošetrenie max. v rozsahu 3 minút pri teplote 82 – 100 °C. V aróniovej šťave zostalo zachovaných 72,4 % celkových antokyánov a v aróniovom pretlaku to bolo 70,9 % celkových antokyánov.

Pokles obsahu antokyánov na úrovni približne 50 % sme zaznamenali pri výrobe sušenej arónie a aróniovej kože. Použitá bola teplota 50 °C a čas pôsobenia bol pri sušenej arónii 5 hodín a pri aróniovej koži 3 hodiny a 16 hodín dosušania pri podmienkach bežnej atmosféry. Celkový obsah antokyánov v týchto výrobkoch klesol v priemere o 48,2 %. Medzi sušenými plodmi arónie a sušeným aróniovým pretlakom sme nezistili štatisticky preukazné ($p > 0,05$) rozdiely v celkovom obsahu antokyánov.

V pripravených aróniových nátierkach sa zachovalo v priemere 47 % celkových antokyánov. Obsah celkových antokyánov v aróniovom džeme a rôsole pri obsahu ovocnej zložky 52 % bol 0,83 g CGE.100 g⁻¹ sušiny a 0,82 g CGE.100 g⁻¹ sušiny. V aróniovom džeme so zníženým obsahom sacharózy pri podiele ovocnej zložky 75 %

bol obsah celkových antokyánov 1,13 CGE g.100 g⁻¹ sušiny. Medzi jednotlivými nátierkami sme nezistili štatisticky preukazný rozdiel ($p > 0,05$) z hľadiska obsahu celkových antokyánov. Štatisticky preukazne ($p < 0,05$) najnižší obsah celkových antokyánov (1,41 CGE g.100 g⁻¹ sušiny) sme zaznamenali v pečenom aróniovom čaji. Hodnotením obsahu antokyánov v komerčne dostupných šťavách a sušených plodoch arónie sa zaoberali Tolić et al. (2015). V prípade obsahu antokyánov autori zistili širšie rozpätie hodnôt a to 0,15 – 1,23 g CGE.100 g⁻¹ sušiny. Najvyšší obsah celkových antokyánov autori zistili v šťave z Nemecka, ktorá však patrila medzi vzorky s nižším obsahom celkových polyfenolov. V porovnaní s našim výskumom autori zistili v aróniových šťavách nižší obsah antokyánov, neuvádzajú však spôsob spracovania plodov ani dĺžku a podmienky skladovania produktu. V sušených plodoch autori zistili priemerný obsah antokyánov 0,14 g GAE.100 g⁻¹ sušiny, čo sú hodnoty nižšie ako sme zistili v našom výskume.

Samoticha et al. (2016) uskutočnili štúdiu v ktorej sledovali zmeny obsahu antokyánov v plodoch arónie po rôznych spôsoboch sušenia. Autori na základe analýz uvádzajú, že pri konvenčnom sušení plodov pri 60 °C došlo k poklesu antokyánových farbív z 3,92 g CGE.100 g⁻¹ sušiny na 0,78 g CGE.100 g⁻¹ sušiny. Po vákuovom sušení farbivá klesli na 1,82 g CGE.100 g⁻¹ sušiny a po lyofilizácii na 2,23 g CGE.100 g⁻¹ sušiny. Autori uvádzajú, že sušenie vedie k strate antokyánov v rozmedzí od 43 – 80 % v závislosti od spôsobu sušenia.

Záver

Cieľom práce bolo zhodnotiť kvalitu čerstvých plodov arónie čiernoplodej odrody Galicjanka a posúdiť zmeny obsahu celkových antokyánov vo vybraných výrobkoch z arónie. Priemerný obsah rozpustnej sušiny v plodoch arónie dosiahol 21,84 °Brix. Sušina bola tvorená predovšetkým sacharidmi, ktorých priemerný obsah predstavoval 19,29 %, pričom obsah glukózy bol 5,47 g.100 g⁻¹ a fruktózy 4,82 g.100 g⁻¹.

Medzi významné antioxidačne pôsobiace zložky arónie patria polyfenoly vrátane antokyánových farbív. Celkový obsah polyfenolov a antokyánov v čerstvých plodoch dosahoval hodnoty 1,23 g GAE.100 g⁻¹ a 0,54 g CGE.100 g⁻¹.

Po technologickom spracovaní plodov do rôznych výrobkov došlo v dôsledku tepelného ošetrenia k štatisticky preukázateľnej degradácii obsahu antokyánov ($p < 0,05$). Celkový obsah antokyánov vo výrobkoch sa pohyboval v rozmedzí 1,41 – 2,40 g CGE.100 g⁻¹ sušiny. Štatisticky najvyšší obsah bol zachovaný v pasterizovanej aróniovej šťave a aróniovom pretlaku, zatiaľ čo najnižší obsah bol zaznamenaný v pečenom aróniovom čaji ($p < 0,05$). Nižšie straty antokyánov (27,6 – 29,1 %) boli zistené pri výrobe aróniovej šťavy a pretlaku. V aróniových nátierkach (džem, rôsol) došlo k degradácii 51,7 – 52,6 % antokyánov. V sušených produktoch sa obsah antokyánov znížil v priemere o 46,75 %, respektíve 48,2 %.

Napriek týmto stratám si výrobky z arónie čiernoplodej zachovávajú vysoký obsah bioaktívnych látok, a preto predstavujú významnú surovinu pre výrobu potravín s priaznivým vplyvom na zdravie.

Použitá literatúra

Andrzejewska, J., Sadowska, K., Klóska, Ł., Rogowski, L. 2015. The effect of plant age and harvest time on the content of chosen components and antioxidative potential of black chokeberry fruit. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, vol. 14, no. 4, pp. 105 – 114. ISSN 1644 – 0692.

- Borowska, S., Brzóska, M. M. 2016. Chokeberries (*Aronia melanocarpa*) and Their Products as a Possible Means for the Prevention and Treatment of Noncommunicable Diseases and Unfavorable Health Effects Due to Exposure to Xenobiotics. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 15, no. 6, pp. 982 – 1017. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12221>
- Danielczuk, J. 2003. Aronia w przetworstwie spożywczym- właściwości i kierunki wykorzystania. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-warzywny*, vol. 47, no. 12, pp. 26 – 28. ISSN 0137-2645.
- Gerasimov, M. A., Perova, I. B., Eller, K. I., Akimov, M. Y., Sukhanova, A. M., Rodionova, G. M., Ramenskaya, G. V. 2023. Investigation of Polyphenolic Compounds in Different Varieties of Black Chokeberry *Aronia melanocarpa*. *Molecules*, vol. 2, no. 10, pp. 4101. <https://doi.org/10.3390/molecules28104101>
- Jakobek, L., Drenjančević, M., Jukić, V., Šeruga, M. 2012. Phenolic acids, flavonols, anthocyanins and antiradical activity of “Nero”, “Viking”, “Galicianka” and wild chokeberries. *Scientia Horticulturae*, vol. 147, pp. 56 – 63. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.09.006>
- Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlavacova, I., Snopek, L., Orsavova, J. 2017. Fruits of Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* in the Prevention of Chronic Diseases. *Molecules*, vol. 22, no. 3, pp. 944. <https://doi.org/10.3390/molecules22060944>
- Kitryté, V., Laurinaviciene, A., Syrpas, M., Pukalskas, A., Venskutonis, P. R. 2020. Modeling and optimization of supercritical carbon dioxide extraction for isolation of valuable lipophilic constituents from elderberry (*Sambucus nigra* L.) pomace. *Journal of CO₂ Utilization*, vol. 35, pp. 225 – 235. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2019.09.020>
- Kulling, S., Rawel, H. 2009. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – A Review on the Characteristic Components and Potential Health Effects. *Planta Medica*, vol. 74, no. 13, pp. 1625 – 1634. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1088306>
- Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E., Eisele, T., Giusti, M. M., Hach, J., Hofsommer, H., Koswig, S., Krueger, D. A., Kupina, S., Martin, S. K., Martinsen, B. K., Miller, T. C., Paquette, F., Ryabkova, A., Skrede, G., Trenn, U., Wightman, J. D. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC International*, vol. 88, no. 5, pp. 1269 – 1278, <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269>
- Mattila, P., Hellström, J., Törrönen, R. 2006. Phenolic Acids in Berries, Fruits, and Beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 54, no. 19, pp. 7193 – 7199. <https://doi.org/10.1021/jf0615247>
- Nawirska-Olszańska, A., Paślawska, M., Stepień, B., Oziembłowski, M., Sala, K., Smorowska, A. 2020. Effect of Vacuum Impregnation with Apple-Pear Juice on Content of Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Dried Chokeberry Fruit. *Foods*, vol. 9, no. 3, pp. 108. <https://doi.org/10.3390/foods9010108>
- Negreanu-Pirjol, B. G. S., Oprea, O. C., Negreanu-Pirjol, T., Roncea, F. N., Prelipcean, A.-M., Craciunescu, O., Iosageanu, A., Artem, V., Ranca, A., Motelica, L., Lepadatu, A.-C., Cosma, M., Popoviciu, D. R. 2023. Health Benefits of Antioxidant Bioactive Compounds in the Fruits and Leaves of *Lonicera caerulea* L. and *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot. *Antioxidants*, vol. 12, no. 4, pp. 951. <https://doi.org/10.3390/antiox12040951>
- Ochmian, I., Grajkowski, J., Smolik, M. 2012. Comparison of some morphological features, quality and chemical content of four cultivars of chokeberry fruits (*Aronia melanocarpa*). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol. 40, no. 1, pp. 253 – 260. <https://doi.org/10.15835/nbha4017181>
- Ochmian, I., Oszmiański, J., Skupień, K. 2009. Chemical composition, phenolics and firmness of small black fruits. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, vol. 83, no. 1, pp. 64 – 69. e ISSN 1439-040X.
- Oszmiański, J., Lachowicz, S. 2016. Effect of the Production of Dried Fruits and Juice from Chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) on the Content and Antioxidative Activity of Bioactive Compounds, *Molecules*, vol. 21, no. 8, pp. 1098. <https://doi.org/10.3390/molecules21081098>

- Oszmianański, J., Wojdyło, A. 2005. Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, vol. 221, no. 6, pp. 809 – 813. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0002-5>
- Samoticha, J., Wojdyło, A., Lech, K. 2016. The influence of different the drying methods on chemical composition and antioxidant activity in chokeberries. *LWT- Food Science and Technology*, vol. 66, pp. 484 – 489. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.073>
- Skupien, K. 2007. The effect of mineral fertilization on nutritive value and biological activity of chokeberry fruit. *Agricultural and Food Science*, vol. 16, pp. 46 – 55. <https://doi.org/10.2137/145960607781635822>
- Skupień, K., Ochmian, I., Grajkowski, J. 2008. Influence of mineral fertilization on selected physical features and chemical composition of aronia fruit. *Acta Agrophysica*, vol. 11, no. 1, pp. 213 – 226. eISSN 2300-6730.
- StatSoft, Inc. (2013). Statistica (data analysis software system), version 12. Tulsa, Oklahoma, USA <http://www.statsoft.com>
- Strugała, P., Gładkowski, W., Kucharska, A. Z., Sokół-Łętowska, A., Gabrielska, J. 2016. Antioxidant activity and anti-inflammatory effect of fruit extracts from blackcurrant, chokeberry, hawthorn, and rosehip, and their mixture with linseed oil on a model lipid membrane. *European Journal of Lipid Science and Technology*, vol. 118, pp. 461 – 474. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201500001>
- Šavikin, K., Zdunić, G., Janković, T., Gođevac, D., Stanojković, T., Pljevljakušić, D. 2014. Berry fruit teas: Phenolic composition and cytotoxic activity. *Food Research International*, vol. 62, pp. 677 – 683. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.04.017>
- Tian, Y., Liimatainen, J., Alanne, A. L., Lindstedt, A., Liu, P., Sinkkonen, J., Kallio, H. Yang, B. 2017. Phenolic compounds extracted by acidic aqueous ethanol from berries and leaves of different berry plants. *Food Chemistry*, vol. 220, pp. 266 – 281. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.145>
- Trenka, M., Navirska-Olszańska, A., Oziębłowski, M. 2020. Analysis of Selected Properties of Fruits of Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) from Organic and Conventional Cultivation. *Applied Sciences*, vol. 10, no. 24, pp. 9096. <https://doi.org/10.3390/app10249096>
- Tolić, M.-T., Landeka Jurčević, I., Panjkota Krbavčić, I., Marković, K., Vahčić, N. 2015. Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Quality of Chokeberry (*Aronia Melanocarpa*) Products. *Food Technology and Biotechnology*, vol. 53, no. 2. <https://doi.org/10.17113/ftb.53.02.15.3833>
- Veberic, R., Slatnar, A., Bizjak, J., Stampar, F., Mikulic-Petkovsek, M. 2015. Anthocyanin composition of different wild and cultivated berry species. *LWT- Food Science and Technology*, vol. 60, pp. 509 – 517. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.033>

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-22-0402.

Kontaktná adresa

doc. Ing. Andrea Mendelová, PhD., SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 94901 Nitra; email: andrea.mendelova@uniag.sk

Mléko jako alergen v pokrmech veřejného stravování *Milk as an Allergen in Public Catering*

Mrňousová, B., Hostovský, M., Fejtová, K., Kameník, J., Bursová, Š.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Potravinové alergie (PA) jsou nežádoucí, netoxické, imunologicky podmíněné reakce na potravinu. PA souvisí s individuální vnímavostí jedince a podle imunopatie se rozdělují na zprostředkované IgE a nezprostředkované IgE.

Odhaduje se, že v současné době může být na celém světě 240–250 milionů lidí postižených potravinovou alergií. Stravování v restauracích a jiných provozech veřejného stravování tak může pro daného člověka znamenat potenciální riziko, protože musí zcela spoléhat na personál stravovacích služeb, aby správně připravili pokrmy bez alergenů. Restaurace jsou velmi specifickým a náročným prostředím, pokud jde o zvládání potravinových alergií. V rámci studie byly odebrány vzorky v různých stravovacích zařízeních a následně bylo na základě laboratorních testů zjištěno, zda vybraný alergen (mléko) uváděný či naopak neuváděný výrobcem odpovídá realitě. Výsledky naší studie potvrdily, že údaje uvedené v jídelním lístku nekorespondují vždy s jejich skutečným obsahem alergenu v pokrmu a personál často podává zákazníkovi mylné informace.

Klíčová slova: *potravinová alergie, restaurace, mléko, ELISA*

Abstract

Food allergies are unwanted, non-toxic, immunologically conditioned reactions to food. Food allergy is related to the individual susceptibility of the individual and is divided into IgE-mediated and non-IgE-mediated immunopathy.

It is estimated that currently 240-250 million people worldwide may be affected by food allergies. Eating in restaurants and other public catering establishments can therefore pose a potential risk to the person concerned, as they must completely rely on the catering staff to properly prepare allergen-free dishes. Restaurants are a very specific and demanding environment when it comes to managing food allergies. As part of the study, samples were taken in various catering establishments and subsequently, based on laboratory tests, it was determined whether the selected allergen (milk) declared or not declared by the manufacturer, corresponds to reality. The results of our study confirmed that the data provided in the menu do not always correspond to the actual content of the allergen in the dish and the staff often provide customers with misleading information.

Key words: food allergy, restaurant, milk, ELISA

Úvod

Alergie na kravské mléko, resp. na jeho bílkovinnou složku (ABKM) je jednou z nejčastějších potravinových alergií v dětství. Nemoc postihuje asi 1–3 % kojenců. V 90 % případů se projeví už v prvních 3 měsících života, jen vzácně vzniká po 1. roce života. Mezi klinické projevy patří především krev a hlen ve stolici (alergická proktokolitida), popř. mírné průjemovité onemocnění bez alterace celkového stavu, a to dny až týdny po požití bílkoviny kravského mléka (BKM). Bylo provedeno mnoho studií s cílem definovat a charakterizovat alergeny zapojené do ABKM a popsaly dva hlavní alergeny: kasein (α s1-CN) a β -laktoglobulin. Kromě toho je mnoho dalších mléčných bílkovin antigenních a schopných vyvolat imunitní odpověď. Tato alergie obvykle

samovolně vymizí během prvního roku života, nicméně se uvádí, že u 10 - 15 % pacientů přetrvává alergie až do dospělosti (Monaci et al., 2006).

Potravinová alergie je často zaměňována za jinou nežádoucí reakci na potraviny, zejména za potravinovou intoleranci. Zatímco PA je imunologicky podmíněná reakce na potravinu, intolerance je neimunologické povahy, nejčastěji se jedná o intoleranci sacharidů (především laktózy), která postihuje 20 -30 % evropské populace (Fuchs et al., 2016).

Rozhodne-li se člověk trpící přecitlivělostí na mléko (a je jedno, zda se jedná o potravinovou alergii či intoleranci) konzumovat pokrm ve stravovacím zařízení, vystavuje se potenciálnímu riziku a je tedy plně závislý na informacích, které mu jsou podány v restauraci či jiném stravovacím zařízení, které pokrm připravuje. Pro osoby trpící přecitlivělostí na jakoukoli potravinu je důvěra ve správné označování potravin a pokrmů nezbytná (Figuerola-Gómez et al, 2024). Nejedná se totiž pouze o vynechání alergenní složky z pokrmu, ale je nutné vzít v potaz také potenciální křížovou kontaminaci (Nwaru et al., 2014).

Materiál a metodika

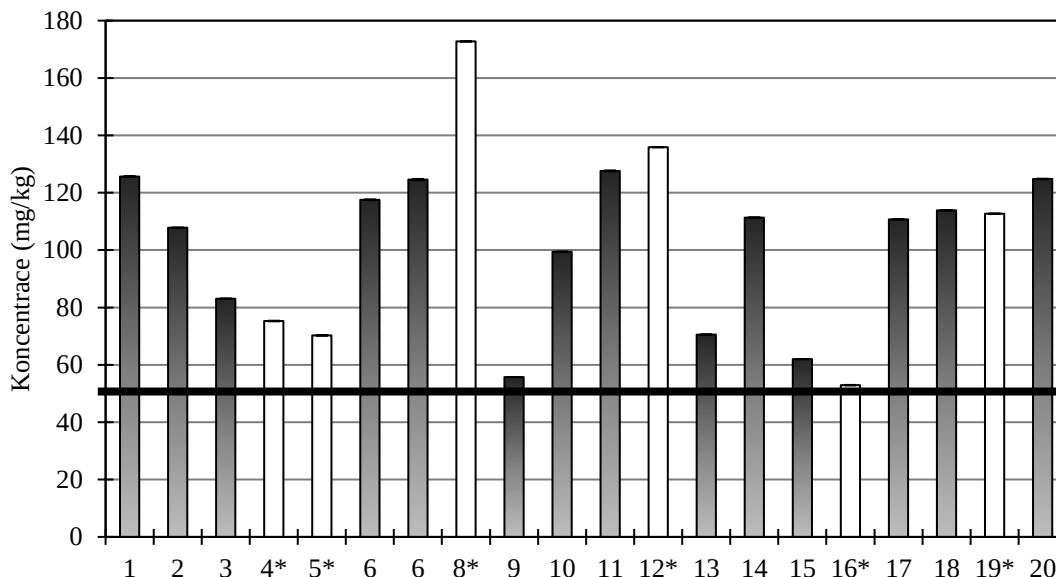
Odběr vzorků probíhal v restauracích a jiných stravovacích zařízeních v České republice (restaurace, zaměstnanecká kantýna, studentská menza), celkem bylo odebráno 20 vzorků pokrmů, u kterých byl zaznamenán výčet alergenů tak, jak je uvádělo a předkládalo zákazníkovi stravovací zařízení. Pro stanovení alergenu ve vzorku byla použita metoda ELISA. Principem je reakce bílkoviny (antigenu) se specifickou protilátkou, která nese navázaný enzym a po přidání substrátu vzniká barevná reakce. Množství alergenu v potravine se stanoví na základě intenzity barevné reakce (princip spektrofotometrie). Výsledek se odečítá při určité vlnové délce a podle kalibrační křivky se kvantifikuje. Pro stanovení obsahu mléka byla použita souprava RIDASCREEN® FAST milk od firmy R-Biopharm AG. Tato souprava je založena na principu ELISA, jedná se o kvantitativní test celkových mléčných proteinů v potravinách. Protilátky použité v testu specificky detekují α -, β -, κ -kaseiny, ale také β -laktoglobulin kravského, ovčího, koziho a bůvolího mléka. Nejčastějším alergenem z mléka je pro děti β -laktoglobulin, přičemž v dospělosti se dominantním alergenem stávají kaseiny. Výsledek je vyjádřen jako množství mléčného proteinu v mg/kg. Detekční limit soupravy RIDASCREEN® FAST Milk je 0,7 mg/kg (ppm) mléčného proteinu. Vzorky byly extrahovány a připraveny k měření dle návodu od výrobce a následně byly kvantifikovány na readeru Varioskan™ Flash Multimode Reader (Thermo Fisher Scientific Inc.) při vlnové délce 450 nm.

Výsledky a diskuze

Celkové zastoupení vzorků bylo $n = 20$. U 70 % vzorků ($n = 14$) byl alergen mléko deklarován. U zbylých 30 % vzorků ($n = 6$) výskyt tohoto alergenu deklarován nebyl. Z grafu ale vyplývá, že mléko bylo detekováno ve všech stanovovaných vzorcích. Pro vyhodnocení a srovnání výsledků bylo použito orientační srovnání za použití navržených hodnot podle konceptu EU-VITAL. Pro každý alergen byly navrženy limitní hodnoty, v grafu uvedena dělicí linie - 50 mg/kg. Při vyšším obsahu, než je 50 mg/kg mléčného alergenu v potravine, která je prodávána konečnému spotřebiteli je vyžadováno preventivní označení. V souladu s výše uvedenými doporučujícími limity se ve vzorcích č. 4, 5, 8, 12, 16 a 19, které nebyly označeny příslušným alergenem, vyskytovaly stopy mléka. U citlivých jedinců na mléčný alergen by konzumace takového pokrmu vyvolala

zdravotní potíže. Iniciativa EU-VITAL v současné době ale není aktivní a hodnoty mají pouze informativní charakter. Nebyly legislativně závazné, a nyní již nejsou dostupné.

Obsah mléka ve vzorcích



Graf 1: Obsah mléka v odebraných vzorcích

V České republice, stejně jako v EU, platí legislativní limity pro alergen v potravinách, včetně mléka. Podle čl. 36 odst. 3 písm. a) nařízení (EU) č. 1169/2011 přijme Evropská komise prováděcí akt o uvádění informací o možném a nezáměrném výskytu látek nebo produktů vyvolávajících alergie nebo nesnášenlivost v potravinách (dále jen „alergen“). Vzhledem ke skutečnosti, že výše uvedený prováděcí akt prozatím přijat nebyl, bylo na základě konsensu zástupců Ministerstva zemědělství, Státní zemědělské a potravinářské inspekce a Státní veterinární správy vypracováno níže uvedené národní doporučení pro dobrovolné označování nezáměrného výskytu alergenů. Tyto limity jsou stanoveny pro "nulové" množství a "stopové množství" alergenů. Pro mléko a výrobky z něj (včetně laktózy) je definováno jako "nulové" množství (hodnota, která je považována za tak nízkou, že by neměla vyvolat alergickou reakci u většiny citlivých jedinců) maximálně 2,5 mg celkové bílkoviny alergenní složky na kg a jako "stopové množství" (malé množství alergenů, které může být přítomno v potravinech v důsledku křížové kontaminace během výroby. I stopové množství může u citlivých osob vyvolat alergickou reakci) maximálně 25 mg celkové bílkoviny alergenní složky na kg, jak [uvádí Státní veterinární správa](#) (2024).

Závažnost reakce jedince by se odvíjela podle prahové dávky, která je pro každého individuální. Jak je z grafu patrné, výsledky bohužel ukazují na pochybení v informovanosti zákazníka ze strany stravovacího zařízení. Častým pochybením je opomenutí označení alergenů v jídelním lístku, případně chybějící povědomí o používaných surovinách. Mezi další nešvary, které mohou být příčinou získaných výsledků, patří neprovedení aktualizace jídelního lístku při změně receptury či kuchaře.

Naše získané výsledky se shodují s výsledky ostatních vědeckých studií, zabývajících se znalostmi personálu o problematice alergenů v podnicích společného stravování (Dupuis et al., 2016; Lee & Sozen, 2016).

Závěr

Podle výsledků laboratorního vyšetření můžeme usuzovat na nefunkční komunikační vazbu obsluhující personál – zákazník, případně obsluhující personál – personál kuchyně. Výsledky naší studie potvrdily, že informovanost personálu o problematice potravinových alergií v provozech veřejného stravování mnohdy neodpovídá nutnému minimu.

Literatura

- Dupuis, R., Meisel, Z., Grande, D., Strupp, E., Kounaves, S., Graves, A., Frasso, R., Cannuscio, C. C. 2016. Food allergy management among restaurant workers in a large U.S. City. *Food Control*, vol. 63, pp. 147-157.
- Figuerola-Gómez, X. A., Oliveras-López, M. J., Poyanco-Bugueño, M. F., Ocaña-Peinado, F. M., López-García de la Serrana, H., Quezada, M.A. 2024. Knowledge, attitude, and practices of restaurant and foodservice personnel in food allergy. A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*, vol. 10, no. 13, e33431. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33431>
- Fuchs, M. Potravnová alergie a intolerance. 2016, Mladá fronta. 447 stran. ISBN 978-80-204-3757-0.
- Lee, Y. M, Sozen, E. 2016. Food allergy knowledge and training among restaurant employees. *International Journal of Hospitality Management*, vol. 57, pp. 52-59.
- Monaci, L., Tregoat, V., van Hengel, A.J., Anklam, E. 2006. Milk allergens, their characteristics and their detection in food: A review, *European Food Research and Technology*, vol. 223, pp. 149–179. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0178-8>
- Nwaru, B. I., Muraro, A., Sheikh, A. 2014. Charting a research agenda for understanding the epidemiology of food allergy in adults in Europe, *Allergy*, vol. 69, no. 8, pp. 975–977, <https://doi.org/10.1111/all.12434>
- Státní veterinární správa. 2024, <https://www.svscr.cz/zivocisne-produkty/stopove-mnozstvi-alergenu/>

Kontaktní adresa

Mgr. Ing. Bohdana Mrňousová, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: mrnousovab@vfu.cz

Reziduální aktivita alkalické fosfatázy v tepelně ošetřeném buvolím mléce

Residual Alkaline Phosphatase Activity in Heat-treated Buffalo Milk

Navrátilová, P., Králová, M., Bartáková, K., Bursová, Š.

Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Česká republika

Souhrn

V mlékárenském průmyslu je stanovení aktivity alkalické fosfatázy (ALP) významným kritériem účinnosti pasterace. U tepelně ošetřeného kravského mléka je za negativní výsledek považována hodnota aktivity ALP ≤ 350 mU/l. Pro mléka jiných druhů není stanovena evropskou legislativou limitní hodnota aktivity ALP v tepelně ošetřeném mléce. Cílem pilotní studie bylo stanovení reziduální aktivity ALP v pasterovaném buvolím mléce. Bazénové vzorky ($n=13$) buvolího mléka byly tepelně ošetřeny dlouhodobou nízkou pasterací $63\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{ min.}$, šetrnou pasterací $72\text{ }^{\circ}\text{C}/15\text{ s}$ a vysokou pasterací $85\text{ }^{\circ}\text{C}/5\text{ s}$. Pro stanovení aktivity ALP byla použita fluorometrická metoda - Fluorophos ALP Test System. Nejvyšší průměrná hodnota aktivity ALP byla stanovena v mléce po pasteraci $63\text{ }^{\circ}\text{C}$ 30 min. ($41,06 \pm 24,95$ mU/l). Po ošetření teplotou $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ 15 s byla aktivita ALP $26,01 \pm 23,15$ mU/l a nejnižší aktivita byla po vysoké pasteraci $15,11 \pm 8,09$ mU/l.

Klíčová slova: buvolí mléko, alkalická fosfatáza, kontrola pasterace

Abstract

In the dairy industry, the determination of alkaline phosphatase (ALP) activity is an important criterion for the effectiveness of pasteurization. In heat-treated cow's milk, a negative result is considered to be an ALP activity value ≤ 350 mU/l. For milk of other species, no limit value for ALP activity in heat-treated milk is set by European legislation. The aim of the pilot study was to determine the residual ALP activity in pasteurized buffalo milk. Bulk samples ($n=13$) of buffalo milk were heat-treated by low temperature long-time pasteurization ($63\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{ min.}$), high temperature short time pasteurization ($72\text{ }^{\circ}\text{C}/15\text{ s}$) and higher heat shorter time pasteurization ($85\text{ }^{\circ}\text{C}/5\text{ s}$). The fluorometric method - Fluorophos ALP Test System - was used to determine ALP activity. The highest average value of ALP activity was determined in milk after pasteurization at $63\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 30 min. (41.06 ± 24.95 mU/l). After heat treatment at $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 15 s the ALP activity was 26.01 ± 24.95 mU/l and the lowest activity was 15.11 ± 23.15 mU/l after higher heat shorter time pasteurization (15.11 ± 8.09 mU/l).

Key words: buffalo milk, alkaline phosphatase, pasteurization control

Úvod

Alkalická fosfatáza (ALP) je nativní enzym [EC 3.1.3.1; *orthophosphoric monoester phosphohydrolase*] přítomný v mléce všech savců, jeho obsah v mléce se u jednotlivých živočišných druhů liší. ALP je membránový enzym, glykoprotein obsahující v molekule kyselinu sialovou. ALP nacházející se v mléce má původ v epitelu mléčné žlázy, v krvi a v somatických buňkách, jejím dalším zdrojem jsou mikroorganismy nacházející se v mléce. Většina enzymu je vázána na membránu tukových kapének. Uvádí se, že přibližně 30-50 % ALP se nachází v tukové fázi mléka. Kromě živočišného druhu ovlivňují koncentraci enzymu v mléce i další faktory: plemeno, individualita zvířete,

mléčná užitkovost, sezóna, stádium laktace a zdravotní stav mléčné žlázy. Aktivita ALP je vysoká v mlezivu, po porodu dochází k poklesu aktivity a během 1-2 týdnů dosahuje minima a následně zůstává konstantní po dobu 25 týdnů (Fox and McSweeney, 1998; Shakeel-Ur-Rehman a Farkye, 2011). Aktivita ALP se zvyšuje v mastitidním mléce (Patil et al., 2015).

Zavedení pasterace mléka bylo jedním z nejvýznamnějších technologických opatření k omezení přenosu infekčních onemocnění potravinami. Na začátku 20. století byly minimální režimy pasterace nastaveny takovým způsobem, aby došlo k devitalizaci *Mycobacterium tuberculosis* a *Coxiella burnetii* (Plocková a Horácková, 2019). Bylo zjištěno, že ALP je více rezistentní vůči teplotě a času pasterace než *Mycobacterium tuberculosis*. Proto bylo stanovení aktivity ALP v tepelně ošetřeném mléce zavedeno jako důležité kritérium účinnosti pasterace (Hilal, 2018). Nařízení EP a Rady č. 1662/2006 stanoví, že pokud syrové mléko prochází tepelným ošetřením, provozovatelé potravinářských podniků musí zajistit, aby toto ošetření splňovalo požadavky stanovené v Nařízení (ES) č. 852/2004. Pasterace se dosahuje ošetřením: vysokou teplotou po krátkou dobu (nejméně 72 °C po dobu 15 sekund), nízkou teplotou po dlouhou dobu (nejméně 63 °C po dobu 30 minut) nebo jakoukoli jinou kombinací času a teploty vedoucí k rovnocennému účinku tak, aby výrobky bezprostředně po tomto ošetření vykazovaly *negativní reakci při testu na alkalickou fosfatázu* v případech, kdy je test použitelný. Za negativní výsledek u kravského mléka je považována hodnota aktivity ALP ≤ 350 mU/l při stanovení referenční metodou dle ISO 11816-1 (Nařízení Komise (ES) č. 1664/2006). Pro mléka jiných druhů není stanovena legislativou limitní hodnota aktivity ALP v tepelně ošetřeném mléce. Cílem pilotní studie bylo stanovení reziduální aktivity ALP v tepelně ošetřeném buvolím mléce.

Materiál a metodika

Materiál

Ve studii byly využity bazénové (směsné) vzorky buvolího syrového mléka. Vzorky byly získány na dvou farmách (farmy A, B) v České republice zaměřených na chov Středomořských buvolů. Na farmách se kromě „prodeje ze dvora“ mléko využívá pro výrobu mléčných výrobků. Mléko bylo na farmách získáno strojním dojením, zchlazeno a uchováváno při teplotě 4-6 °C. Vzorky byly odebírány 1x měsíčně, byly přepravovány a uchovávány do vyšetření v laboratoři při teplotě 4-6 °C.

Metodika

Tepelné ošetření mléka

Bazénové vzorky byly v laboratoři tepelně ošetřeny dlouhodobou nízkou pasterací 63 °C/30 min.; šetrnou pasterací 72 °C/15 s a vysokou pasterací 85 °C/5 s. Po pasteraci byly vzorky zchlazeny na teplotu 20-25 °C a analyzovány.

Stanovení aktivity alkalické fosfatázy

Pro stanovení reziduální aktivity ALP byla použita fluorometrická metoda – Fluorophos® testovací systém a přístroj Fluorophos (Advanced Instruments, INC., USA). Fluorometrické stanovení alkalické fosfatázy (ALP) v mléce je založeno na specificky vytvořeném enzymovém substrátu Fluorophos® (=nefluoreskující aromatický substrát monofosforečného esteru (2'-[2-benzothiazolyl]-6'-hydroxybenzothiazol fosfát). Při reakci s ALP substrát ztrácí fosfátový radikál a stává se vysoce fluorescenční molekulou. Reakce je kinetická a měří se fluorometrem. K 2,0 ml substrátu v kyvetě, temperovaného na 38 °C, bylo přidáno 75 µl pasterovaného mléka. Rychlost vytvoření

produktu byla monitorována po dobu tří minut v fluorometru s termostatem nastaveným na 38 °C. Aktivita ALP je vyjádřena v milijednotkách enzymové aktivity na litr (mU/l). Jednotka mU/l je definována jako množství enzymu ALP, jež katalyzuje konverzi 1 mikromolu substrátu za minutu. Fluorophos ALP Test System je zařazen jako ISO referenční metoda (ISO 11816-1, ISO 11816-2) a jako metoda dle IDF (IDF 155-1, IDF 155-2) pro stanovení aktivity ALP.

Statistické hodnocení

Pro statistické hodnocení dat byl využit program Excel 2023 (Microsoft, USA) a Unistat 6.5 (F-test a t-test, Unistat Velká Británie).

Výsledky a diskuze

Hodnoty reziduální aktivity ALP v pasterovaném buvolím mléce ukazuje tabulka 1. Nejnižší hodnota byla naměřena v mléce ošetřeném vysokou pasterací, nejvyšší po ošetření dlouhodobou nízkou pasterací. Statistická analýza prokázala statisticky vysoce významně ($P < 0,01$) vyšší průměrné hodnoty ALP po pasteraci při 63 °C oproti hodnotám po pasteraci při 72 i 85 °C. Mezi hodnotami aktivity ALP po pasteraci při 72 °C a 85 °C nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly ($P > 0,05$).

Tabulka 1: Reziduální aktivita ALP (mU/l) v tepelně ošetřeném buvolím mléce

	Pasterace (teplota/čas)		
	63 °C/30 min.	72 °C/15 s	85 °C/5 s
x	41,06 ^A	26,01 ^B	15,11 ^B
SD	24,95	23,15	8,09
min	17,05	5,00	5,00
max	103,35	87,40	30,45

x-aritmetický průměr; SD- směrodatná odchylka; A, B – rozdílná písmena u průměrných hodnot značí statistickou významnost rozdílů na hladině významnosti $P < 0,01$.

Studie zaměřené na stanovení aktivity ALP v tepelně ošetřeném buvolím mléce nejsou příliš četné. Autoři Tsiamita et al. (2022) publikovali výsledky studie, zaměřené na stanovení aktivity ALP v nebovinných druzích mlék. Po tepelném ošetření analyzovali dva soubory vzorků buvolího mléka (vzorky původem z Řecka a Kypru) fluorometrickou metodou. Po pasteraci (63 °C/30 min.) byla průměrná hodnota aktivity ALP ve vzorcích 54,95 a 37,25 mU/l, po tepelném ošetření šetrnou pasterací (72 °C/15 s) 46,2 a 209,6 mU/l. Další studie uskutečněná v Itálii uvádí, že u buvolího mléka ošetřeného pasterací 63 °C/30 min. byla u 23 % vzorků hodnota aktivity ALP < 100 mU/l, u 50,8 % vzorků v rozmezí 100-200 mU/l, u 20,9 % vzorků 201-300 mU/l, u 4,5 % vzorků 301-400 mU/l a pouze u 0,7 % vzorků byla hodnota v rozmezí 401-500 mU/l (EFSA, 2021). Dle našich výsledků byla hodnota aktivity ALP po pasteraci 63 °C/30 min. u 92 % vzorků < 100 mU/l. EFSA (2021) ve zprávě uvádí průměrnou hodnotu aktivity ALP v pasterovaném buvolím mléce získanou ze souboru výsledků analýz z pěti států po vyšetření vzorků s využitím ISO referenční metody (fluorometrická metoda) 29,9 mU/l. Na základě stanovených hodnot aktivity ALP po tepelném ošetření (63 °C, 30 min.). EFSA (2021) v publikované zprávě doporučila pro buvolí mléko hodnotu aktivity ALP v pasterovaném mléce ≤ 380 mU/l.

Závěr

U všech vzorků byla hodnota reziduální aktivity ALP po pasteraci nižší, než doporučená hodnota dle EFSA – 380 mU/l, naměřené hodnoty aktivity ALP byly v rozmezí 5-103,35 mU/l. Při stanovení aktivity ALP v tepelně ošetřeném mléce je nutné vzít v úvahu, že interpretaci výsledků testů ALP mohou ovlivnit různé faktory např. reaktivace ALP po tepelném ošetření, interference mikrobiální ALP, původní hladina ALP v mléce, obsah tuku v mléce.

Poděkování

Práce byla finančně podpořena projektem Interní tvůrčí agentury VETUNI č. 2025 ITA21.

Literatura

- EFSA (European Food Safety Authority). Clawin-Réadecker, I., De Block, J., Egger, L., Willis, C., Da Silva, F. M.T., Messens, W. 2021. The use of alkaline phosphatase and possible alternative testing to verify pasteurisation of raw milk, colostrum, dairy and colostrum-based products. *EFSA Journal*, vol. 19, 73 pp.
- Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. 1998. *Dairy Chemistry and Biochemistry*. London: Blackie Academic & Professional, pp. 443-447.
- Hilal, A. P. 2018. Validation of milk product pasteurization by alkaline phosphatase activity. *Concepts of Dairy & Veterinary Sciences*, vol. 1, pp. 78-89.
- Nařízení Komise (ES) č. 1664/2006 ze dne 6. listopadu 2006, kterým se mění nařízení (ES) č. 2074/2005, pokud jde o prováděcí opatření pro některé produkty živočišného původu určené k lidské spotřebě, a zrušují některá prováděcí opatření. *Úř. věst. L 320*, 18.11.2006, s. 13-45.
- Nařízení Komise (ES) č. 1662/2006 ze dne 6. listopadu 2006, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. *Úř. věst. L 320*, 18.11.2006, s. 1-10.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin. *Úř. věst. L 139*, 30.4. 2004, s. 1-54.
- Patil, M.P., Nagvekar, A.S., Ingole, S.D., Bharucha, S.V., Palve, V.T. 2015. Somatic cell count and alkaline phosphatase activity in milk for evaluation of mastitis in buffalo. *Veterinary World*, vol. 8, pp. 363-366.
- Plocková, M., Horáčková, Š. 2019. Aktuální pohled na pasteraci mléka. *Mlékařské listy-Zpravodaj*, 30, č. 3, s. 6-9.
- Shakeel-Ur-Rehman, Farkye, N.Y. Phosphatases. In: Fuquay, J.W. et al. *Encyclopedia of dairy sciences*. London: Academic press, 2nd Edition, 2011, vol. 3, pp. 314-318.
- Tsiamita, A., Valiakos, G., Natsaridis, N., Fotiadou, S., Manouras, A., Malissiova, E. 2022. Preliminary results on the comparative evaluation of alkaline phosphatase commercial tests efficiency in non-cow milk pasteurization. *BioTech*, vol. 11, pp. 39.

Kontaktní adresa

MVDr. Pavlína Navrátilová, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: navratilovap@vfu.cz

Nebalené mražené krémy lokálních výrobců v České republice v kontextu s legislativními mikrobiologickými kritérii

Unpackaged Ice Creams from Local Producers in the Czech Republic in the Context of Legislative Microbiological Criteria

Necidová, L.¹, Bursová, Š.¹, Haruštiaková, D.², Novotná, V.¹

¹Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno

²Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Brno

Souhrn

Cílem studie bylo hodnocení mikrobiologické kvality nebalených zmrzlin dvou lokálních výrobců v České republice. Hodnoceny byly jak zmrzliny s obsahem mléčné složky, tak sorbety. Celkem bylo v průběhu roku 2024 analyzováno 60 vzorků zmrzlin. Sledovány byly s využitím plotnových metod počty bakterií čeledi *Enterobacteriaceae*, celkový počet mikroorganismů (CPM), počty koagulázopozitivních stafylokoků, přítomnost *Salmonella* spp. a *Listeria monocytogenes*. Výsledky mikrobiologických analýz byly vyhodnoceny dle legislativních požadavků (nařízení (ES) č. 2073/2005 a vyhlášky č. 121/2023 Sb.). Porovnána byla mikrobiologická kvalita produktů obou provozoven. Mikrobiologická kritéria nesplnilo 23,1 % vzorků provozovny 1 a 19 % vzorků provozovny 2. Častěji byl limit pro počty čeledi *Enterobacteriaceae* překročen u mléčných zmrzlin (11 z celkového počtu 38 mléčných zmrzlin), méně často u sorbetů (2 z celkem 22). Prováděny byly i stěry z prostředí provozoven, nevyhovující výsledky CPM byly pouze v případě některých částí stroje pro točenou zmrzlinu.

Klíčová slova: *Enterobacteriaceae*, celkový počet mikroorganismů, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, koagulázopozitivní stafylokoky

Abstract

The aim of the study was to evaluate the microbiological quality of unpackaged ice cream from two local producers in the Czech Republic. A total of 60 ice cream samples (an ice creams with milk component and sorbets) were analysed during the year 2024. *Enterobacteriaceae* count, total plate count (TPC), coagulase-positive staphylococci count, *Salmonella* spp., and *Listeria monocytogenes* were monitored using plate methods. The results of the microbiological analyses were compared with the legislative requirements (Regulation (EC) No 2073/2005 and Decree No 121/2023 Coll.). The microbiological quality of the products of the two food establishments was compared. The legislative requirements were not met by 23,1 % of the samples from establishment 1 and 19 % of the samples from establishment 2. The limit was exceeded more frequently for ice cream with milk (11 out of 38 milk ice creams) and less frequently for sorbets (2 out of 22). Swabs were also taken from the premises, and TPC results were unsatisfactory in the case of some parts of the ice cream machine

Key words: *Enterobacteriaceae*, total plate count, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, coagulase-positive staphylococci

Úvod

Mražené krémy jsou pojem vymezený vyhláškou č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje ve znění pozdějších předpisů. Sledování mikrobiologické kvality nebalených mražených krémů, jejichž

výroba probíhá většinou v malých provozech s vysokým podílem ruční práce, je nezbytná (SZPI, 2022). Mikrobiologické požadavky jsou specifikovány v nařízení Komise (ES) č. 2073/2005, o mikrobiologických kritériích pro potraviny. Pro mražené krémy, na které se nevztahují mikrobiologická kritéria z nařízení Komise (ES) č. 2073/2005, jsou v České republice (ČR) závazná kritéria z vyhlášky č. 121/2023 Sb., o požadavcích na pokrmy. Jejich konzumace může přinášet rizika také v podobě onemocnění z potravin bakteriálního původu (Fernandes, 2009; Adams et al., 2024).

Závazná mikrobiologická kritéria jsou u zmrzlin a mražených krémů zaměřena jak na sledování přítomnosti původců onemocnění, tak na počty indikátorových mikroorganismů, jejichž zvýšené množství ve výrobku upozorňuje na problémy s dodržováním zásad správné výrobní a hygienické praxe v provozech. U zmrzlin s obsahem mléčné složky je sledována přítomnost bakterií rodu *Salmonella*, čeled' *Enterobacteriaceae* a dále pak (u všech typů zmrzlin) také bakterie *Listeria monocytogenes*, neboť zmrzliny a mražené krémy patří do kategorie potravin určených k přímé spotřebě (nařízení Komise (ES) č. 2073/2005). Další závazná kritéria pro zmrzliny jako je celkový počet mikroorganismů (CPM), počet koliformních bakterií, *Escherichia coli* a bakteriálních původců onemocnění byla v České republice nově definována v roce 2023 v souvislosti s platností vyhlášky č. 121/2023 Sb. Doporučující mikrobiologická kritéria pro zmrzliny a mražené krémy uvádí ČSN 56 9609 v příloze B (B.5.2.5 Zmrzliny a mražené krémy) (tab. 1). V případě stěrů z výrobních zařízení po skončení čištění a desinfekce jsou limity (100 KTJ/10 cm²) uvedeny ve vyhláškách č. 121/2023 Sb. a č. 289/2007 Sb.

Cílem práce bylo zhodnotit mikrobiologickou kvalitu zmrzlin s mléčným obsahem a sorbetů dvou lokálních výrobců v České republice. Analyzovány byly zmrzliny vyráběné v průběhu celého roku 2024. Výsledky mikrobiologických analýz byly porovnány s legislativními požadavky (nařízení (ES) č. 2073/2005 a vyhlášky č. 121/2023 Sb.). Porovnána byla mikrobiologická kvalita produktů obou provozoven a také jednotlivých druhů zmrzlin (mléčné a sorbety).

Materiál a metodika

Odběr vzorků

Celkem bylo v období od ledna do listopadu 2024 odebráno 60 vzorků nebalených zmrzlin. Vzorky byly odebírány u dvou lokálních výrobců v ČR (provozovna 1 a 2).

Zmrzliny byly výrobcem vyráběny vždy jedním ze tří dále uvedených výrobních postupů, které jsou u obou výrobců součástí systému HACCP. U zmrzlin (sorbetů) vyráběných studenou cestou po smíchání jednotlivých ingrediencí (voda, cukr, ochucovadla, stabilizátor) včetně rozkrájeného čerstvého ovoce probíhá mixování a následné zamražení na teplotu -8 °C a nižší (1). U pasterovaných mléčných zmrzlin dochází po smíchání jednotlivých složek (trvanlivé nebo sušené mléko, cukr, stabilizátor a v případě sušeného mléka i voda) k pasteraci (85 °C) v pastéru Frigomat Peb (CESK s.r.o.), následuje přidání ochucující pasty (PreGel), chlazení a mrazení směsi (2). V případě výroby zmrzlin studenou cestou ze směsi je sušená zmrzlinová směs rozpuštěna ve vodě, následně chlazená a zmrazena (3). Chlazení po pasteraci probíhá do 30 min na teplotu 4 °C, při této teplotě probíhá zrání směsi. Mražený výrobek uchovávaný při teplotě -8 °C musí být zkonzumován do 48 h. Výrobce 1 používá k prodeji točené zmrzliny pětipákový stroj FRIGOMAT KISS 5P Power VE MIXER TOUCH (CESK s.r.o.). Výrobce 2 prodává nebalenou zmrzlinu pouze kopečkovou formou.

Mikrobiologické analýzy

Pro přípravu analytických vzorků formou desetinasobného ředění byl jako ředicí médium použit sterilní fyziologický roztok obohacený peptonem (0,85 % NaCl + 0,1 % peptonu, pH 7) (ČSN EN ISO 6887-1/1999, 2018). U analytických vzorků byly stanoveny následující mikrobiologické ukazatele: celkový počet mikroorganismů (ČSN EN ISO 4833-1, 2013) s využitím Plate Count Agar (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd., Mumbai, Indie), inkubace 30 °C/72 h, aerobně; bakterie č. *Enterobacteriaceae* (ČSN ISO 21528-2, 2006) s využitím agaru s krystalovou violetí, neutrální červení, žluči a glukózou (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd., Mumbai, Indie), inkubace 37 °C/24 h, aerobně; koagulázopozitivní stafylokoky (ČSN EN ISO 6888-2, 1999) s využitím agaru Baird-Parker (Bio-Rad Laboratories, Inc., Francie), inkubace 37 °C/24-48 h, aerobně; průkaz *Salmonella* spp. (ČSN EN ISO 6579-1, 2020) za použití agaru s xylózou, lyzinem a deoxycholátem a agaru s brilantovou zelení a fenolovou červení (Oxoid Ltd, Basingstoke, Hampshire, UK), inkubace 37 °C/24-48 h, aerobně; průkaz *Listeria monocytogenes* (ČSN EN ISO 11290-1, 1999) za použití agaru pro listerie podle Ottavianiho a Agostiho (Bio-Rad Laboratories, Inc., Francie) a PALCAM agaru (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd., Mumbai, Indie), inkubace 37 °C/24-48 h, aerobně.

Statistické hodnocení

Počty mikroorganismů byly logaritmovány pomocí dekadického logaritmu a jsou uvedeny v log KTJ/g. K vyhodnocení vlivu druhu zmrzliny a provozovny na celkový počet mikroorganismů byl použit obecný lineární model GLM – ANOVA následován Fisherovým post hoc testem. Pro určení rozdílů v zastoupení výrobků, které překročily limit pro č. *Enterobacteriaceae* mezi mléčnou zmrzlinou a sorbetem a mezi provozovnami byl použit Pearsonův χ^2 test. Všechny testy byly vyhodnoceny na hladině významnosti 0,05. Ke statistickému zpracování výsledků byl použit software Statistica, verze 14.

Výsledky a diskuze

Z celkového počtu 60 nebalených zmrzlin bylo 39 odebraných v provozovně 1 a 21 v provozovně 2. Celkem 38 zmrzlin bylo mléčných a 22 sorbetů. Z mléčných zmrzlin byla nejčastější příchutí vanilková (12 zmrzlin). Přestože je celosvětově u mražených krémů popisován výskyt námi sledovaných patogenních mikroorganismů (Conrad et al., 2022; Yan et al., 2022), v naší studii nebyla u žádného z vyšetřovaných vzorků detekována *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, ani koagulázopozitivní stafylokoky.

V případě počtů bakterií č. *Enterobacteriaceae* je limitní hodnota u zmrzlin a mražených dezertů obsahujících mléčnou složku stanovena nařízením (ES) č. 2073/2005: maximálně 10 KTJ/g, 2 z 5 vyšetřovaných vzorků maximálně 100 KTJ/g (tj. 1 respektive 2 log KTJ/g). Tento stejný limit doporučuje ČSN 56 9609 pro všechny druhy zmrzlin a mražených krémů, tedy i pro sorbety (tab. 1). Nadlimitní množství mikroorganismů č. *Enterobacteriaceae* bylo zjištěno u 13 zmrzlin, 9 bylo z provozovny 1 a 4 z provozovny 2. Častěji byl limit překročen u mléčných zmrzlin (u 11 z celkového počtu 38 mléčných zmrzlin), méně často u sorbetů (pouze u 2 z celkem 22). Tento rozdíl byl statisticky významný (Pearsonův χ^2 test: $\chi^2 = 9,539$; sv = 4; P = 0,049) (tab. 2).

Za hlavní příčinu nevyhovujících výsledků lze považovat nedodržení hygieny výroby, nedostatečnou sanitaci zařízení (nedostatečná desinfekce zmrzlinových strojů nebo dlouhodobé opakované použití vody pro oplach porcovacího náčiní u kopečkových

zmrzlin) a také nedodržení výrobního postupu při přípravě zmrzliny (SZPI, 2022; Adams et al., 2024). U dvou sorbetů s nadlimitní počty č. *Enterobacteriaceae* (kokos a švestka) (tab. 3) je vzhledem k výrobnímu postupu studenou cestou možné předpokládat, že příčinou kontaminace jsou suroviny – ovoce a kokos. Zajímavá je skutečnost, že z uvedených 11 vzorků mléčných zmrzlin bylo 5 vzorků s příchutí vanilka (4× provozovna 1, 1× provozovna 2). Jak uvádí výsledky analýz SZPI (SZPI, 2022; SZPI, 2023), mezi nevyhovujícími vzorky převažuje vanilková zmrzlina, což zprávy přičítají rozšířenosti této příchutě. I v naší studii byla u analyzovaných vzorků nejčastější vanilková příchut' (n = 12) a z toho limit překročilo již zmiňovaných 5 vzorků. Kromě vanilky byly nadlimitní počty č. *Enterobacteriaceae* dále u mléčných zmrzlin s příchutí slaný karamel (2×), po jednom vzorku u pistácie, riccoota s fíky, toffife a čokoláda.

Jak ukazuje tabulka 3, z celkem 11 mléčných zmrzlin s nadlimitními počty č. *Enterobacteriaceae* se 9 druhů vyrábí ze směsí – tj. studenou cestou bez pasterace. U 6 vzorků z výše uvedených 11 zmrzlin se jednalo o točené zmrzliny (všechny z provozovny 1). Z nich je pouze u druhu pistácie součástí výrobního postupu pasterace směsí (85 °C) a možným zdrojem kontaminace např. zmrzlinový stroj, či ochucující pasta firmy PreGel, která se do směsi přidává až po pasteraci. Výsledky naší studie tedy ukazují (tab. 3), že nevyhovující výsledky byly nejčastěji u mléčných zmrzlin vyrobených studenou cestou ze směsí a prodávaných v točené formě.

Limitní hodnoty pro CPM u zmrzlin uvádí vyhláška č. 121/2023 Sb. (maximálně 10^7 KTJ/g, tj. 7 log KTJ/g). Ani u jednoho vzorku nebyl tento limit, ani limit doporučený ČSN 56 9609 překročen (tab. 1 a 4). Z první provozovny byl CPM stanoven u mléčných zmrzlin v průměrné hodnotě 3,51 log KTJ/g, 3,88 log KTJ/g u mléčných zmrzlin z druhé provozovny, nižší byl u sorbetů (2,52 a 3,13 log KTJ/g). CPM se mezi mléčnou zmrzlinou a sorbetem lišil (GLM – ANOVA: vliv druhu zmrzliny: $F(1,56) = 20,595$; $P < 0,001$), v obou provozovnách byl CPM v mléčné zmrzlině významně vyšší než v sorbetech. CPM se významně lišil také mezi provozovnami (GLM – ANOVA: vliv provozovny: $F(1,56) = 6,489$; $P = 0,014$), v druhé provozovně byl CPM vyšší než v první provozovně, významně u sorbetů (tab. 4).

Tabulka 1: Mikroorganismy a jejich limitní hodnoty (KTJ/g) pro zmrzliny a mražené krémy uvedené v legislativních a normativních předpisech

	Nařízení (ES) č. 2073/2005	Vyhláška č. 121/2023 Sb.	ČSN 56 9609
r. <i>Salmonella</i>	0/25	0/25	-
<i>Listeria monocytogenes</i>	0/25	-	-
č. <i>Enterobacteriaceae</i>	10–100	-	10–100
celkový počet mikroorganismů	-	10^7	10^5 – 5×10^5
koagulázopozitivní stafylokoky (<i>S. aureus</i>)	-	20	50–500
koliformní mikroorganismy	-	10^3	-
<i>Escherichia coli</i>	-	10^2	-

Výsledky průběžných kontrol prováděných v ČR Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí (SZPI, 2022) zaměřených na sledování mikrobiologické kvality kopečkových a točených zmrzlin popisují v letech 2017–2022 vzrůstající trend počtu nevyhovujících vzorků nebalených mražených krémů, u kterých byl zaznamenán nadlimitní počet bakterií č. *Enterobacteriaceae*. V roce 2017 šlo o 26 % hodnocených vzorků, v roce 2018

o 30 %, v roce 2019 o 37 % a v roce 2020 nevyhovělo 51 %, v roce 2021 to bylo 48,3 % hodnocených vzorků. V roce 2022 (v období do 15. 8. 2022) inspektoři SZPI laboratorně hodnotili 109 vzorků točených a kopečkových zmrzlin, 61 z nich (56 %) nesplnilo kritérium hygieny výrobního procesu pro bakterie č. *Enterobacteriaceae*. Data z roku 2023 sdělují, že uvedené mikrobiologické kritérium bylo překročeno u 64 šarží (39,3 %) nebalených zmrzlin odebraných v zařízení společného stravování v roce 2023 (SZPI, 2023). Kritérium pro č. *Enterobacteriaceae*, vztahující se pouze na mléčné zmrzliny, překročilo v naší studii 25 % vzorků z provozovny 1 a 40 % vzorků z provozovny 2 (tab. 2).

Tabulka 2: Podíl zmrzlin s nadlimitním množstvím bakterií čeledi *Enterobacteriaceae* (podíl uveden v procentech, hodnoty v závorce uvádějí počet zmrzlin s překročeným limitem pro *Enterobacteriaceae* a počet všech zmrzlin daného druhu v dané provozovně)

	Provozovna 1	Provozovna 2
Zmrzlina mléčná	25,0 % (7/28)	40,0 % (4/10)
Sorbet	18,2 % (2/11)	0,0 % (0/11)
Celkem	23,1 % (9/39)	19,0 % (4/21)

Tabulka 3: Zmrzliny s nadlimitními počty bakterií čeledi *Enterobacteriaceae*

	Mléčná zmrzlina	Sorbet	Provozovna 1	Provozovna 2	Točená (P1)	Studená výroba (ovoce)	Studená výroba (ze směsi)	Pasterace směsi
Vanilková	5	-	4	1	3	-	5	-
Slaný karamel	2	-	-	2	-	-	2	-
Toffiffe	1	-	1	-	1	-	1	-
Čokoláda	1	-	1	-	1	-	1	-
Pistácie	1	-	1	-	1	-	-	1
Ricoota s fíky	1	-	-	1	-	-	-	1
Švestka	-	1	1	-	-	1	-	-
Kokos	-	1	1	-	-	1	-	-
Celkem	11	2	9	4	6	2	9	2

P1 – provozovna 1

Tabulka 4: Celkový počet mikroorganismů (CPM) v nebalených zmrzlinách (průměr a střední chyba průměru; log KTJ/g)

	Provozovna 1	Provozovna 2
Zmrzlina mléčná	3,51 ± 0,15 ^{A,a}	3,88 ± 0,18 ^{A,a}
Sorbet	2,52 ± 0,18 ^{B,a}	3,13 ± 0,15 ^{B,b}

A, B – CPM u mléčné zmrzliny a sorbetu označený různým velkým písmenem ve sloupci se statisticky významně liší (samostatně pro provozovnu 1 a samostatně pro provozovnu 2; Fisherův post hoc test)

a, b – CPM u zmrzliny z provozovny 1 a zmrzliny z provozovny 2 označený různým malým písmenem v řádku se statisticky významně liší (samostatně pro mléčnou zmrzlinu a samostatně pro sorbet)

Stěry z výrobních zařízení (nádoby, stoly, špachtle, odměrky a části stroje pro točenou zmrzlinu) po skončení čištění a desinfekce byly namátkově prováděny v provozovně 1. Překročení legislativních mikrobiologických kritérií pro CPM, tj. nad 100 KTJ/10 cm² (vyhláška č. 121/2023 Sb.), bylo zaznamenáno u některých částí stroje pro točenou zmrzlinu (vana, prostory pro umístění čerpadla ve vaně, výstup zmrzliny do kornoutu), což koresponduje s výsledky nadlimitních počtů bakterií č. *Enterobacteriaceae* (tab. 3).

Závěr

Nebalené zmrzliny a mražené krémy, především ty, které obsahují mléčnou složku, lze považovat za rizikové potraviny. Častěji byl mikrobiologický limit pro čeled' *Enterobacteriaceae* překročen u mléčných zmrzlin (11/38), méně často u sorbetů (2/22). Přestože žádný ze sledovaných patogenních mikroorganismů nebyl v naší studii u zmrzlin dvou lokálních výrobců detekován, nadlimitní počty bakterií č. *Enterobacteriaceae* u mléčných zmrzlin (25 % v provozovně 1 a 40 % v provozovně 2) ukazují na problémy v oblasti správné výrobní a hygienické praxe. Nadlimitními počty bakterií č. *Enterobacteriaceae* byly stanoveny nejčastěji u mléčných zmrzlin vyrobených studenou cestou ze směsi a prodáváných v točené formě. V případě stěrů z prostředí provozovny bylo zaznamenáno překročení mikrobiologických kritérií pouze u některých částí stroje na točenou zmrzlinu. Osvěta, informovanost a pravidelné analýzy produktů výrobců nebalených mražených krémů jsou nezbytné.

Poděkování

Práce byla finančně podpořena z prostředků institucionální podpory výzkumných organizací poskytnutých Veterinární univerzitě Brno.

Literatura

- Adams, M. R., McClure, P. J., Moss, M. *Food Microbiology*. 5th ed. Royal Society of Chemistry, UK. 2024. 561 p.
- Conrad, A. R., Tubach, S., Cantu, V., Webb, L. M., Stroika, S., Moris, S., Davis, M., Hunt, D. C., Bradley, K. K., Kucerovala, Z., Strain, E., Doyle, M., Fields, A., Neil, K. P., Gould, L. H., Jackson, K. A., Wise, M. E., Griffin, P. M., Jackson, B. R. *Listeria monocytogenes* Illness and Deaths Associated With Ongoing Contamination of a Multiregional Brand of Ice Cream Products, United States, 2010–2015. *Clinical Infectious Diseases*, 2023, vol. 76, no. 1, pp. 89–95.
- ČSN 569609 Pravidla správné hygienické praxe – Mikrobiologická kritéria pro potraviny. Principy stanovení a aplikace. Praha: Český normalizační institut. 2008. 40 s.
- ČSN EN ISO 11290-1. (1999) Mikrobiologie potravin a krmiv – Horizontální metoda průkazu a stanovení počtu *Listeria monocytogenes* – Část 1: Metoda průkazu. 28 s.
- ČSN EN ISO 4833-1. (2013). Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda pro stanovení počtu mikroorganismů – Část 1: Technika přelivem a počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C. Praha: Český normalizační institut. 12 s.
- ČSN EN ISO 6579-1. (2020). Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda průkazu, stanovení počtu a sérotypizace bakterií rodu *Salmonella* – Část 1: Průkaz bakterií rodu *Salmonella*. Praha: Český normalizační institut. 52 s.
- ČSN EN ISO 6887-1. (2018). Mikrobiologie potravinového řetězce – Příprava analytických vzorků, výchozí suspenze a desetinasobných ředění pro mikrobiologické zkoušení – Část 1: Obecná pravidla pro přípravu výchozí suspenze a desetinasobných ředění. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 28 s.

ČSN EN ISO 6888-2. (1999). Mikrobiologie potravin a krmiv – Horizontální metoda stanovení počtu koagulázopozitivních stafylokoků (*Staphylococcus aureus* a další druhy) – Část 2: Technika s použitím agarové půdy s králičí plasmou a fibrinogenem. 12 s.

ČSN ISO 21528-2. (2006). Mikrobiologie potravin a krmiv – Horizontální metody pro průkaz a stanovení počtu bakterií čeledi *Enterobacteriaceae* – Část 2: Technika počítání kolonií. 12 s.

Fernandes, R. Ice cream and related products. In FERNANDES, R. (Ed.): *Microbiology handbook – Dairy products*. 3th ed. Leatherhead, UK: Leatherhead Food International Ltd. 2009. s. 93–104. ISBN: 978-1-905224-62-3.

Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny. Úřední věstník Evropské unie, 2005, L. 338, 22. 12. 2005, 12 s. (v platném znění)

Státní zemědělská a potravinářská inspekce. Výroční zpráva. 2023. <https://www.szpi.gov.cz/clanek/zprava-o-cinnosti-szpi-za-rok-2023.aspx>

SZPI, Potraviny na pranýři. Potravinářská inspekce letos zjistila mimořádně vysoké podíly nevyhovujících zmrzlin a ledů do nápojů, nevyhovělo 56 % hodnocených zmrzlin a 75 % vzorků ledů. 2022. <https://www.szpi.gov.cz/clanek/potravinarska-inspekce-letos-zjistila>

Vyhláška č. 397/2016 o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. Sbírka zákonů, Ministerstvo zemědělství. 2016, částka 162, 24 s.

Vyhláška č. 121/2023 o požadavcích na pokrm. Sbírka zákonů, Ministerstvo zemědělství. 2023, částka 63, 6 s.

Vyhláška č. 289/2007 o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství. Sbírka zákonů, Ministerstvo zemědělství. 2016, částka 95, 17 s.

Yan, L., Pei, X. Y., Miao, J. J., Li, Y., Yang, S. R., Peng, Z. X., Yang, X. R., Mei, L. L., Yang, Q. W. Ren, H., Yang, D. J., Shi, H. M. Surveillance and examination of microbial contamination in ice cream in China. *Food Quality and Safety*, 2022, vol. 6, fyac047.

Kontaktní adresa

doc. MVDr. Necidová Lenka, Ph.D., Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, ČR; E-mail: necidoval@vfu.cz

Vliv ochranné kultury na růst *Listeria monocytogenes* ve vepřovém mletém mase

Effect of a Protective Culture on the Growth of Listeria Monocytogenes in Ground Pork

Ondruchová, S., Dušková, M., Veselá, H., Navrátilová, P., Zouharová, A., Kameník, J.

Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Česká republika

Souhrn

Cílem práce bylo vyhodnotit účinnost ochranných kultur (OK) na bázi bakterií mléčného kvašení (BMK) na růst *Listeria monocytogenes* v mletém vepřovém mase při 2 ± 1 °C. Testovány byly OK výrobce A (preparáty P1 a P2) a výrobce B (P3). Po inokulaci koktejlem čtyř kmenů *L. monocytogenes* (1/2a, 1/2b, 1/2c a 4b) byly vzorky analyzovány ve dnech 0, 2, 7 a 14. Počty *L. monocytogenes* se mezi kontrolou a většinou variant významně nelišily ($p > 0,05$). U OK P2 byl ve 14. dni trend k nižším hodnotám, avšak bez statistické významnosti. U OK P3 se inhibiční efekt projevil pouze v 7. dni, do 14. dne se však neudržel. Ochranné kultury se v mase etablovaly (nárůst BMK a celkového počtu mikroorganismů), vliv na bakterie čeledi *Enterobacteriaceae* byl přechodný. Výsledky ukazují, že účinek OK v mletém mase na *L. monocytogenes* je zanedbatelný. Důvodem je zejména nízká teplota, při které zůstávají OK prakticky neaktivní.

Klíčová slova: bioochrana, bakterie mléčného kvašení, biokonzervace, potravinová bezpečnost

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of protective cultures (PC) based on lactic acid bacteria (LAB) against the growth of *Listeria monocytogenes* in minced pork stored at 2 ± 1 °C. Protective cultures from producer A (preparations P1 and P2) and producer B (P3) were tested. After inoculation with a cocktail of four *L. monocytogenes* strains (1/2a, 1/2b, 1/2c, and 4b), samples were analyzed on days 0, 2, 7, and 14. The counts of *L. monocytogenes* did not differ significantly ($p > 0.05$) between the control and most variants. In PC P2, a trend toward lower values was observed on day 14, but without statistical significance. In PC P3, an inhibitory effect was detected only on day 7, but it did not persist until day 14. Protective cultures established themselves in the meat (increase of LAB and total microbial counts), while the effect on *Enterobacteriaceae* was only transient. The results indicate that the effect of PCs on *L. monocytogenes* in minced meat is negligible, mainly due to the low storage temperature, at which the PCs remain practically inactive.

Keywords: bioprotection; lactic acid bacteria, biopreservation, food safety

Úvod

Listeria monocytogenes je významný původce alimentárních onemocnění s vysokou úmrtností, zejména u rizikových skupin obyvatel. Díky schopnosti adaptace na stresové podmínky a tvorby biofilmu přežívá v potravinářských provozech (Aljasir and D'Amico, 2021). Kontrola při produkci a zpracování potravin je obtížná, protože roste v širokém rozmezí teplot ($1\text{--}45$ °C), snáší nízké pH a vyšší obsah soli a přetrvává v prostředí i po sanitaci (Gomez et al., 2021).

Jedním z přístupů ke snížení rizika kontaminace je aplikace ochranných kultur (OK) na bázi bakterií mléčného kvašení (BMK), které zvyšují bezpečnost a prodlužují údržnost potravin přímou inhibicí patogenu i snížením jeho virulence (Aljasir and D'Amico, 2021; Karbowski et al., 2025). BMK produkují organické kyseliny, peroxid vodíku, diacetyl, ethanol a bakteriociny účinné proti grampozitivním bakteriím (Xu et al., 2022; Karbowski et al., 2025).

Mleté maso je z hlediska mikrobiologické bezpečnosti vysoce rizikové – má vysokou aktivitu vody, bohatý nutriční profil a velký povrch po mletí, což podporuje růst mikroorganismů i při chladírenských teplotách. Přestože moderní technologie zlepšují trvanlivost, zajištění bezpečnosti je obtížné, a proto je biokonzervace prostřednictvím BMK perspektivní strategií pro zvýšení zdravotní nezávadnosti a trvanlivosti vepřového masa (Karbowski et al., 2025). Cílem studie bylo posoudit vliv OK na růst *L. monocytogenes* po umělé kontaminaci mletého masa.

Materiál a metodika

Mleté vepřové maso bylo analyzováno ve dvou experimentech. V každém experimentu byly připraveny tři varianty: kontrola (bez OK) a dvě varianty s OK. Kontrolní vzorky sloužily jako referenční základ pro porovnání účinku OK. Jednotlivé varianty byly připraveny v množství po 1 kg. V experimentu 1 byly použity OK společnosti A, preparát P1 (varianta A) nebo P2 (varianta B). V experimentu 2 byla aplikována OK výrobce B s označením P3 (opakování 1 a 2). OK byly připraveny podle návodu výrobce a přidány před finálním mletím (10 ml OK/1 kg masa; finální mletí přes desku 3 mm).

Po mletí byl do všech variant inokulován koktejl čtyř kmenů *L. monocytogenes* (LM79 – 1/2a, LM70 – 1/2b, LM78 – 1/2c, LM72 – 4b) v cílové koncentraci cca 3 log KTJ/g. Následně byly vzorky vakuově zabaleny (90 % vakua), skladovány při 2 ± 1 °C a analyzovány bezprostředně po přípravě a balení (čas 0) a po 2, 7 a 14 dnech. Mikrobiologická analýza zahrnovala stanovení počtu *L. monocytogenes* (ALOA agar, Oxoid, UK; 37 °C, 24–48 h), *Enterobacteriaceae* (VČŽG agar, Oxoid; 30 °C, 24 h; oxidáza negativní, Erba Lachema, CZ) v souladu s normou ČSN EN ISO 21528-2:2021, psychrotrofních BMK – pBMK (MRS agar, Oxoid; 15 °C, 7 dní; kataláza a oxidáza negativní) a celkového počtu psychrotrofních mikroorganismů – pCPM (GTK agar, Oxoid; 6,5 °C, 10 dní) stanovený podle normy ČSN EN ISO 4833-1:2014.

Výsledky a diskuze

Výsledky shrnuté v tab. 1 ukazují, že počty *Listeria monocytogenes* se mezi variantami s OK a kontrolami bez OK během 14 dnů skladování statisticky významně nelišily.

Mezi jednotlivými dny se u žádné varianty neprokázaly statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$). V experimentu s OK výrobce B byly rozdíly prokázány pouze v 7. dni, avšak efekt se do 14. dne neudržel a nelze jej považovat za prakticky významný. Celkově tak lze uzavřít, že OK v podmínkách pokusu růst *L. monocytogenes* neovlivnily.

Psychrotrofní BMK byly v kontrolních vzorcích bez OK na začátku prakticky nulové, zatímco v mase s OK byly vyšší už v 0. dni, což potvrzuje jejich úspěšné etablování. Jak ukazuje tab. 2, dynamika růstu se mezi jednotlivými variantami výrazně lišila.

Tabulka 1: Růst *Listeria monocytogenes* (log KTJ/g, průměr ± SD) v mletém vepřovém mase během skladování (0., 2., 7. a 14. den) při 2 ± 1 °C.

Experiment 1 – výrobce A				
Dávka	0. den	2. den	7. den	14. den
Kontrola bez OK	3.98 ± 0.02 ^{Ab}	3.82 ± 0.16 ^{Aa}	3.99 ± 0.01 ^{Aa}	3.96 ± 0.05 ^{Aa}
P1	3.82 ± 0.02 ^{Aa}	3.68 ± 0.15 ^{Aa}	3.88 ± 0.02 ^{Aa}	4.07 ± 0.20 ^{Aa}
P2	3.75 ± 0.04 ^{Aa}	3.77 ± 0.08 ^{Aa}	3.65 ± 0.14 ^{Aa}	3.59 ± 0.22 ^{Aa}
Experiment 2 – výrobce B				
Dávka	0. den	2. den	7. den	14. den
Kontrola bez OK	3.86 ± 0.10 ^{Aa}	3.86 ± 0.16 ^{Aa}	3.96 ± 0.02 ^{Aa}	4.08 ± 0.00 ^{Aa}
P3 opakování 1	3.89 ± 0.07 ^{Aa}	3.85 ± 0.10 ^{Aa}	3.78 ± 0.04 ^{Ab}	3.92 ± 0.04 ^{Aa}
P3 opakování 2	3.98 ± 0.00 ^{Aa}	3.97 ± 0.05 ^{Aa}	3.73 ± 0.01 ^{Ab}	3.72 ± 0.17 ^{Aa}

Malá písmena označují statisticky významné rozdíly ve sloupcích mezi dávkami v rámci jednoho dne, velká písmena statisticky významné rozdíly v řádcích mezi dny v rámci jedné dávky (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Tabulka 2: Množství psychrotrofních bakterií mléčného kvašení (log KTJ/g, průměr ± SD) v mletém vepřovém mase během skladování (0., 2., 7. a 14. den) při 2 ± 1 °C.

Experiment 1 – výrobce A				
Dávka	0. den	2. den	7. den	14. den
Kontrola bez OK	<1.70 ^{Aa}	3.96 ± 0.18 ^{Ba}	6.79 ± 0.03 ^{Ca}	7.47 ± 0.09 ^{Da}
P1	6.85 ± 0.08 ^{Ab}	7.00 ± 0.09 ^{Ab}	7.08 ± 0.11 ^{Ab}	7.81 ± 0.01 ^{Bb}
P2	6.83 ± 0.08 ^{Ab}	7.58 ± 0.20 ^{Bc}	8.05 ± 0.07 ^{Bb}	6.78 ± 0.27 ^{Ac}
Experiment 2 – výrobce B				
Dávka	0. den	2. den	7. den	14. den
Kontrola bez OK	<1.70 ^{Aa}	3.84 ± 0.08 ^{Ba}	6.15 ± 0.00 ^{Ca}	6.61 ± 0.08 ^{Da}
P3 opakování 1	<3.70 ^{Aa}	<3.70 ^{Aa}	5.96 ± 0.04 ^{Cb}	6.77 ± 0.06 ^{Dc}
P3 opakování 2	<3.70 ^{Aa}	<3.70 ^{Aa}	6.11 ± 0.04 ^{Cb}	6.70 ± 0.01 ^{Dc}

Malá písmena označují statisticky významné rozdíly ve sloupcích mezi dávkami v rámci jednoho dne, velká písmena statisticky významné rozdíly v řádcích mezi dny v rámci jedné dávky (Tukey HSD, $p < 0,05$).

Tabulka 3: Množství psychrotrofních celkových počtů mikroorganismů (pCPM; log KTJ/g, průměr ± SD) v mletém vepřovém mase během skladování (0., 2., 7. a 14. den) při 2 ± 1 °C.

Experiment 1 – výrobce A				
Dávka	0. den	2. den	7. den	14. den
Kontrola bez OK	5.60 ± 0.07 ^{Aa}	6.57 ± 0.19 ^{Ba}	7.15 ± 0.06 ^{Ca}	7.28 ± 0.17 ^{Ca}
P1	5.42 ± 0.14 ^{Aa}	6.31 ± 0.09 ^{Ba}	7.16 ± 0.04 ^{Ca}	7.76 ± 0.11 ^{Db}
P2	6.72 ± 0.02 ^{Ab}	7.50 ± 0.04 ^{Bb}	8.11 ± 0.09 ^{Cb}	8.00 ± 0.20 ^{Cb}
Experiment 2 – výrobce B				
Dávka	0. den	2. den	7. den	14. den
Kontrola bez OK	4.85 ± 0.04 ^{Aa}	5.46 ± 0.06 ^{Ba}	7.00 ± 0.10 ^{Ca}	7.93 ± 0.03 ^{Da}
P3 opakování 1	6.37 ± 0.01 ^{Ab}	7.15 ± 0.00 ^{Bb}	8.19 ± 0.02 ^{Cb}	8.23 ± 0.08 ^{Cb}
P3 opakování 2	6.36 ± 0.02 ^{Ab}	7.20 ± 0.01 ^{Bb}	8.20 ± 0.05 ^{Cb}	8.40 ± 0.07 ^{Cb}

Malá písmena označují statisticky významné rozdíly ve sloupcích mezi dávkami v rámci jednoho dne, velká písmena statisticky významné rozdíly v řádcích mezi dny v rámci jedné dávky (Tukey HSD, $p < 0,05$).

V experimentu 1 (výrobce A) vykazovala varianta s OK P1 stabilně vysoké počty pBMK, které dále vzrostly do 14. dne ($p < 0,05$). U OK P2 došlo k prudkému nárůstu do 7. dne a následnému poklesu, přičemž hodnoty mezi dny se statisticky lišily ($p < 0,05$). V kontrolních vzorcích nastal postupný nárůst během skladování, hodnoty se však ve 14. dni přiblížily k variantám s OK.

V experimentu 2 (výrobce B) byly počáteční hodnoty pBMK nízké, protože použitý MRS agar nepodporuje růst bakterií rodu *Carnobacterium*, které jsou součástí OK P3. Důvodem je přítomnost octanu sodného, jenž jejich růst na tomto médiu inhibuje, což bylo potvrzeno i ve studii Dušková et al. (2025). Od 7. dne se však prosadily jiné pBMK přítomné v masě. Tento rozdíl je patrný zejména při srovnání s výsledky na GTK agaru (tab. 3), kde růst bakterií rodu *Carnobacterium* již zachycen byl.

Oproti kontrolám vykazovaly varianty s OK vyšší pCPM již v 0. dni (tab. 3), což odpovídá přítomnosti přidaných BMK jako součást OK. V experimentu 1 byly hodnoty u obou variant po celou dobu vyšší než u kontroly, přičemž OK P2 dosahovala nejvyšších počtů. OK vykazovala stabilní růst s nárůstem do 14. dne.

V experimentu 2 byly pCPM u OK P3 vyšší než u kontrol od počátku a rozdíly přetrvávaly ve všech dnech. Obě opakování vykazovala podobnou dynamiku s postupným nárůstem, zatímco kontrola rostla pomaleji. Je však třeba zdůraznit, že na použitém GTK agaru rostou i *Carnobacterium* spp. obsažené v OK P3, takže vyšší počty odpovídají skutečné přítomnosti této kultury, na rozdíl od výsledků na MRS agaru.

Počty *Enterobacteriaceae* byly v experimentu 1 na začátku nízké a mezi variantami se nelišily (tab. 4). Během skladování však kontrola a OK P1 dosahovaly vyšších hodnot než OK P2, což naznačuje částečný inhibiční efekt tohoto kmene. U všech variant došlo k významnému nárůstu mezi 0. a 7. dnem ($p < 0,05$), zatímco mezi 7. a 14. dnem už se hodnoty dále významně nezměnily.

Počty *Enterobacteriaceae* byly v experimentu 1 na začátku nízké a mezi variantami se nelišily (tab. 4). Během skladování však kontrola a OK P1 dosahovaly vyšších hodnot než OK P3, což naznačuje částečný inhibiční efekt tohoto kmene. U všech variant došlo k významnému nárůstu mezi 0. a 7. dnem ($p < 0,05$), zatímco mezi 7. a 14. dnem už se hodnoty dále významně nezměnily.

Tabulka 4: Množství *Enterobacteriaceae* (log KTJ/g, průměr $\pm$ SD) v mletém vepřovém masě během skladování (0., 2., 7. a 14. den) při 2 ± 1 °C.

Experiment 1 – výrobce A				
Dávka	0. den	2. den	7. den	14. den
Kontrola bez	2.79 $\pm$ 0.10 ^{Aa}	3.81 $\pm$ 0.05 ^{Ba}	4.56 $\pm$ 0.07 ^{Cb}	4.65 $\pm$ 0.15 ^{Cb}
P1	2.80 $\pm$ 0.52 ^{Aa}	3.74 $\pm$ 0.17 ^{Ba}	4.49 $\pm$ 0.09 ^{Cb}	4.66 $\pm$ 0.00 ^{Cb}
P2	2.88 $\pm$ 0.12 ^{Aa}	3.59 $\pm$ 0.04 ^{Ba}	4.08 $\pm$ 0.00 ^{Ca}	4.20 $\pm$ 0.04 ^{Ca}
Experiment 2 – výrobce B				
Dávka	0. den	2. den	7. den	14. den
Kontrola bez	2.65 $\pm$ 0.01 ^{Aa}	3.24 $\pm$ 0.04 ^{Ba}	5.06 $\pm$ 0.07 ^{Cb}	5.31 $\pm$ 0.01 ^{Db}
P3 opakování 1	1.93 $\pm$ 0.36 ^{Aa}	3.00 $\pm$ 0.00 ^{Ba}	4.13 $\pm$ 0.16 ^{Ca}	4.73 $\pm$ 0.07 ^{Da}
P3 opakování 2	2.50 $\pm$ 0.20 ^{Aa}	3.39 $\pm$ 0.05 ^{Ba}	4.55 $\pm$ 0.12 ^{Ca}	5.21 $\pm$ 0.08 ^{Db}

Malá písmena označují statisticky významné rozdíly ve sloupcích mezi dávkami v rámci jednoho dne, velká písmena statisticky významné rozdíly v řádcích mezi dny v rámci jedné dávky (Tukey HSD, $p < 0,05$).

V experimentu 2 byly počáteční hodnoty rovněž nízké. U kontroly došlo k postupnému růstu během celého sledovaného období, zatímco u OK P3 se v prvním opakování

hodnoty mezi jednotlivými dny statisticky nelišily. Ve druhém opakování byl zaznamenán nárůst mezi 7. a 14. dnem. V rámci 7. dne byla kontrola statisticky vyšší než obě varianty P3 ($p < 0,05$), rozdíl se však do 14. dne vyrovnal.

Závěr

V podmínkách tohoto pokusu neměly OK na růst *Listeria monocytogenes* prokazatelný vliv. OK se přesto v mase úspěšně etablovaly, což dokládá nárůst pBMK a pCPM. Jejich vliv na bakterie čeledi *Enterobacteriaceae* byl rovněž zanedbatelný.

Získané výsledky ukazují, že rozhodující je nejen volba kmene, ale i dynamika jeho účinku během skladování. Samotné použití OK proto nezajišťuje spolehlivou a dlouhodobou inhibici růstu *L. monocytogenes* a pro praktické využití je vhodné jejich aplikaci kombinovat s dalšími opatřeními, jako je úprava složení, pH, vodní aktivity, způsob balení či podmínky chlazení.

Poděkování

Tento článek vznikl v rámci projektu QK23020047 „Ověření možností prokazování použití ochranných kultur ve výrobě potravin živočišného původu“ z programu aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017–2025, ZEMĚ.

Literatura

Aljasir, S. F., D'Amico, D. J., 2021. Effect of pre-exposure to protective bacterial cultures in food on *Listeria monocytogenes* virulence. Online. *LWT*. vol. 152, p. 112373. ISSN 0023-6438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112373>.

ČSN EN ISO 4833-1 Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda pro stanovení počtu mikroorganismů – Část 1: Technika přelivem a počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C. 2014.

ČSN EN ISO 21528-2 Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda průkazu a stanovení počtu bakterií čeledi *Enterobacteriaceae* – Část 2: Technika počítání kolonií. 2021.

Dušková, M., Kameník, J., Hušáková, M., Šedo, O., Fialová, N., 2025. Rod *Carnobacterium*: bakterie mléčného kvašení, které (téměř) nerostou na MRS agaru. *Maso*. vol. 3, pp. 36–40.

Gomez, J. S., Parada, R. B., Vallejo, M., Marguet, E. R., Bellomio, A., Perotti, N., de Carvalho, K. G., 2021. Assessment of the bioprotective potential of lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes* in ground beef. Online. *Archives of Microbiology*. vol. 203, pp. 1427–1437. ISSN 0302-8933. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00203-020-02118-0>.

Karbowiak, M., Okoń, A., Łaszkiewicz, B., Szymański, P., Zielińska, D., 2025. Novel applications of lactic acid and acetic acid bacteria preparations in shaping the technological and microbiological quality of ready-to-cook minced pork. Online. *Foods*. vol. 14, no. 11, p. 1934. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods14111934>.

Xu, M. M., Kaur, M., Pillidge, C. J., Torley, P. J., 2022. Effect of protective cultures on spoilage bacteria and the quality of vacuum-packaged lamb meat. Online. *Food Bioscience*. vol. 50, Part B, p. 102148. ISSN 2212-4292. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102148>.

Kontaktní adresa

Ing. Simona Ondruchová, VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: ondruchovas@vfu.cz

**Stanovení podílu nasycených a nenasycených mastných kyselin
v sýrech a jejich rostlinných alternativách**
***Determination of the Proportion of Saturated and Unsaturated Fatty
Acids in Cheese and its Plant-based Alternatives***

Pokorná, S., Bartáková, K., Bursová, Š., Pospíšil, J.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

V rámci studie byl analyzován podíl mastných kyselin u různých rostlinných alternativ sýrů i konvenčních mléčných sýrů zakoupených na českém trhu. Rostlinné vzorky obsahovaly buď kokosový tuk, nebo skořápkové plody (kešu, mandle). K analýze byla využita metoda plynové chromatografie s plamenově-ionizačním detektorem po předchozí derivatizaci mastných kyselin na methylestery. Výsledky ukázaly, že produkty s kokosovým olejem obsahovaly vyšší množství nasycených mastných kyselin než pravé sýry, zatímco ořechové alternativy měly výrazně vyšší podíl nenasycených mastných kyselin, což je z nutričního hlediska příznivější. Konvenční sýry vykazovaly nejvyváženější poměr omega-6 a omega-3 nenasycených mastných kyselin.

Klíčová slova: *analogy, SFA, UFA, PUFA, omega-6, omega-3*

Abstract

The study analysed the fatty acid proportion of various plant-based cheese alternatives and conventional dairy cheeses that were purchased on the Czech market. The plant-based samples contained either coconut oil or nuts (cashews or almonds). Gas chromatography with a flame ionisation detector was used for the analysis, after the fatty acids had been derivatised into methyl esters. The results showed that products containing coconut oil had higher levels of saturated fatty acids, whereas nut-based alternatives had a significantly higher proportion of unsaturated fatty acids, making them more beneficial from a nutritional point of view. Conventional cheeses showed the most balanced ratio of omega-6 and omega-3 unsaturated fatty acids.

Key words: *analogues, SFA, UFA, PUFA, omega-6, omega-3*

Úvod

Zatímco nasycené mastné kyseliny zvyšují hladinu LDL cholesterolu a jsou spojeny s vyšším rizikem kardiovaskulárních onemocnění, **nenasycené** – zejména **omega-3 a omega-6 polynenasycené mastné kyseliny (PUFA)** mají **ochranný vliv** na srdce, mozek i zánětlivé procesy. Poměr omega-6 a omega-3 by měl být ve stravě vyvážený – ideálně mezi 4:1 až 6:1 (Gonzalez-Fernandez et al., 2017; Rustan a Drevon, 2005; Velíšek, 2002).

Rostlinné alternativy mléčných výrobků jsou čím dál populárnější díky zájmu spotřebitelů o zdraví, etiku a udržitelnost. Vyrábějí se z různých surovin jako sója, kokos, mandle, kešu nebo oves a mohou obsahovat prospěšnější složení tuků než živočišné potraviny díky vyššímu podílu nenasycených mastných kyselin (Adamczyk et al., 2022; Pingali et al., 2023). Rostlinné alternativy sýrů se snaží co nejvíce **napodobit vzhled, chuť i texturu** klasických mléčných sýrů pomocí složek jako je kokosový tuk, ořechy (kešu, mandle) nebo bramborový škrob (Adamczyk et al., 2022; McClements a Grossman, 2021). Tyto produkty často neobsahují cholesterol a mají jiné zastoupení mastných kyselin než běžné sýry. Jejich výživová hodnota závisí na konkrétní receptuře

– proto je důležité sledovat **etikety a složení** jednotlivých výrobků (Chavan a Jana, 2007; Pritulska et al., 2021).

Cílem práce bylo stanovit podíl nasycených a nenasycených mastných kyselin v rostlinných alternativách sýrů a porovnat je s konvenčními mléčnými sýry z hlediska jejich nutriční hodnoty a vlivu na lidské zdraví.

Materiál a metodika

Bylo analyzováno celkem 35 vzorků rostlinných alternativ a přírodních sýrů zakoupených v roce 2024 na území ČR. Výběr zahrnoval široké spektrum chutí a textur, odpovídajících aktuální nabídce trhu. Zahrnuty byly alternativy poloměkkých, polotvrdých a tvrdých sýrů, včetně strouhaných variant, sýrů s povrchovou plísní a pařených typů. Vzorky byly rozděleny do tří hlavních skupin: výrobky na bázi kokosového tuku se škroby (bramborový, kukuřičný; $n = 15$), alternativy ze skořápkových plodů, zejména kešu a mandlí ($n = 8$), a běžně dostupné tradiční sýry s obdobnými vlastnostmi ($n = 12$).

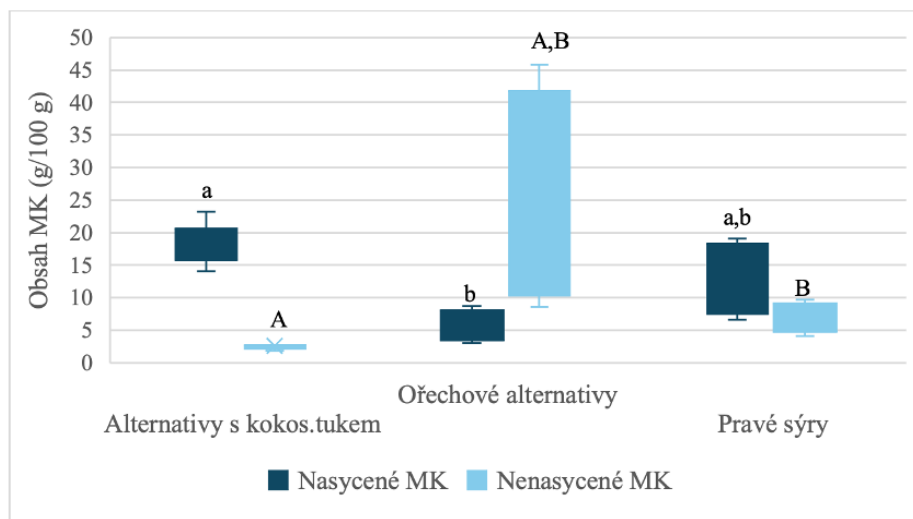
Zhomogenizované vzorky byly podrobeny varu s roztokem methanolického KOH pod zpětným chladičem. Druhá fáze varu proběhla za kyselých podmínek pomocí kyseliny sírové. Došlo tak k transesterifikaci triglyceridů na methylestery mastných kyselin, které byly vytřepány do n-hexanu. Oddělený hexanový podíl byl přefiltrován do vialky a analyzován s využitím plynového chromatografu 8890 GC System (Agilent, USA) s plamenově-ionizačním detektorem. Separace se uskutečnila na koloně HP-88 (Agilent, USA, 100 m, 0,250 mm, 0,20 μ m) za použití helia (AirProducts, ČR) jako nosného plynu (průtok 1,0 ml/min). Celková doba analýzy činila 35 minut, detektor využíval stlačený vzduch a vodík (AirProducts, ČR). Vyhodnocení bylo provedeno pomocí softwaru ChemStation (Agilent, USA), kvantifikace byla založena na vnějším standardu směsi 37 methylesterů mastných kyselin (AccuStandard, USA). Statistické zpracování bylo realizováno v programu Excel 2023, přičemž porovnání hodnot bylo provedeno pomocí F-testu a t-testu v softwaru Unistat 6.5 (Unistat, Velká Británie).

Výsledky a diskuze

Rostlinné alternativy s kokosovým tukem obsahovaly průměrně $17,82 \pm 4,34$ g/100 g nasycených mastných kyselin (SFA – saturated fatty acids) a $2,55 \pm 1,19$ g/100 g nenasycených mastných kyselin (UFA – unsaturated fatty acids). Naopak vzorky s ořechovými složkami vykazovaly výrazně nižší podíl SFA ($5,65 \pm 2,43$ g/100 g) a podstatně vyšší podíl UFA ($24,88 \pm 16,49$ g/100 g). U tradičních sýrů byl obsah SFA $12,97 \pm 5,70$ g/100 g a UFA $7,02 \pm 2,30$ g/100 g. Tyto hodnoty jsou znázorněny v grafu 1. Statisticky významně vyšší množství SFA bylo prokázáno u kokosových alternativ oproti ořechovým ($p < 0,05$). Mezi tradičními sýry a rostlinnými alternativami nebyl rozdíl v obsahu SFA statisticky významný ($p > 0,05$), zatímco pro obsah UFA byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi pravými sýry a alternativami s kokosovým tukem.

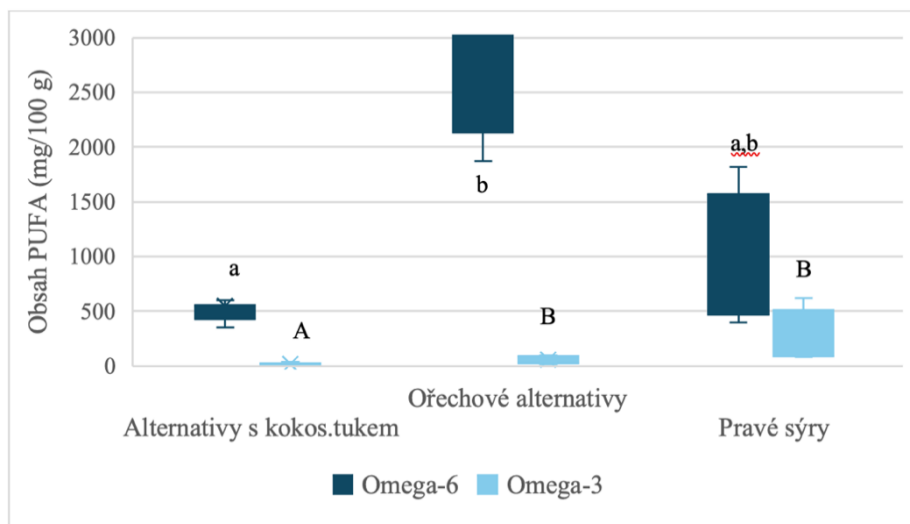
Podobné zastoupení mastných kyselin v rostlinných alternativách se skořápkovými plody zjistili Jaeger et al. (2024), a to výrazně vyšší obsah UFA než SFA ($25,02 \pm 0,40$ g/100 g SFA, $75,68 \pm 0,80$ g/100 g UFA). Další autoři uvádí zastoupení SFA a UFA jako procentuální podíl z celkového množství mastných kyselin. Đurović et al. (2022) stanovili výrazně vyšší podíl SFA (68,37 %) než UFA (31,63 %) v rostlinných alternativách s kokosovým olejem, což odpovídá našim výsledkům podobně jako obsah mastných kyselin v pravých sýrech, v nichž Ali et al. (2024) zjistili 72,47 % SFA a 27,57 % UFA. Chavan a Jana (2007) a Pritulska et al. (2021) podobně uvádí, že některé

rostlinné alternativy vykazují vyšší podíl nasycených tuků (kvůli obsaženému kokosovému oleji), u jiných s převažují tuky nenasycené (u kešu nebo mandlových variant). Paszczyk et al. (2020) stanovili v rostlinných alternativách sýrů $50,59 \pm 1,51$ % SFA a $48,42 \pm 1,40$ % UFA. Ve studii se neuvádí, zda-li se jedná o alternativy s kokosovým olejem nebo skořápkovými plody. Zřejmě jsou v průměrných hodnotách zastoupeny obě skupiny, což by vysvětlovalo tyto podobné hodnoty SFA a UFA.



Graf 1: Obsah mastných kyselin (MK) v sýrech a jejich rostlinných alternativách

Pozn.: rozdílná písmena u krabicových boxů značí statistickou významnost rozdílů v rámci jednotlivých typů vzorků na hladině významnosti $p < 0,05$



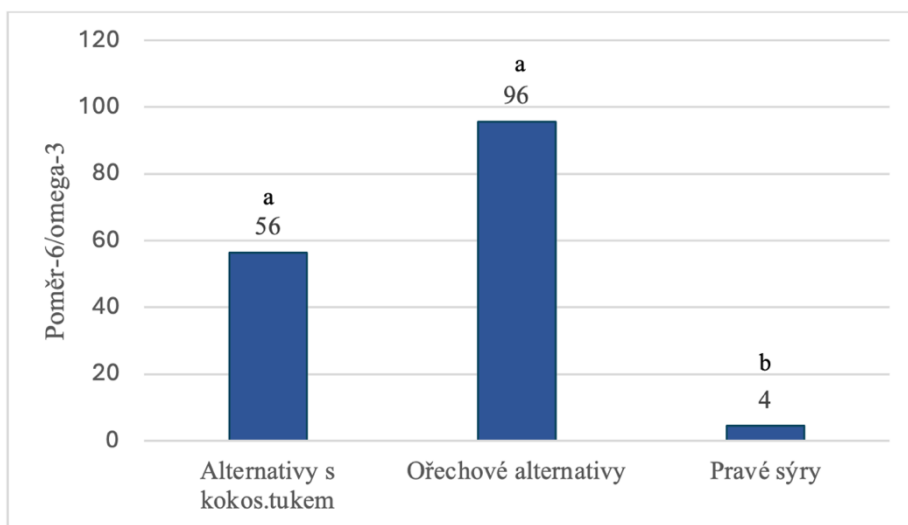
Graf 2: Obsah omega-6 a omega-3 polynenasycených mastných kyselin (PUFA) v analyzovaných vzorcích

Pozn.: rozdílná písmena u krabicových boxů značí statistickou významnost rozdílů v rámci jednotlivých typů vzorků na hladině významnosti $p < 0,05$

Rostlinné alternativy s ořechy měly statisticky významně vyšší ($p < 0,05$) obsah omega-6 ($6,013 \pm 4,807$ g/100 g) i omega-3 ($0,058 \pm 0,033$ g/100 g) PUFA než alternativy s kokosovým olejem (omega-6: $0,547 \pm 0,283$ g/100 g; omega-3: $0,015 \pm 0,013$ g/100 g). Tradiční sýry vykazovaly nižší podíl omega-6 ($0,935 \pm 0,617$ g/100 g) a relativně vyšší

podíl omega-3 ($0,253 \pm 0,249$ g/100 g). Tyto rozdíly v obsahu polynenasycených mastných kyselin jsou přehledně znázorněny v grafu č. 2.

Poměr omega-6:omega-3 PUFA pak ukazuje graf č. 3 – nejprůzračnější hodnoty byly zjištěny u tradičních sýrů 4:1, zatímco u rostlinných alternativ výrazně převyšovaly doporučené rozmezí: 56:1 u kokosových a 96:1 u ořechových výrobků. Majhenič et al. (2025) uvádí v rostlinných alternativách obsahujících kokosový tuk zastoupení omega-6 PUFA $1,68 \pm 0,00$ % a omega-3 $0,03 \pm 0,02$ %. Z tohoto výsledku je možné určit poměr omega-6:omega-3 56:1 podobně jako v naší studii. Đurović et al. (2022) stanovili obsah omega-6 u autentických sýrů 3,03 % a omega-3 1,79 %, z čehož vyplývá poměr omega-6:omega-3 1,69:1, což je hodnota mírně nižší než v naší studii podobně jako ve studii Ali et al. (2024), kde poměr omega-6:omega-3 vychází 2,62:1.



Graf 3: Poměr omega-6 a omega-3 polynenasycených mastných kyselin (PUFA) v pravých sýrech a rostlinných alternativách

Pozn.: rozdílná písmena u krabicových boxů značí statistickou významnost rozdílů v rámci jednotlivých typů vzorků na hladině významnosti $p < 0,05$

Závěr

Rostlinné alternativy sýrů oslovují především spotřebitele, kteří se vyhýbají živočišným produktům z etických, zdravotních nebo environmentálních důvodů. Jejich složení se výrazně liší podle použitých surovin, což ovlivňuje i spektrum mastných kyselin. Produkty na bázi kokosového tuku mají vyšší obsah nasycených mastných kyselin, zatímco alternativy z ořechů obsahují více nenasycených mastných kyselin ve srovnání s tradičními sýry. Z hlediska celkového podílu nasycených a nenasycených mastných kyselin se tedy jeví nutričně nejprůzračnější rostlinné alternativy ze skořápkových plodů, ovšem z hlediska vyhodnocení poměru omega-6 a omega-3 polynenasycených mastných kyselin vychází jednoznačně nejlépe pravé sýry.

Literatura

Adamczyk, D., Jaworska, D., Affeltowicz, D., Maison, D., 2022. Plant-Based Dairy Alternatives: Consumers' Perceptions, Motivations, and Barriers—Results from a Qualitative Study in Poland, Germany, and France. *Nutrients*, vol. 14, no. 10, p. 2171. <https://doi.org/10.3390/nu14102171>.

- Ali, Z. I., Shawki, M. A., Abdel-Latif, E. F., Saudi, A. M., 2024. Assessment of fatty acid content and lipid nutritional quality indicators for some cheese kinds using gas chromatography-mass spektrometry. *Journal of Advanced Veterinary Research*, vol. 14, no. 7, p. 1258-1263. ISSN: 2090-6277/2090-6269.
- Đurović, A. D., Kravić, S. Ž., Stojanović, Z. S., Ilić, M. D., Kanurić, K. G., Vukić, D. V., Vukić, V. R., Degenek, J. Đ., Ćurić, K. S., 2022. Assessment of nutritional quality of cheeses and cheese analogues on the market of the Republic of Serbia. *Acta Periodica Technologica*, no. 53, p. 100-108. Dostupné z: <https://doi.org/10.2298/APT2253100D>.
- Gonzalez-Fernandez, M. J., Ramos-Bueno, R. P., Rodríguez-García, I., Guil-Guerrero, J. L., 2017. Purification process for MUFA – and PUFA-based monoacylglycerols from edible oils. *Biochimie*, vol. 139, p. 107-114. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biochi.2017.06.002>.
- Chavan, R. S., Jana, A., 2007. Cheese substitutes: an alternative to natural cheese – a review. *International Journal of Food Science, Technology & Nutrition*, vol. 2, p. 25-39.
- Jaeger, I., Köhn, C. R., Evans, J. D., Frazzon, J., Renault, P., Kothe, C. I., 2024. Nutritional and microbial profiles of ripened plant-based cheese analogs collected from the European market. *Food Research International*, vol. 191. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114724>.
- Majhenič, A. Č., Levart, A., Salobir, J., Prevc, T., Žontar, T. P., 2025. Can Plant-Based Cheese Substitutes Nutritionally and Sensorially Replace Cheese in Our Diet? *Foods*, vol. 14, no. 5: 771. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods14050771>.
- McClements, J. D., Grossman, L., 2021. The science of plant-based foods: Constructing next-generation meat, fish, milk, and egg analogs. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, vol. 20, no. 4, p. 4049-4100. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12771>.
- Paszczyk, B., Polak-Śliwińska, M., Łuczyńska, J., 2016. Fatty acids composition and trans isomers in cheeses and cheese-like products. *Nauka Przyr. Technol.*, vol. 10, no. 4. Dostupné z: <https://doi.org/10.17306/J.NPT.2016.4.45>.
- Pingali, P., Boiteau, J., Choudhry, A., Hall, A., 2023. Making meat and milk from plants: A review of plant-based food for human and planetary health. *World Development*, vol. 170. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106316>.
- Pritulska, N., Motuzka, I., Koshelnyk, A., Motuzka, O., Yashchenko, L., Jarossová, M., Krnáčová, P., Wyka, J., Malczyk, E., Habánová, M., 2021. Consumer preferences on the market of plant-based milk analogues. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 15, p. 131-142. Dostupné z: <https://doi.org/10.5219/1485>.
- Rustan, A. C., Drevon, CH. A., 2005. Fatty Acids: Structures and Properties. *eLS*. <https://doi.org/10.1038/npg.els.0003894>.
- Velíšek, J., 2002. *Chemie potravin*, ed. 1 Praha: OSSIS. ISBN 80-86659-00-3.

Poděkování

Práce byla finančně podpořena projektem Interní tvůrčí agentury VETUNI č. 2024ITA21.

Kontaktní adresa

Mgr. Sára Pokorná, VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: pokornas@vfu.cz

Nutriční vliv přírodních krmných doplňků na profil minerálních látek v mase brojlerových králíků HYL A

Nutritional Effects of Natural Feed Supplements on the Mineral Profile in the Meat of HYL A Broiler Rabbits

Poláková, K., Šimek, V., Dobšíková, R.

Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem studie bylo vyhodnocení vlivu obohacených diet o vybrané rostlinné komponenty na obsah makroprvků a stopových prvků ve vzorcích masa brojlerových králíků hybridní linie HYL A. Králíci byli rozděleni do čtyř dietárních skupin. Kontrolní (K) skupina králíků byla krmena po celou dobu výkrmu základní kompletní krmnou směsí. Skupina A přijímala obohacenou dietu s přidavkem 2,5 % sušeného listu artyčoku (*Cynara scolymus*); skupina SB obohacenou dietu s přidavkem 2,5 % směsi pěti vybraných bylin (*Thymus vulgaris*, *Mentha piperita*, *Foeniculum vulgare*, *Rosa canina*, *Capsella bursa-pastoris*) a skupina SCh dietu s 2,5% přidavkem směsi řas rodu *Chlorella* a sinic rodu *Spirulina platensis*. Výsledky prokázaly, že použitá fytoaditiva statisticky významně ovlivnila obsah minerálních látek ve vzorcích masa králíků. Obsah fosforu v mase byl průkazně nižší u skupiny SB oproti kontrolní skupině (-44 mg/100 g masa; $p < 0,05$). Ve skupině SCh byl prokázán nižší obsah sodíku ($p < 0,05$) v porovnání s kontrolní skupinou. Dále bylo u skupiny SCh zjištěno vysoce signifikantní snížení obsahu manganu ($p < 0,01$). Zjištěné výsledky naznačují, že cílené obohacení krmné dávky vhodně zvolenými alternativními komponentami může vést ke změnám v obsahu minerálních látek v mase králíků.

Klíčová slova: bylinné komponenty; minerální profil; *musculus longissimus dorsi*

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of diets enriched with selected plant components on the levels of macroelements and trace elements in meat samples from broiler rabbits of the HYL A hybrid line. The rabbits were divided into four dietary groups. The control (C) group of rabbits was fed a basic complete feed mixture during the whole fattening period. Group A received an enriched diet with the addition of 2.5% dried artichoke leaves (*Cynara scolymus*); group SB received an enriched diet with 2.5% of a mixture of five selected herbs (*Thymus vulgaris*, *Mentha piperita*, *Foeniculum vulgare*, *Rosa canina*, *Capsella bursa-pastoris*), and group SCh received a diet with 2.5% of a mixture of *Chlorella* and *Spirulina platensis*. The results showed that the dietary supplements used had a statistically significant effect on the mineral content in rabbit meat samples. The phosphorus content in meat was significantly lower in the SB group compared to the control group (-44 mg/100 g of meat; $p < 0.05$). The SCh group showed lower sodium content ($p < 0.05$) compared to the control group. Furthermore, a highly significant decrease in manganese content ($p < 0.01$) was found in the SCh group. The results indicate that targeted supplementation of the feed ration with appropriately selected phytoadditives can lead to changes in the mineral content of rabbit meat.

Key words: herbal compounds; mineral profile; *musculus longissimus dorsi*

Úvod

V České republice nadále přetrvává jak tradiční chov králíků v malochovech, tak na komerčních farmách. Chov brojlerových králíků má u nás dlouholetou historii (Zadina a kol., 2012). Podle údajů za období 2022/2021 došlo k poklesu počtu chovaných králíků v malochovech. Podobná tendence byla zaznamenána i u faremního chovu králíků, kde počet králíků klesl přibližně na 293 tisíc kusů (Kupcová a Leiblová, 2023).

Králičí maso se vyznačuje vysokým obsahem bílkovin, nízkým obsahem tuku a cholesterolu a také vysokým zastoupením n-3 polynenasycených mastných kyselin. Králičí maso neobsahuje kyselinu močovou a má nízký obsah purinů i sodíku (Na). Díky těmto nutričním vlastnostem je králičí maso doporučováno jako součást prevence kardiovaskulárních onemocnění. Zároveň je významným zdrojem makroprvků a stopových prvků, a jeho konzumace tak přispívá k dennímu příjmu těchto důležitých živin ve stravě (Gál et al., 2022; Hermida et al., 2006).

Z důvodu zákazu používání antibiotik jako stimulátorů růstu a pro preventivní účely v kompletních krmných směsích určených pro výkrm brojlerových králíků a dalších hospodářských zvířat je v současnosti věnována zvýšená pozornost výzkumu bylinných alternativ. Tyto přírodní doplňky jsou zkoumány z hlediska jejich vlivu na celkový zdravotní stav zvířat, jatečnou výtěžnost, kvalitu masa a další produkční i zdravotní ukazatele brojlerových králíků (Al-Soufi et al., 2022). V konvenčních chovech se v posledních letech upřednostňuje suplementace rostlinnými aditivy s antimikrobiálními a antioxidačními vlastnostmi, a to zejména proto, že mají pozitivní vliv na zdraví a fyziologii zvířat. Některé z nich mají také prebiotické účinky a jejich hlavní výhodou je to, že nezanechávají rezidua v mase (Chrastinová et al., 2013).

Mezi perspektivní dietární komponenty, které nacházejí uplatnění ve výživě brojlerových králíků, patří řasy a sinice. Díky svým prokázaným antioxidačním vlastnostem se předpokládá jejich pozitivní dopad na zdraví králíků. Sinice *Spirulina platensis* je cenným zdrojem plnohodnotných bílkovin, jelikož obsahuje všechny esenciální aminokyseliny, dále obsahuje esenciální mastné kyseliny, vitamíny (thiamin, riboflavin, pyridoxin, vitaminy A, D a E) a minerální látky (Ca, K, Cu, Mn, Fe, P, Mg). *Spirulina* je také známá pro svou vysokou stravitelnost (Basuini et al., 2023; ElSawy et al., 2025). Sušená řasa *Chlorella* obsahuje až 50–60 % bílkovin, což je srovnatelné s obsahem bílkovin v sójové mouce, mléce nebo kvasnicích. *Chlorella* dále obsahuje fytopigmenty, minerály, provitamíny a vitamíny (Basuini et al., 2023).

Další rostlinou s antioxidačním působením, u níž se předpokládá pozitivní vliv na produkční ukazatele, je artyčok obecný (*Cynara scolymus*). Mezi jeho hlavní bioaktivní složky patří cynarin, flavonoidy a fenolové kyseliny. Bylo prokázáno, že suplementace moučky z listů artyčoku do krmiv pro brojlerová kuřata měla statisticky průkazný pozitivní vliv na jejich užitkovost (Martínez et al., 2017; Tajodini et al., 2015; Zaker-Esteghamati et al., 2020).

Významným zdrojem biologicky aktivních látek jsou také další byliny s prokázanými léčivými, antimikrobiálními a antioxidačními účinky. Máta peprná (*Mentha piperita*) stimuluje syntézu žlučových kyselin, což má příznivý účinek na trávení a vstřebávání lipidů. Zároveň zvyšuje sekreci pankreatických enzymů a aktivitu trávicích enzymů (Dalle Zotte et al., 2016). Ve studii Plachá et al. (2013) bylo potvrzeno, že přidavek esenciálního oleje z tymiánu (*Thymus vulgaris*) posiluje střevní bariéru a omezuje růst patogenních bakterií ve střevě. Fenykl obecný (*Foeniculum vulgare*) je známý pro své příznivé účinky při gastrointestinálních potížích a používá se také jako stimulant laktace (Omer et al., 2013). Podle studie Al-Snafi (2015) vykazuje kokoška pastuší tobolka

(*Capsella bursa-pastoris*) řadu významných biologických účinků, včetně antimikrobiálního, protizánětlivého, antioxidačního, hepatoprotektivního a antikarcinogenního působení. Plody šípku (*Rosa canina*) jsou bohaté na vitamíny (zejména vitamín C) a fenolické sloučeniny. Kyselina askorbová má antioxidační, imunomodulační a antikarcinogenní účinky, dále se podílí na syntéze některých hormonů a neurotransmiterů (Selahvarzian et al., 2018).

Cílem této práce bylo vyhodnotit vliv diet obohacených o přírodní fytoaditiva na obsah vybraných makroprvků (K, Na, Ca, Mg, P) i stopových prvků (Cu, Mn, Fe, Zn) v mase brojlerových králíků HYLA.

Materiál a metodika

Do krmivářského pokusu bylo celkem vybráno 40 jedinců mladých odstavených králíků HYLA. Ve věku 35 dní byli králíci rozděleni do čtyř hmotnostně vyrovnaných skupin. V každé skupině bylo vždy po 10 jedincích. Po jejich individuálním označení pomocí permanentního fixu do obou ušních boltců byli králíci umístěni po dvojicích do standardních konvenčních klecí. Po přípravném týdnu, kdy se králíci adaptovali na novou krmnou dávku, následovalo pětítýdenní období adlibitního zkrmování obohacených krmných směsí.

- Králíci v kontrolní skupině (K; $n=10$) po celou dobu přijímali základní kompletní krmnou směs (KKS) bez přidávaných fytoaditiv.
- Druhá skupina králíků (A; $n=10$) byla krmena KKS obohacenou o 2,5% přídavek sušených listů artyčoku (*Cynara scolymus*).
- Třetí skupina králíků (SB; $n=10$) přijímala KKS obohacenou o 2,5% přídavek směsi pěti bylin (v dílčím zastoupení 0,5 % každé z následujících bylin: *Thymus vulgaris*, *Mentha piperita*, *Foeniculum vulgare*, *Rosa canina*, *Capsella bursa-pastoris*).
- Čtvrtá skupina králíků (SCh; $n=10$) byla krmena KKS obohacenou o 2,5% přídavek směsi řas a sinic (v dílčím zastoupení 1,25 % prášku řas rodu *Chlorella* a 1,25 % prášku sinic rodu *Spirulina platensis*).

Ve věku 80 dní byli všichni králíci poraženi dle požadavků národní legislativy. Průměrná hmotnost jatečně upravených těl byla v rozmezí 2459 g až 2624 g. Po porážce následovala úprava jatečných těl za použití metodiky dle Blasca a Ouhayouna (1993).

Celkem bylo odebráno 20 vzorků *musculus longissimus dorsi* z jatečně upravených těl králíků, a to vždy o hmotnosti 100 g. Vzorky byly odebrány bezprostředně po porážce všech králíků. Všechny vzorky byly po odběru uloženy do označených polyethylenových sáčků a umístěny do přenosné lednice, ve které byla nastavena teplota na 4 °C. Nakonec byly všechny vzorky zamrazeny a skladovány při teplotě -20 °C až do doby analýzy.

V laboratoři proběhla analýza stanovení prvků metodou plamenové atomové absorpční spektrometrie (FAAS) na přístroji Agilent Technologies 200 Series AA.

Makroprvky jsou měřeny při těchto vlnových délkách:

- K 766,5 nm;
- Na 589,6 nm;
- Ca 422,6 nm;
- Mg 258,2 nm.

Pro prvky s intenzivním signálem jako jsou K, Na a Mg, je hořák pootočen kolmo na optickou osu. Pro ostatní prvky platí, že je šterbinový hořák umístěn v optické ose přístroje.

Stopové prvky jsou měřeny při vlnových délkách:

- Cu 324,8 nm;
- Mn 279,5 nm;
- Fe 248,3 nm;
- Zn 213,8 nm.

Obsah celkového fosforu byl stanoven pomocí spektrofotometru Helios α .

Získaná data byla následně statisticky vyhodnocena pomocí softwaru STATISTICA CZ verze 10 za využití jednofaktorové ANOVY a *post hoc* Fisherova LSD testu.

Výsledky a diskuze

Vliv použitých diet obohacených o zvolené alternativní krmné doplňky na obsah minerálních prvků v mase vykrmených brojlerových králíků je uveden v Tabulce 1.

Tabulka 1: Obsah minerálních prvků v mase brojlerových králíků s ohledem na dietární skupinu (průměr $\pm$ SEM v původní hmotě)

MP (g/kg)	Dietární skupina										<i>p</i>		
	K			A			SB			SCh			
	x	±	SEM	x	±	SEM	x	±	SEM	x		±	SEM
P	2,29 ^b	±	0,048	2,07	±	0,077	1,85 ^a	±	0,165	1,90	±	0,199	0,035
K	3,34	±	0,076	3,40	±	0,087	3,26	±	0,059	3,35	±	0,049	n.s.
Na	0,69 ^b	±	0,015	0,63	±	0,037	0,61	±	0,032	0,57 ^a	±	0,020	0,011
Ca	0,09	±	0,019	0,07	±	0,019	0,10	±	0,016	0,09	±	0,024	n.s.
Mg	0,25	±	0,013	0,23	±	0,005	0,24	±	0,004	0,25	±	0,004	n.s.

MP

(mg/kg)

Cu	0,26	$\pm$	0,026	0,23	$\pm$	0,032	0,26	$\pm$	3,246	0,24	$\pm$	0,021	n.s.
Fe	11,77	$\pm$	0,967	11,09	$\pm$	1,541	15,27	$\pm$	0,361	9,75	$\pm$	0,964	n.s.
Mn	0,34	$\pm$	0,130	0,20 ^a	$\pm$	0,125	0,87 ^{B,b}	$\pm$	0,361	0,08 ^A	$\pm$	0,036	0,002
Zn	11,79	$\pm$	0,826	12,04	$\pm$	0,645	11,20	$\pm$	0,362	11,51	$\pm$	1,099	n.s.

MP, minerální prvky; K, kontrolní skupina; A, 2,5% přídavek sušeného listu artyčoku; SB, přídavek bylin v dílčím zastoupení po 0,5 %; SCh, 1,25% přídavek spiruliny a 1,25% přídavek chlorelly; ^{a,b} průměry s odlišnými indexy se průkazně liší ($p < 0,05$); ^{A,B} průměry s odlišnými indexy se průkazně liší ($p < 0,01$); .n.s., neprůkazné ($p > 0,05$).

Králíčí maso představuje nutričně zajímavý druh masa s vynikajícími dietetickými vlastnostmi, zejména díky příznivému složení dusíkatých látek, nízkému obsahu tuku, ale také obsahu vybraných minerálních látek. Minerální látky v mase patří mezi standardně stanovované ukazatele jatečné hodnoty a ovlivňují kulinářské využití masa pro specifické skupiny konzumentů (Hernández a Dalle Zotte, 2010). Průměrné hodnoty minerálního profilu vybraných prvků v králíčím mase zjištěné v této studii jsou v souladu s předchozími výsledky, a to s ohledem na genetický typ králíků, věk při porážce, typ svalu a management výkrmu (Hermida et al., 2006; Dalle Zotte a Szendrő, 2011; Gál et al., 2022).

Ve srovnání s jinými druhy masa má králičí maso vyšší obsah fosforu, přičemž konzumace 100 g králičího masa může pokrýt až jednu třetinu doporučené denní potřeby tohoto prvku (Hermida et al., 2006). V naší studii byl obsah fosforu v králičím mase statisticky průkazně nižší u skupiny králíků krmených dietou s přídavkem směsi pěti bylin, a to o 44 mg/100 g masa ve srovnání s kontrolní skupinou ($p < 0,05$). Podobné průkazné snížení obsahu fosforu v králičím mase zaznamenali Pogány Simonová et al. (2022) při obohacení diety o extrakt z jiné byliny, konkrétně šalvěje lékařské.

Nízký obsah sodíku je obecně jedním z důvodů, proč je králičí maso doporučováno osobám s hypertenzí. Maso králíků krmených dietou obohacenou o přídavek směsi spiruliny a chlorelly vykazovalo průkazně sníženou koncentraci sodíku (-17 %) ve srovnání s masem králíků z kontrolní skupiny ($p < 0,05$).

Obsah manganu byl vysoce průkazně snížen ($p < 0,01$) v mase králíků krmených dietou s přídavkem spiruliny a chlorelly. Značný redukční účinek spiruliny na obsah těžkých kovů v mase králíků byl prokázán ve studii Tytariova et al. (2022), přičemž lze předpokládat, že toto dietární zařazení zřejmě ovlivňuje také námi sledovaný obsah manganu.

Závěr

Lze konstatovat, že zvolené alternativní krmné doplňky, které obohatily kompletní krmné směsi, měly statisticky průkazný vliv na obsah vybraných minerálních prvků v mase vykrmovaných mladých králíků. Pro hlubší porozumění účinkům těchto krmných komponentů na zdravotní stav králíků, jejich produkční ukazatele a jatečnou hodnotu bude žádoucí realizovat rozšiřující práce na větším počtu faremně chovaných králíků, a to s důrazem na optimalizaci přídavku těchto alternativních rostlinných složek v dietách.

Literatura

- Al-Snafi, A.E. 2015. The Chemical Constituents and Pharmacological Effects of *Capsella bursa-pastoris*—A Review. *International Journal of Pharmacology and Toxicology*, vol. 5, no. 2, pp.76-81.
- Al-Soufi, S., García, J., Muinos, A., López-Alonso, M., 2022. Marine Macroalgae in Rabbit Nutrition—A Valuable Feed in Sustainable Farming. *Animals*, vol. 12, no. 18, p. 2346.
- Blasco, A., Ouhayoun, J., 1993. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World Rabbit Science*, vol. 4, pp. 93–99.
- Dalle Zotte, A., Celia, C., Szendrő, Zs. 2016. Herbs and spices inclusion as feedstuff or additive in growing rabbit diets and as additive in rabbit meat: A review. *Livestock Science*, vol. 189, pp. 82-90. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.04.024>
- Dalle Zotte, A., Szendrő, Z., 2011. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*, vol. 88, p. 319-331. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.017>
- El Basuini, M.F., Khat tab, A.A.A., Hafsa, S.H.A., Teiba, I.I., Elkassas, N.E.M., El-Bilawy, E.H., Dawood, M.A.O., Atia, S.E.S. 2023. Impacts of algae supplements (*Arthrospira* & *Chlorella*) on growth, nutrient variables, intestinal efficacy, and antioxidants in New Zealand white rabbits. *Scientific Reports*, vol. 13, p. 7891. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34914-1>
- Elsawy, M., Ahmed, M., Emam, A., Gharib, M., Ahmed, N., Ahmed, A., Tammam, A. 2025. Productive, Physiological and Economic Evaluation of Supplementing Fattening Rabbit Diets with *Spirulina platensis*. *Egyptian Journal of Rabbit Science*, vol. 35, no. 2, pp. 143-159. <https://doi.org/10.21608/ejrs.2025.443961>

- Gál, R., Zapletal, D., Jakešová, P., Straková, E. 2022. Proximate chemical composition, amino acids profile and minerals content of meat depending on carcass part, sire genotype and sex of meat rabbits. *Animals*, vol. 12, no. 12, p. 1537. doi: <https://doi.org/10.3390/ani12121537>
- Hermida, M., Gonzalez, M., Miranda, M., Rodríguez-Otero, J.L. 2006. Mineral analysis in rabbit meat from Galicia (NW Spain). *Meat Science*, vol. 73, no. 4, pp. 635-639. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.03.004>
- Hernández, P., Dalle Zotte, A. 2010. Influence of diet on rabbit meat quality. In: *Nutrition of the rabbit*, 2. vyd., CABI, p. 163-178.
- Chrastinová, L., Chrenková, M., Lauková, A., Poláčiková, M., Simonová, M., Szabóová, R., Strompfová, V., Ondruška, L., Chlebec, I., Parkányi, V., Rafay, J., Vasilková, Z. 2010. Influence of selected phytoadditives and probiotics on zootechnical performance, caecal parameters and meat quality of rabbit. *Archiva Zootechnica*, vol. 13, no. 2, pp. 30-35.
- Kupcová, L., Leiblová, J. 2023. Současná situace v chovu králíků v ČR. Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků. In: XVII. celostátní seminář, Praha, s. 6-10.
- Martínez, G., Diéguez, S. N., Rodríguez, E., Decundo, J. M., Romanelli, A., Fernández Paggi, M. B., Pérez Gaudio, D.S., Amanto, F.A., Soraci, A. L. 2018. Effect of *Cynara scolymus* and *Silybum marianum* extracts on bile production in pigs. *Journal of Applied Animal Research*, vol. 46, no. 1, pp. 1059–1063. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1456441>
- Omer, H.A.A., El-Nomeary, Y.A.A., El-Kady, R.I., Azza Badr, M.M., Ali, F.A.F., Ahmed Sawsan, M., El-Allawy, H.M.H., Ibrahim, Sh.A.M. 2013. Improving the utilization of rabbit diets containing vegetable oil by using fennel (*Foeniculum vulgare*) and oregano (*Origanum vulgare* L) as feed additives. *Life Science Journal*, vol. 10, no. 1, pp. 2625-2636.
- Placha, I., Chrastinova, L., Laukova, A., Cobanova, K., Takacova, J., Strompfova, V., Chrenkova, M., Formelova, Z., Faix, S. 2013. Effect of thyme oil on small intestine integrity and antioxidant status, phagocytic activity and gastrointestinal microbiota in rabbits. *Acta Veterinaria Hungarica*, vol. 61, no. 2, pp. 197-208. <https://doi.org/10.1556/avet.2013.012>
- Pogány Simonová, M., Chrastinová, L., Lauková, A. 2022. Enterocin 7420 and sage in rabbit diet and their effect on meat mineral content and physico-chemical properties. *Microorganisms*, vol. 10, no. 6, p. 1094. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061094>
- Selahvarzian, A., Alizadeh, A., Amanolahi Baharvand, P., Eldahshan, O.A., Rasoulilian, B. 2018. Medicinal Properties of *Rosa canina* L. *Herbal Medicines Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 77-84. doi:10.22087/hmj.v0i0.615
- Tajodini, M., Saeedi, H. R., Moghbeli, P. 2015. Use of black pepper, cinnamon and turmeric as feed additives in the poultry industry. *World's Poultry Science Journal*, vol. 71, no. 1, 175–183. doi:10.1017/S0043933915000148
- Tytariova, O., Cherniavskyi, O., Kuzmenko, O., Blyzniuk, M. 2022. Influence of *Spirulina platensis* in the composition of feed on the content of heavy metals in rabbit meat. *Animal Husbandry and Processing*, no. 1, pp. 13-19. doi: 10.33245/2310-9289-2022-170-1-13-19
- Zaker-Esteghamati, H., Seidavi, A., Bouyeh, M. 2020. Effect of *Cynara scolymus* and its derivatives on broilers: an updated review. *Animal Biotechnology*, vol. 32, no. 5, pp. 656–662. <https://doi.org/10.1080/10495398.2020.1737097>

Zadina, J., Hejlíček, K., Mach, K., Majzlík, I., Skřivanová, V. 2012. *Chov králíků, třetí vydání*. Nakladatelství Brázda, Praha.

Poděkování

Práce byla finančně podpořena z institucionálních prostředků Ústavu chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, FVHE VETUNI Brno.

Tato práce byla dále realizována v rámci spolupráce se společností LIMARA Plus, s.r.o., a Farmou Kočárovi s.r.o.

Kontaktní adresa

MVDr. Klára Poláková, Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: polakovak@vfu.cz

Vliv zpracování vzorků na výtěžnost N-acetylglukosaminu *Effect of Sample Processing on the Yield of N-acetylglucosamine*

Pospiech, M., Bartlová, M., Javůrková, Z., Tremlová, B.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Využití hmyzu v potravinářství je v EU na vzestupu, avšak doposud neexistuje referenční metoda na jeho průkaz. V článku byly ověřeny dvě deacetylační techniky pro zvýšení výtěžnosti chitinu, který se stanovoval metodou ELLA. Nejvyšší výtěžnost byla dosažena u nedeacetylovaných vzorků a to 99,62 % při koncentraci chitinu 2,5 mg/ml. S ohledem na vysokou SD je ale vhodnější dosáhnout nižších koncentrací chitinu vhodným ředěním. Při koncentraci 0,05 mg/ml chitinu byla výtěžnost 96,71 % s nízkou SD 4,66. Deacetylační techniky měly 10násobně nižší výtěžnost a nelze je tedy doporučit pro analýzu obsahu N-acetylglukosaminu jakožto indikátoru přítomnosti hmyzu v potravinách.

Klíčová slova: *jedlý hmyz, ELLA, lektin, falšování potravin*

Abstract

The use of insects in food production is on the rise within the European Union, where no official reference method for their detection currently exists. This study evaluated two deacetylation techniques aimed at increasing chitin yield for quantification via the ELLA method. The highest yield was observed in non-deacetylated samples, reaching 99.62% at a chitin concentration of 2.5 mg/ml. However, due to the high standard deviation, lower chitin concentrations achieved through appropriate dilution are preferable. At a concentration of 0.05 mg/ml, the yield was 96.71% with a low standard deviation of 4.66. The deacetylation techniques resulted in yields approximately ten times lower and are therefore not recommended for the analysis of N-acetylglucosamine content as an indicator of insect presence in food products.

Key words: *edible insects, ELLA, lectin, food adulteration*

Úvod

Používání hmyzu v potravinářství je na vzestupu. Umožňuje to jak změna legislativy, kdy využití některých druhů hmyzu je podle nařízení o nových potravinách povoleno (EU 2015), tak i obecná popularita těchto produktů roste. Za hlavní důvody rozšíření využívání jedlého hmyzu v potravinářství patří nižší uhlíková stopa, výroba splňující udržitelné hospodaření a také změna stravovacích návyků společnosti s odklonem od konzumace masa. Jako vedlejší produkt při zpracování hmyzu, a častěji také korýšů, je chitin. Chitin se v potravinářství nevyužívá kvůli své nízké rozpustnosti. Z tohoto důvodu se upravuje deacetylačními technikami, čímž vzniká lépe rozpustná forma chitinu, která se nazývá chitosan (Zargar et al., 2015).

V EU není zatím zavedena jednotná metoda pro průkaz hmyzu v potravinách. V současnosti je publikována řada metod umožňujících průkaz hmyzu v potravinách, jako jsou ATR-FTNIR, PCR či elektroforetické metody (Kvasnička et al., 2023; Köppel et al., 2019; Foschi et al., 2022). V rámci kolektivu autorů byla vyvinuta screeningová metoda založená na specifické vazbě lektinů na N-acetyrylglukosamin (Pospiech et al., 2024). Cílem této studie bylo ověřit možnosti zvýšení výtěžnosti průkazu N-acetyrylglukosaminu pomocí techniky deacetylce chitinu.

Materiál a metodika

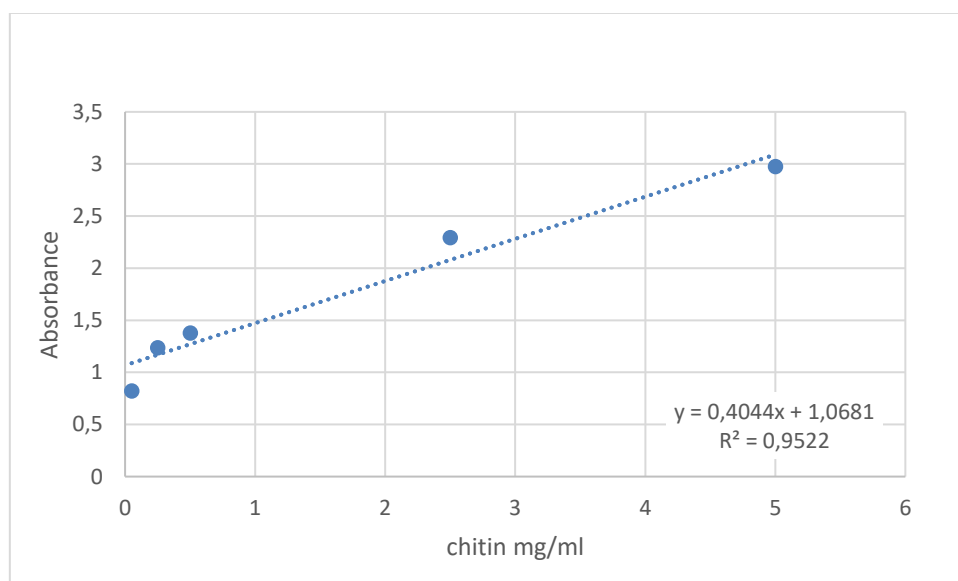
Vzorek standardu chitinu (Merck, USA) byl připravený v koncentracích 5,0 - 0,05 mg/ml. Deacetylované vzorky byly připraveny pomocí 4 M HCl a 20 M NaOH. Deacetylace probíhala při 96 °C po dobu 17 hodin. Vzorky pro deacetylaci byly připraveny v koncentracích 5,0 - 0,05 mg/ml v celkovém množství 10 ml. Všechny vzorky byly připraveny a měřeny v duplikátech.

ELLA metoda byla provedena podle (Pospiech et al. 2024). Mikrotitrační destička byla potažena nebiotinylovaným WGA lektinem (Vector laboratories, USA) přes noc. Následně byl inkubován standard chitin, chitin HCL a chitin NaOH přes noc. Po inkubaci byl inkubován vzorek 1 hodinu s biotinylovaným WGA lektinem (Vector laboratories, USA). Následně byl použit avidin-biotinový komplex s HRP peroxidázou (Vector laboratories, USA), který byl zobrazen pomocí chromogenu TMB (Vector laboratories, USA). Mezi jednotlivými kroky byly vzorky promývány 3x promývacím pufrem (PBS + Tween).

Data byla statisticky zpracována v programu Excel 2016 (Microsoft, USA).

Výsledky a diskuse

Pro výpočet dosažené koncentrace byl použit výpočet podle kalibrační křivky (Graf 1). Kalibrační závislost je v souladu s dříve dosaženými výsledky (Pospiech et al., 2024) a pohybuje se ve standardních rozmezích pro ELISA metody (Lin et al., 2024).



Graf 1: Kalibrační křivka pro standard chitin

Dosažené hodnoty pro chitin, chitin HCL a chitin NaOH byly přepočteny na koncentraci a následně jsou vyjádřeny jako výtěžnost pro jednotlivé metody (Tabulka 1). Výtěžnost je důležitým parametrem pro hodnocení laboratorních metod (Barwick et al., 2024). Nejvyšší výtěžnost byla dosažena u 2,5 mg/ml chitinu a to 99,62 %. I přes vysokou výtěžnost byl u této koncentrace zaznamenán vysoký rozptyl, kdy SD byla 30,12. Výborný výsledek byl dosažena také u 0,05 mg/ml chitinu, kde byla výtěžnost 96,71 % přičemž SD byla 4,66. Podle doporučení AOAC by se opakovatelnost měla pohybovat pod 20 % (Godefroy et al., 2018).

Metodu lze tedy doporučit pro nižší koncentrace chitinu v potravinách nebo je nutné využívat dostatečného ředění v rámci doporučených rozmezí kalibrační křivky.

U vzorků po deacetylaci, tedy vzorků s označením chitinu HCl a chitinu NaOH, byla dosažena výtěžnost řádově 10násobně nižší (Tabulka 1).

Tabulka 1: Výtěžnost extrakčních metod

Koncentrace chitinu (mg/ml)	Chitin mg/ml	Chitin HCl mg/ml	Chitin NaOH mg/ml
5	72,16 ± 31,18	4,59 ± 0,20	5,04 ± 0,02
2,5	99,62 ± 30,12	9,56 ± 0,52	10,04 ± 0,04
0,5	71,28 ± 16,79	3,51 ± 0,48	4,21 ± 0,00
0,25	60,10 ± 16,16	2,49 ± 0,40	3,28 ± 0,01
0,05	96,71 ± 4,66	13,70 ± 0,68	16,27 ± 0,38

Nízká výtěžnost u deacetylačních technik (chitin HCl a chitin NaOH) poukazuje na to, že dochází k rozkladu makromolekuly chitinu. Lze se tedy domnívat, že při promývání mikrotitrační destičky a také filtraci vzorků, dochází k velkým ztrátám N-acetylglukosaminu, který byl převeden z nerozpustné formy na formu rozpustnou. Toto zjištění je však překvapivé, protože bylo předpokládáno, že dojde k deacetylaci chitinu na jeho rozpustnou formu chitosan a ne na jednotlivé monomerní jednotky N-acetylglukosaminu. Po deacetylaci dochází ke změně velikosti polymeru chitinu, který má kolem 1000 kDa, na polymery o velikosti 26-300 kDa (Hahn et al., 2020). Tato velikost by byla stále dostatečná pro průkaz pomocí ELLA metody. V některých případech, zejména při působení vyšších deacetylačních teplot, byla zaznamenána ještě menší velikost chitosanových polymerů, a to 3-97 kDa (Erdogan a Kaya, 2016). Zajímavým zjištěním ale je, že všechny deacetylační techniky měly malé rozdíly mezi jednotlivými měřeními, což je zřejmé z nízké SD.

Závěr

Z výsledků vyplývá, že výtěžnost ELLA metody pro N-acetylglukosamin ze standardu chitinu, byla nejvyšší u koncentrace 2,5 mg/ml v nezpracovaném vzorku. Vysoká výtěžnost byla ale i u nižších koncentrací 0,5-0,05 mg/ml, kde ještě byla nižší chybovost měření vyjádřená jako SD. Pro ELLA metodu lze tedy doporučit ředit vzorky tak, aby se koncentrace chitinu pohybovala kolem 0,05-2,5 mg/ml. Zvýšení determinovaného N-acetylglukosaminu pomocí hydrolýzy HCL a NaOH nebyla potvrzena. Tento způsob zpracování vzorků je časově náročný a zvyšuje nároky na provedení metody.

Literatura

- Barwick, V., Červený, V., Klokočnicková, E., Kříženecká, S., Milde, D., Nižnanská, A., Plzák, Z., Rippelová, V., Vilímc, J. 2024. *Kvalimetrie* 29. editoval Plzák Zbyňek a Milde David. Ústí nad Labem: Eurachem-ČR.
- Erdogan, S., Kaya, M. 2016. High similarity in physicochemical properties of chitin and chitosan from nymphs and adults of a grasshopper. *International Journal of Biological Macromolecules*. vol. 89, pp. 118–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.04.059>
- EU. 2015. NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2015/2283 ze dne 25. listopadu 2015 o nových potravinách, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 a o zrušení nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č.

258/97 a nařízení Komise (ES) č. 1852/2001. *Úřední věstník Evropské unie*. 2015, roč. 58, č. L 327, s. 1–22.

Foschi, M., D'Addario, A., Antonio D'Archivio, A., Biancolillo, A. 2022. Future foods protection: Supervised chemometric approaches for the determination of adulterated insects' flours for human consumption by means of ATR-FTIR spectroscopy. *Microchemical Journal*, vol. 183. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2022.108021>

Godefroy, S., Yeung, J., Alborno, G., Almy, D., Green, A. B., Bhandari, S., Brown, R., da Costa, P., Digonnet, V., Doi, H., Dubois, A., Garber, E., Geng, T., Gilboa-Geffen, A., Goodwin, P., Haas-Lauterbach, S., Indyk, H., Kavolis, D., Koerner, T., ... Yang, J. 2018. Standard Method Performance Requirements (SMPRs®) 2018.003: Quantitation of Milk by ELISA-Based Methods. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, vol. 101, no. 4, pp. 1276–78. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.smp2018.003>

Hahn, T., Tafi, E., Paul, A., Salvia, R., Falabella, P., Zibek, S. 2020. Current state of chitin purification and chitosan production from insects. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology* vol. 95, no. 11, pp. 2775–95. <https://doi.org/10.1002/jctb.6533>

Köppel, R., Schum, R., Habermacher, M., Sester, C., Piller, L. E., Meissner, S., Pietsch, K. 2019. Multiplex real-time PCR for the detection of insect DNA and determination of contents of *Tenebrio molitor*, *Locusta migratoria* and *Achaeta domestica* in food. *European Food Research and Technology*, vol. 245, no. 3, pp. 559–67. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-03225-5>

Kvasnička, F., Kouřimská, L., Bleha, R., Škvorová, P., Kulma, M., Rajchl, A. 2023. Electrophoretic determination of chitin in insects. *Journal of Chromatography A*, vol. 1695, p. 463952. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2023.463952>

Lin, J.-F., Chang, K.-L., Hsieh, B.-S., Hu, Y.-C., Huang, E. S., & Yu, H.-S. 2024. Development of validated sandwich ELISA for detecting peanut allergen Ara h 3 in food. *Food Chemistry*, vol. 445, p. 138757. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138757>

Pospiech, M., Pečová, M., Bartlová, M., Javůrková, Z., Kopecká, A., Šebelová, K., Pospíšil, O., Kulma, M., Folke, J., Tremlová, B., Kouřimská, L., & Hajšlová, J. 2024. Development of Indirect Sandwich ELISA for Detection of Insects in Food. *Applied Science*, vol. 2024, no 14, p. 10794. <https://doi.org/10.3390/app142310794>

Zargar, V., Asghari, M., Dashti, A. A Review on Chitin and Chitosan Polymers: Structure, Chemistry, Solubility, Derivatives, and Applications. 2015. *ChemBioEng Reviews*, vol. 2, no. 3, pp. 204–226. <https://doi.org/10.1002/CBEN.201400025>

Poděkování: Tato práce vznikla za podpory Ministerstva zemědělství v rámci projektu ZEMĚ 2017-202 číslo QK23020101.

Kontaktní adresa

doc. MVDr. Matej Pospiech Ph.D., VETUNI, FVHE, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, E-mail: mpospiech@vfu.cz

Stanovení laktoferinu v buvolím mléce původem z České republiky *Determination of Lactoferrin in Buffalo Milk Produced in the Czech Republic*

Pospíšil, J.¹, Bartáková, K.¹, Králová, M.¹, Zábrodská, B.², Bursová, Š.¹

¹Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Česká republika

²Agrovýzkum Rapotín s.r.o., Česká republika

Souhrn

Obsah laktoferinu, podobně jako obsah laktózy a počet somatických buněk, má potenciální přínos pro detekci subklinických forem zánětu mléčné žlázy. Cílem našeho pokusu bylo stanovit obsah laktoferinu a posoudit případné korelační závislosti mezi uvedenými ukazateli v buvolím mléce. Celkem bylo analyzováno 17 individuálních vzorků buvolího mléka, pocházejících z produkce farmy ve středních Čechách. Detekce laktoferinu byla prováděna při 205 nm na přístroji Alliance 2695 s detektorem fotodiodového pole PDA 2996 (Waters Corporation, USA) za použití kolony Poroshell 300SB-C8 (Agilent Technologies, USA). Průměrný obsah laktoferinu ve sledovaném souboru činil $162 \pm 115 \text{ mg.l}^{-1}$, přičemž mezi vzorky odebranými v květnu a červnu nebyl prokázán statistický rozdíl. Obsah laktózy ani počty somatických buněk nevykazují statisticky významnou korelaci s obsahem laktoferinu.

Klíčová slova: počet somatických buněk, laktóza, mastitida, zánět mléčné žlázy

Abstract

The content of lactoferrin, similar to the content of lactose and the number of somatic cells, has a potential benefit for the detection of subclinical forms of mastitis. The aim of our experiment was to determine the content of lactoferrin and assess any correlation between the mentioned indicators in buffalo milk. A total of 17 individual samples of buffalo milk originating from the production of a farm in the Central Bohemian region were analyzed. The detection of lactoferrin was performed at 205 nm on an Alliance 2695 instrument with a PDA 2996 photodiode array detector (Waters Corporation, USA) using a Poroshell 300SB-C8 column (Agilent Technologies, USA). The average content of lactoferrin in the monitored sample set was $162 \pm 115 \text{ mg.L}^{-1}$, while no statistical difference was demonstrated between the samples collected in May and June. Neither the content of lactose nor the number of somatic cells show a statistically significant correlation with the content of lactoferrin.

Key words: somatic cell count, lactose, mastitis, udder inflammation

Úvod

Z pohledu kvality a bezpečnosti potravin jsou mastitidy jedním z nejvýznamnějších problémů v oblasti prvovýroby mléka. Během mastitid dochází ke změnám obsahu řady specifických látek, které tak mohou fungovat jako diagnostické markery mastitidy, včetně jejích subklinických forem. Mezi často sledované biomarkery mastitid patří počet somatických buněk (PSB), nebo např. elektrická konduktivita mléka; ke změnám dochází také v obsahu laktózy nebo specifických proteinů, jako jsou například laktoferin či amyloid A. Laktoferin vzhledem ke své antibakteriální, antivirové a imunomodulační aktivitě hraje důležitou roli při zánětu mléčné žlázy. Jeho obsah v mléce při mastitidě vzrůstá (Chakraborty et al., 2019; Singh et al., 2020; Tang et al., 2023). V poslední době

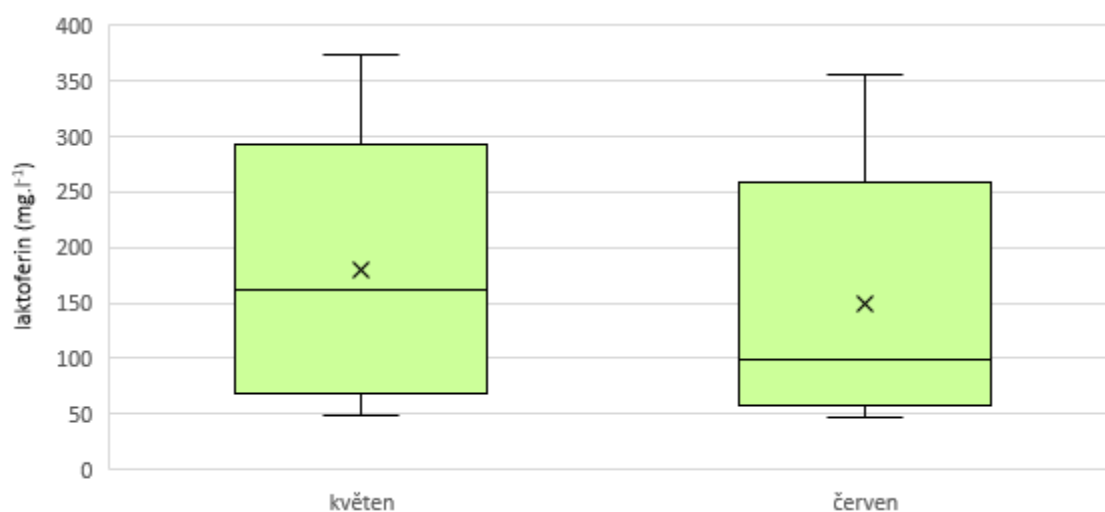
se mnoho autorů věnuje hledání korelačních vztahů mezi obsahem laktoferinu a dalších parametrů kravského mléka s potenciálem využití laktoferinu jako dalšího markeru mastitidy. Oproti tomu pro buvolí mléko, jehož konzumace a produkce je typická zejména pro asijský kontinent (Indie, Pákistán, Čína) a z evropských zemí je to zejména Itálie pro produkci sýrů, není mnoho dostupné literatury zabývající se uvedenými parametry. Cílem našeho pokusu bylo stanovení obsahu laktoferinu u buvolího mléka produkovaného v České republice a ověření, zda korelace s PSB a obsahem laktózy, platí i pro buvolí mléko.

Materiál a metodika

V rámci pokusu bylo za období květen až červen 2025 odebráno 17 individuálních vzorků buvolího mléka z farmy lokalizované ve středočeském kraji. Vzorek mléka byl před chromatografickou detekcí odtučněn, následně vysrážen přidavkem 10% kyseliny octové do bodu pH 4,6 a po odstředění syrovátky přefiltrován pomocí stříkačkového filtru o velikosti pórů 0,22 μm do vialky. Objem nástřiku vzorku z vialky na kolonu činil 5 μl . Laktoferin byl stanovován metodou vysoce účinné kapalinové chromatografie s gradientovou elucí, přičemž mobilní fáze byla tvořena směsí acetonitrilu, kyseliny trifluoroctové a vody. Průtok mobilní fáze kolonou činil 1,0 $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$ a kolonová sekce byla temperována na 50 °C. Měření bylo prováděno na přístroji Alliance 2695 (Waters Corporation, USA) s kolonou Poroshell 300SB-C8, 2,1 x 75 mm, 5 μm (Agilent Technologies, USA) a vlastní detekce analytu probíhala na detektoru fotodiodového pole PDA 2996 (Waters Corporation, USA) při 205 nm. Pro stanovení obsahu laktózy byla aplikována metoda infračervené spektrometrie s využitím přístroje MilkoScan Mars (Foss, Dánsko). Obsah somatických buněk byl stanoven na přístroji Fossomatic 90 (AIS N. Foss Electric, Dánsko). Statistická analýza naměřených dat byla prováděna v programech Excel 2023 (Microsoft, USA) a Unistat verze 6.5 (Unistat Ltd., GBR).

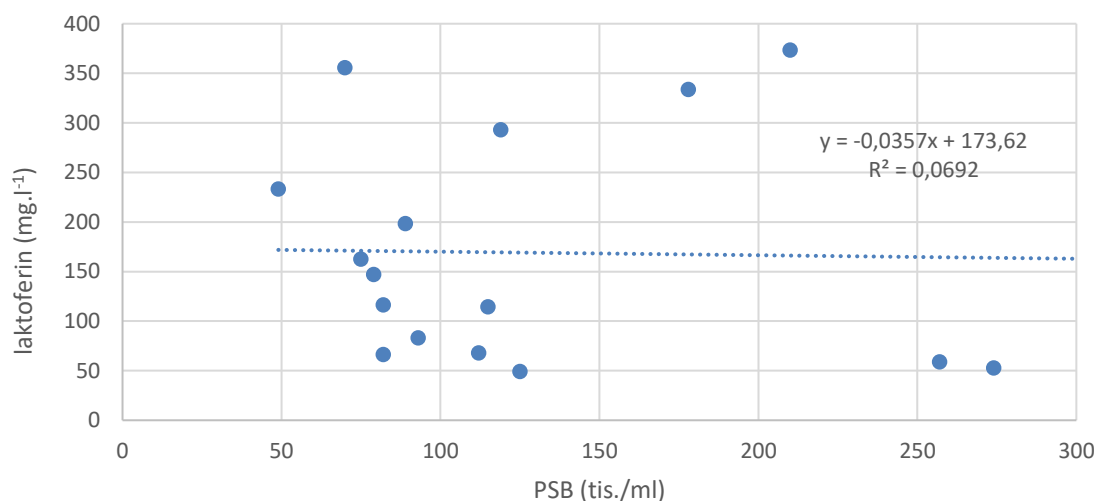
Výsledky a diskuze

Průměrný obsah laktoferinu ve sledovaném souboru činil $162 \pm 115 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, přičemž kolísal v rozmezí od 47 do 373 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Mezi koncentracemi z května a června nebyl prokázán statistický rozdíl, což je zřejmé z grafu 1.



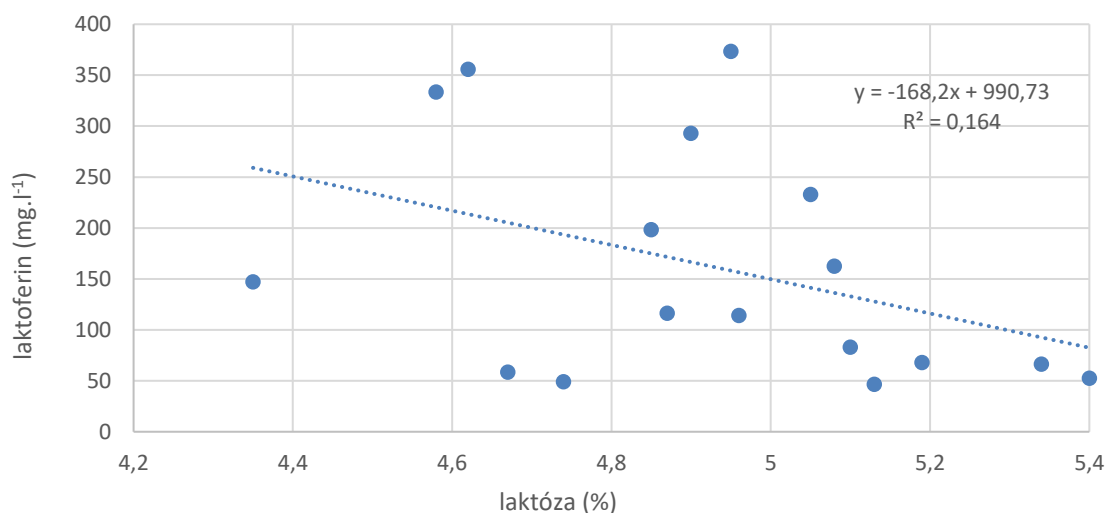
Graf 1: Srovnání obsahu laktoferinu v měsících odběru vzorků

Giacinti et al., (2013) uvádějí průměrnou koncentraci laktoferinu v buvolím mléce $332 \pm 165 \text{ mg.kg}^{-1}$, s rozptylem hodnot 30 - 813 mg.kg^{-1} , což po přepočtu činí $342 \pm 170 \text{ mg.l}^{-1}$ s rozptylem 31 až 837 mg.l^{-1} . Vyšší průměrnou i maximální naměřenou hodnotu v jejich práci lze přisoudit většímu zastoupení jedinců s vysokým skóre PSB indikujícím sub-klinickou ($> 2.10^5$) či klinickou ($> 1.10^6$) mastitidu a tedy nastupující imunitní reakci organismu, jejíž součástí je právě i zvýšení produkce laktoferinu. V naší práci pouze 3 vzorky přesáhly u parametru PSB hodnotu 2.10^5 .



Graf 2: Korelační závislost mezi obsahem laktoferinu a počtem somatických buněk (PSB) v buvolím mléce

Na rozdíl od kravského mléka, kde vědecká literatura uvádí statisticky významnou korelaci mezi počtem somatických buněk a obsahem laktoferinu (Tang et al., 2023), u námi analyzovaných vzorků buvolího mléka nebyla prokázána statisticky významná korelace mezi PSB a koncentrací laktoferinu, viz graf 2. Rovněž u koncentrace laktózy nebyl prokázán statisticky významný korelační vztah s obsahem laktoferinu, přestože lze pozorovat mírný klesající trend, viz graf 3.



Graf 3: Korelační závislost mezi obsahem laktoferinu a laktózy v buvolím mléce

Tyto výsledky jsou v rozporu s dostupnou literaturou, která pro kravské (Tang et al., 2023) i buvolí mléko (Giacinti et al., 2013) uvádí statisticky významnou pozitivní korelaci mezi obsahem laktoferinu a PSB a statisticky významnou negativní korelaci mezi obsahem laktoferinu a laktózy. Tento rozpor může být dán právě malým zastoupením mastitidních vzorků v našem pokusu, neboť právě u nich byl v práci Giacinti et al., (2013) prokázán nejsilnější korelační vztah.

Závěr

Průměrný obsah laktoferinu je nižší než v publikované vědecké literatuře. Mezi koncentracemi z května a června nebyl prokázán statistický rozdíl. Na rozdíl od literatury, která u kravského i buvolího mléka uvádí statisticky významnou korelaci PSB s obsahem laktoferinu, a obsahu laktózy s laktoferinem, u námi analyzovaných vzorků buvolího mléka nebyla prokázána statisticky významná korelace mezi PSB a koncentrací laktoferinu. Rovněž u koncentrace laktózy nebyl prokázán statisticky významný korelační vztah s obsahem laktoferinu. U nemastitidního mléka tedy nevykazují sledované parametry statisticky významný korelační vztah. Výsledky je třeba ověřit na větším počtu vzorků, zejména takových, u nichž je podezření na sub-klinickou mastitidu.

Literatura

- Giacinti, G., Basiricò, B., Ronchi, B., Bernabucci, U. 2013. Lactoferrin Concentration in Buffalo Milk. *Italian Journal of Animal Science*, vol. 12, no. 1. Article e23. <https://doi.org/10.4081/ijas.2013.e23>
- Chakraborty, S., Dhama, K., Tiwari, R., Yattoo, M., I., Khurana, S., K., Khandia, R., Munjal, A., Munuswamy, P., Kumar, M., A., Singh, M., Singh, R., Gupta, V., K., Chaicumpa, W. 2019. Technological interventions and advances in the diagnosis of intramammary infections in animals with emphasis on bovine population-a Review. *Veterinary Quarterly*, vol. 39, no. 1, pp. 76-94. <https://doi.org/10.1080/01652176.2019.1642546>
- Singh, A., P., Ramesha, K., P., Mir, M., A., Arya, A., Isloor, S. 2020. Variation in lactoferrin gene affects milk lactoferrin content and somatic cell count in murrah buffaloes. *Indian Journal of Animal Research*, vol. 54, no. 3, pp. 265-274. <https://doi.org/10.18805/ijar.B-3773>
- Tang, S., Zhang, L., J., Duan, G., X., Wu, L., W., Chen, J., Mo, N. Zhang, Z., W., Hu, W., H., Lv, Z., Y., Li, C., Z., Liu, L., J., Xu, H., Y., Hu, X. 2023. Variation of six bioactive milk proteins from milk from Chinese commercial dairy farms: Effect of season, farm, breed and udder health status. *International Journal of Dairy Technology*, vol. 76, no. 2, pp. 339-350. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12915>

Poděkování

Vznik příspěvku byl finančně podpořen z projektu Interní tvůrčí agentury VETUNI č. 2025ITA21.

Kontaktní adresa

Mgr. Jan Pospíšil, VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: pospisilj@vfu.cz

Výskyt rezistentných CoNS v primárnej produkcii potravín ako základ pre vývoj algoritmického modulu v integrovanom farmovom systéme

Occurrence of Resistant CoNS in Primary Food Production as a Foundation for Developing an Algorithmic Module Within an Integrated Farm System

Regecová, I.¹, Výrostková, J.¹, Pipová, M.¹, Kožárová, I.¹, Zigo, F.², Sláma, P.³, Bendowski, V.⁴

¹Department of Hygiene, Technology and Food Safety, University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Košice, Slovakia, ²Department of Animal Nutrition and Husbandry, University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Košice, Slovakia, ³Department of Animal Morphology, Physiology and Genetics, Faculty of Agri Sciences, Mendel University in Brno, Czech Republic, ⁴Division of Animal Nutrition, Institute of Animal Sciences, Warsaw University of Life Sciences, Poland

Súhrn

Antimikrobiálna rezistencia, najmä u rezistentných MR-CoNS, ako *S. chromogenes* a *S. warneri*, predstavuje riziko pre zdravie zvierat a bezpečnosť potravín. V štúdií boli preto analyzované vzorky mlieka, mäsa a sterov z prostredia, pričom izoláty boli identifikované PCR metódou a testované na citlivosť voči vybraným antibiotikám vrátane oxacilínu a detekcie *mecA* génu. Celkovo bolo potvrdených 115 izolátov CoNS, z toho 34 predstavovalo izoláty druhov *S. chromogenes* a *S. warneri*, 73% identifikovaných izolátov vykazovalo rezistenciu voči β-laktámom ako aj voči teikoplanínu (6%), gentamicínu (15%), erytromycínu (73%) a tetracyklínu (88%). Tieto výsledky tvoria základ pre vývoj algoritmického modulu v rámci integrovaného farmového systému, ktorý umožní monitorovanie zdravia hovädzieho dobytku a jeho cieleňú liečbu. Tento prístup podporuje udržateľnú a bezpečnú produkciu mlieka a mäsa a znižuje spotrebu antibiotík.

Kľúčové slova: *algoritmický modul, antimikrobiálna rezistencia, CoNS, integrovaný farmový systém*

Abstract

Antimicrobial resistance, particularly in resistant MR-CoNS such as *Staphylococcus chromogenes* and *Staphylococcus warneri*, poses a risk to animal health and food safety. Therefore, in this study, samples of milk, meat, and environmental swabs were analyzed. The isolates were identified using PCR and tested for susceptibility to selected antibiotics, including oxacillin and *mecA* gene detection. In total, 115 CoNS isolates were confirmed, of which 34 belonged to *S. chromogenes* and *S. warneri*. Among the identified isolates, 73% showed resistance to β-lactams, as well as to teicoplanin (6%), gentamicin (15%), erythromycin (73%), and tetracycline (88%). These results form the basis for the development of an algorithmic module within the integrated farm system, enabling the monitoring of cattle health and targeted treatment. This approach supports sustainable and safe milk and meat production while reducing antibiotic usage.

Key words: *algorithmic module, antimicrobial resistance, CoNS, integrated farm system*

Úvod

Antimikrobiálna rezistencia (AMR), často označovaná ako „tichá pandémia“, predstavuje rastúcu hrozbu pre verejné zdravie (Rehman et al., 2021). V centre pozornosti sú meticilín-rezistentné stafylokoky (MRS), pričom čoraz väčšiu úlohu tu zohrávajú meticilín-rezistentné koaguláza negatívne stafylokoky (MR-CoNS) (França et al. 2021). Tieto baktérie predstavujú riziko z dôvodu možnosti prenosu medzi zvieratami a ľuďmi prostredníctvom potravinového reťazca (Silva et al., 2022).

Medzi MR-CoNS patrí aj *Staphylococcus chromogenes*, izolovaný z mlieka a syrov, o ktorého rezistencii však existuje málo údajov (Eid et al., 2016). Presná identifikácia tohto druhu je preto nevyhnutná vzhľadom na jeho špecifický profil AMR (Clark et al., 2013). Ďalším významným CoNS je *Staphylococcus warneri*, ktorý je bežnou súčasťou mikrobioty ľudskej kože no v posledných rokoch sa stáva potenciálnym patogénom schopným vyvolávať infekcie (Azimi et al., 2020). Jeho schopnosť tvoriť biofilm a adhézne faktory prispieva k prežívaniu počas antibiotickej terapie (Seng et al., 2017). *S. warneri* sa často nachádza aj v potravinách živočíšneho pôvodu (mäso, v surové mlieko), kde jeho zdrojom je kontaminácia pri nesprávnej manipulácii s potravinami (El-Ashker et al., 2020). Niektoré izoláty tohto druhu nesú gény pre enterotoxíny a AMR podobne ako *S. aureus*, čo umožňuje ľahší prenos týchto génov do ľudskej mikroflóry (Becker et al., 2014; Fijalkowski et al., 2016).

Rezistencia baktérií je síce prirodzeným javom, ktorý existuje milióny rokov, avšak dnes predstavuje významný problém najmä pri MR-CoNS (Wright et al., 2007; Seng et al., 2017). MR-CoNS často odolávajú viacerým antibiotikám a biofilm zvyšuje ich schopnosť šíriť rezistentné gény aj cestou potravinového reťazca (Deyno et al., 2018).

Z dôvodu stále častejšieho šírenia AMR, Európska únia v stratégii „Z farmy na stôl“ stanovila cieľ znížiť spotrebu antibiotík v živočíšnej výrobe o 50 % do roku 2030 (Uznesenie Európskeho parlamentu 2023/2703). Dosiahnutie tohto cieľa si vyžaduje systematickú detekciu antimikrobiálne rezistentných mikroorganizmov, ako sú CoNS, už priamo v primárnej produkcii potravín. Izolácia a charakterizácia patogénov z mlieka, mäsa a prostredia vrátane posúdenia ich rezistencie tvorí základ pre vývoj rozhodovacích algoritmov v rámci integrovaných farmových systémov. Takéto algoritmické spracovanie dát umožňuje cielenejší manažment zdravia zvierat, optimalizáciu používania antibiotík a ekonomickejšie riadenie chovu.

Práve z toho dôvodu cieľom štúdie je detegovať rezistentné CoNS, ktoré poslúžia ako základ pri kreovaní algoritmického modulu antimikrobiálnej rezistencie, ktorý bude začlenený do Integrovaného farmového systému na farmách.

Materiál a metodika

Vzorky vyšetrované v danej štúdii pochádzali z hovädzieho dobytku, mlieka a bitúnku kde sa zvieratá z danej farmy porážajú. Odobrali sa dve vzorky stehennej svaloviny hovädzieho dobytku, 4 vzorky surového kravského mlieka a 2 vzorky sterov z náradia používaného pri jatočnom opracovaní. Z testovaných vzoriek bola pripravená zásobná suspenzia a ďalšie 10-násobné riedenia podľa STN ISO normy 6887-1(2017). Stafylokokové izoláty boli následne izolované podľa STN ISO normy 6888-1 (2021). Po izolácii boli jednotlivé kmene identifikované pomocou PCR metódy. Celková genomická DNA bola izolovaná podľa Sharmu et al. (2000). Získaný supernatant bol použitý ako zdroj DNA v PCR reakciách podľa Strommenger et al. (2003) s použitím primerov 16S1 a 16S2 (Amplia s.r.o, Slovensko). Pre identifikáciu získaných izolátov sa PCR amplicóny podrobili sekvenovaniu podľa Sangera komerčnou spoločnosťou (GATC Biotech AG,

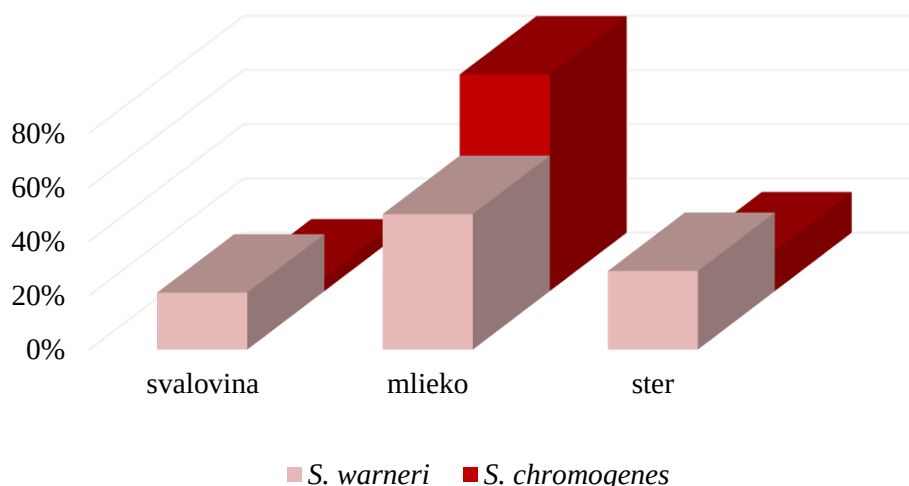
Nemecko a SEQme, Česká republika). Získané sekvencie boli porovnávané s dostupnými sekvenciami v databáze GenBank-EMBL, pomocou programu BLAST (softvérový balík NCBI).

Identifikované izoláty *S. chromogenes* a *S. warneri* sa podrobili testovaniu citlivosti voči vybraným antibiotikám pomocou mikrodilučnej metódy. Izoláty boli testované podľa postupu opísaného v dokumente CLSI (2021). U izolátov sa testovala citlivosť na oxacilín (OX), teikoplanín (TEC), gentamicín (GN), erytromycín (E), tetracyklín (TET).

Na potvrdenie MRS izolátov sa stanovila prítomnosť génu *mecA* podľa Poulsena a kol. (2003). Veľkosť konečného produktu tejto amplifikácie bola 527 bp. V tejto štúdii bol použitý, ako pozitívna kontrola, referenčný kmeň *S. aureus* CCM 4750 (Česká zbierka mikroorganizmov, Česká republika).

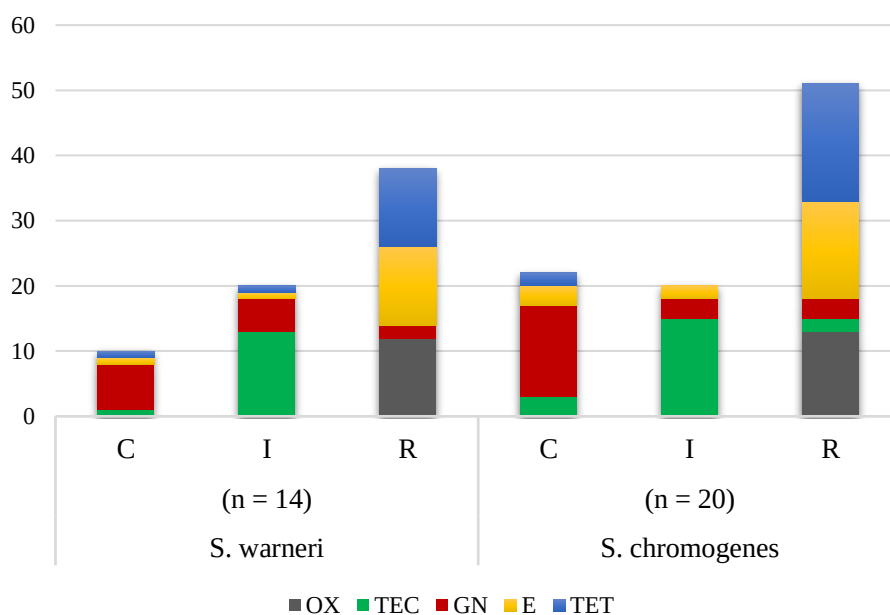
Výsledky a diskusia

Vplyv rezistentných CoNS na zdravie zvierat v potravinárskom priemysle a ich následné šírenie v potravinovom reťazci získal v poslednom desaťročí väčšiu pozornosť (Nickerson et al., 1994). Potvrďuje to aj štúdia Alves et al., (2018), v ktorej z celkovo 64 hodnotených vzoriek bola v 33 vzorkách identifikovaná prítomnosť stafylokokov pomocou fenotypových testov. CoNS boli pôvodne označované ako jedna veľká, jednotná skupina baktérií (Nickerson et al., 1994). Vďaka pokroku v technikách molekulárnej identifikácie sa však jednotlivé typy CoNS ľahšie identifikujú a študujú (Braem et al., 2011). Niektoré typy CoNS sú tzv. environmentálne CoNS a zahŕňajú okrem iného *S. equorum*, *S. fleurettii* a *S. warneri* (De Visscher et al., 2014). *S. warneri* je komenzálnou baktériou, ktorá sa vyskytuje ako súčasť kožnej mikrobioty u ľudí a zvierat. Hoci *S. warneri* predstavuje menej ako 1 % celkovej populácie stafylokokov, je zodpovedný za rôzne ochorenia, ako je imunosupresia, infekcie kože, očí a močových ciest a nozokomiálne infekcie, ktoré oslabujú imunitný systém pacientov (Azimi et al., 2020). Ďalším druhom je hostiteľsky adaptovaný druh *S. chromogenes*, ktorý identifikovaný najmä v mlieku (De Visscher et al., 2014).



Obrázok 1: Grafické zobrazenie percentuálneho zastúpenia jednotlivých druhov stafylokokov vo vzorkách.

Podobne aj v našej štúdií sa na základe výsledkov mikrobiologického vyšetrenia potvrdilo 115 izolátov CoNS. Z toho 34 bolo identifikovaných ako *S. chromogenes* a *S. warneri*. V analyzovaných vzorkách bol najčastejšie identifikovaný druh *S. chromogenes*, a to najmä v mlieku 16 izolátov. Druh *S. warneri* sa vyskytoval menej často, s najvyšším počtom izolátov taktiež v mlieku (7 izolátov). V svalovine a stehnách boli oba druhy prítomné v nižších počtoch. Celkovo bolo zaznamenaných 14 izolátov *S. warneri* a 20 izolátov *S. chromogenes*. Výsledky naznačujú, že mlieko predstavuje hlavný zdroj výskytu oboch druhov, pričom *S. chromogenes* bol detegovaný vo väčšom počte (Obrázok 1).



Obrázok 2: Grafické zobrazenie citlivosti jednotlivých druhov stafylokokov vo vzorkách

Z celkového počtu 14 izolátov *S. warneri* bolo 12 izolátov rezistentných voči OX, 13 izolátov vykazovalo intermediárnu citlivosť a iba 1 izolát bol citlivý. Pri testovaní na TEC bol zaznamenaný jeden izolát s intermediárnou citlivosťou, zatiaľ čo väčšina izolátov bola citlivá. Pre gentamicín GN bolo 7 izolátov citlivých, 5 intermediárne citlivých a 2 rezistentné. Pri erytromycíne E a tetracyklíne TET bolo väčšinou zaznamenané vysoké percento rezistencie (12 izolátov).

Z 20 izolátov *S. chromogenes* bolo 13 rezistentných voči OX, 15 izolátov intermediárne citlivých na TEC a 14 citlivých na GN. Pri E sa 15 izolátov prejavilo rezistenciou a 3 izoláty boli citlivé, zatiaľ čo u TET bolo 18 izolátov rezistentných a len 2 citlivé. Tieto výsledky naznačujú vyššiu mieru rezistencie voči OX, E a TET u oboch druhov, pričom *S. chromogenes* vykazuje výraznejšiu rezistenciu voči TET.

V našej štúdií boli potvrdené izoláty, ktoré vykazovali rezistenciu voči OX. Ako je dobre známe, rezistenciu na širokú škálu β -laktámových antimikrobiálnych látok možno odvodiť z testovania iba penicilínu a oxacilínu (alebo cefoxitínu). Okrem toho prítomnosť kmeňov rezistentných na oxacilín naznačuje prítomnosť stafylokokov rezistentných na meticilín. Táto rezistencia je najčastejšie kódovaná génom *mecA* (Okuma et al., 2002). Z týchto dôvodov sa stanovila rezistencia voči oxacilínu s detekciou *mecA* génu v nami identifikovaných izolátoch (obrázok 3).

Z výsledkov vyplýva, že *mecA* gén bol detegovaný u dvoch izolátov *S. warneri*, konkrétne u jednej vzorky hovädzej stehennej svaloviny a jednej vzorky mlieka. U *S. chromogenes* bol gén prítomný iba vo vzorkách mlieka (4 izoláty). Celkovo sa u 6 izolátov potvrdila prítomnosť *mecA* génu, ktoré boli považované za MRS izoláty.



Obrázok 3: Detekcia génu *mecA* u izolátov *S. chromogenes* a *S. warneri* (527 bp).

L: 100 bp DNA štandarda; Dráha 1: PCR voda (negatívna kontrola); Dráha 5, 9, 20, 21: izoláty s génom *mecA*; Dráha 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19: izoláty bez génu *mecA*; Dráha 22: referenčný kmeň CCM 4750 *S. aureus* (pozitívna kontrola).

Rezistenciu na β -laktámové antibiotiká u stafylokokových izolátoch potvrdil aj Sampimon (2009), ktorý zistil, že rezistencia na penicilín u *S. chromogenes* bola 18 %. Humphries et al. (2020) ako aj Hoveida et al. (2020) zas potvrdili prítomnosť génu *mecA* v izolátoch *S. warneri* u izolátov izolovaných z rôznych druhov potravín.

Dôležitosť detekcie izolátov MR-CoNS v agropotravinovom reťazci pramení aj z možnosti zoonotickej infekcie u spotrebiteľov a pracovníkov zapojených do chovu zvierat a výroby potravín živočíšneho pôvodu (Founou et al., 2018). Pokiaľ ide o potraviny, izoláty MR-CoNS boli identifikované vo vzorkách od spracovateľov potravín živočíšneho pôvodu v niekoľkých štúdiách po celom svete (Adame-Gómez, et al., 2018; Saka et al., 2018). Vzhľadom na častý výskyt kmeňov MRS pri výrobe potravín je ich eliminácia nevyhnutná už od prvovýroby. Medzi opatrenia na zníženie MR-CoNS v produkcii potravín patria správne hygienické postupy na farmách ako aj primárna dezinfekcia (Gonzalo et al., 2006). Efektívnym nástrojom je aj integrovaný farmový systém. V spojitosti so zdravým hovädzieho dobytkom pomáha efektívne monitorovať a riadiť zdravotný stav dobytka, vrátane prevencie a liečby chorôb. Tieto systémy zhromažďujú dáta o produkcii mlieka, pohybe a zdravotných parametroch zvierat, čo umožňuje včasnú detekciu ochorení a zefektívnenie liečby, čím sa znižujú ekonomické straty na farmách (Rana a Chopra, 2013). Kľúčovou súčasťou takéhoto systému bude v budúcnosti algoritmický modul, ktorý sa práve vyvíja a implementuje sa do integrovaného farmového systému na základe získaných výsledkov o výskyte rezistentných kmeňov bakteriálnych patogénov zo vzoriek mlieka, mäsa a prostredia. Tento modul umožní včasnú identifikáciu rizikových zvierat, plánovanie cielených liečebných zásahov a zlepšenie hygieny, čím podporí efektívnejšiu kontrolu chorôb, zníži potrebu antibiotík a prispeje k udržateľnej a bezpečnej produkcii mlieka a mäsa.

Záver

Rezistentné CoNS predstavujú významný rizikový faktor pre zdravie zvierat a zároveň pre bezpečnosť potravín, preto je nevyhnutné ich systematicky sledovať. Výskyt génu *mecA* u izolátov *S. warneri* a *S. chromogenes* poukazuje na potenciál šírenia rezistencie v agropotravinovom reťazci, čo zvyšuje význam preventívnych opatrení na farmách. Zavedenie integrovaného farmového systému umožňuje komplexný monitoring zdravotného stavu dobytku a včasnú identifikáciu rizikových zvierat. Algoritmický modul, ktorý sa vyvíja na základe dát o rezistentných izolátoch umožní cieľenú liečbu, zlepšenie hygieny a zníženie šírenia patogénov. Takýto integrovaný prístup podporuje udržateľnú a bezpečnú produkciu mlieka a mäsa a zároveň minimalizuje potrebu antibiotík.

Literatúra

- Adame-GÓMEZ, R. et al. 2018. Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Artisanal Cheeses in México. *International Journal of Microbiology*, vol. 2018, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1155/2018/8760357>
- Alves, V.F. et al. 2018. Molecular characterisation of *Staphylococcus aureus* from some artisanal Brazilian dairies. *International Dairy Journal*, vol. 85, pp. 247–253. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.06.008>
- Azimi, T. et al. 2020. Coagulase-negative staphylococci (CoNS) meningitis: a narrative review of the literature from 2000 to 2020. *New Microbes and New Infections*, vol. 37, 100755. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2020.100755>
- Becker, K., Heilmann, C., Peters, G. 2014. Coagulase-negative staphylococci. *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 27, no. 4, pp. 870–926. <https://doi.org/10.1128/CMR.00109-13>
- Braem, G. et al. 2011. (GTG)5-PCR fingerprinting for the classification and identification of coagulase-negative *Staphylococcus* species from bovine milk and teat apices. *Veterinary Microbiology*, vol. 147, pp. 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2010.05.044>
- Clark, A.E. et al. 2013. Matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry. *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 26, pp. 547–603. <https://doi.org/10.1128/cmr.00072-12>
- CLSI. 2021. *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. CLSI supplement M100–S31*. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute.
- De Visscher, A. et al. 2014. Environmental and host-associated species of coagulase-negative staphylococci in dairy cattle. *Veterinary Microbiology*, vol. 172, pp. 466–474. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2014.06.011>
- Deyno, S., Fekadu, S., Seyfe, S. 2018. Prevalence and antimicrobial resistance of coagulase-negative staphylococci clinical isolates from Ethiopia. *BMC Microbiology*, vol. 18. <https://doi.org/10.1186/s12866-018-1188-6>
- Eid, R. et al. 2016. Potential antimicrobial activities of probiotic *Lactobacillus* strains isolated from raw milk. *Journal of Probiotics & Health*, vol. 4, pp. 1–8. <https://doi.org/10.4172/2329-8901.1000138>
- El-Ashker, M. et al. 2020. Microarray-based detection of resistance genes in coagulase-negative staphylococci from cattle and buffalo with mastitis. *Tropical Animal Health and Production*, vol. 52, no. 6, pp. 3855–3862.

- Fijalkowski, K., Peitler, D., Karakulska, J. 2016. *Staphylococci* isolated from ready-to-eat meat. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 238, pp. 113–120. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.09.001>
- Founou, L.L. et al. 2018. Mannitol-fermenting methicillin-resistant staphylococci in pig abattoirs. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 285, pp. 50–60. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.07.006>
- França, A. et al. 2021. Virulence factors in coagulase-negative staphylococci. *Pathogens*, vol. 10, 170. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020170>
- Gonzalo, A. et al. 2006. Bulk tank total bacterial count in dairy sheep. *Journal of Dairy Science*, vol. 89, pp. 549–552. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72117-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72117-8)
- Hoveida, L. et al. 2020. Species variety and enterotoxin genes in *Staphylococci* from foodstuff in Iran. *Iranian Journal of Public Health*, vol. 49, no. 1, pp. 96. PMC7152639
- Humphries, R.M. et al. 2020. Surrogate tests for *mecA*-mediated methicillin resistance. *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 59, no. 1, e02290-20. <https://doi.org/10.1128/JCM.02290-20>
- Nickerson, S.C., Boddie, R.L. 1994. Effect of coagulase-negative staphylococcal infections. *Journal of Dairy Science*, vol. 77, pp. 2526–2536. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77194-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77194-0)
- Okuma, K. et al. 2002. Dissemination of new MRSA clones in the community. *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 40, no. 11, pp. 4289–4294. <https://doi.org/10.1128/JCM.40.11.4289-4294.2002>
- Poulsen, A.B., Skov, R., Pallesen, L.V. 2003. Detection of methicillin resistance in coagulase-negative staphylococci. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, vol. 51, pp. 419–421. <https://doi.org/10.1093/jac/dkg084>
- Rana, S.S., Chopra, P. 2013. *Integrated farming system*. Palampur: CSK Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya.
- Rehman, M. et al. 2021. An overview of self-medication. *Journal of the Pakistan Medical Association*, vol. 71, pp. 943–949. <https://doi.org/10.47391/JPMA.1331>
- Saka, E., Gulel, G.T. 2018. Detection of enterotoxin genes and methicillin-resistance in *Staphylococcus aureus* from water buffalo milk. *Journal of Food Science*, vol. 83, pp. 1716–1722. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14172>
- Sampimon, O.C. 2009. *Coagulase-negative staphylococci mastitis in Dutch dairy herds*. Dissertation. Utrecht: Utrecht University.
- Seng, R. et al. 2017. Biofilm formation of MR-CoNS in community and hospital environments. *PLOS ONE*, vol. 12, no. 8, pp. 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184172>
- Sharma, N.K., Rees, C.E., Dodd, C.E. 2000. Multiplex PCR toxin typing assay for *Staphylococcus aureus*. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 66, no. 4, pp. 1347–1353. <https://doi.org/10.1128/AEM.66.4.1347-1353.2000>
- Silva, V. et al. 2022. Multidrug-Resistant MR-CoNS in healthy poultry. *Antibiotics*, vol. 11, 365. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11030365>
- STN EN ISO 6887-1. 2017. *Mikrobiológia potravinárskeho reťazca – Úprava analytických vzoriek, príprava základnej suspenzie a desaťnásobných riedení na mikrobiologické skúšanie – Časť 1: Všeobecné pokyny*.
- STN EN ISO 6888-1. 2021. *Mikrobiológia potravinárskeho reťazca – Horizontálna metóda stanovenia počtu koagulázopozitívnych stafylokokov – Časť 1: Metóda s použitím Bairdovho-Parkerovho agarového média*.

Strommenger, B. et al. 2003. Multiplex PCR for detection of antibiotic resistance genes in *Staphylococcus aureus*. *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 41, pp. 4089–4094. <https://doi.org/10.1128/JCM.41.9.4089-4094.2003>

Wright, G.D. 2007. The antibiotic resistome. *Nature Reviews Microbiology*, vol. 5, pp. 175–186. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1614>

PodĎakovanie

The study was conducted as part of the Visegrad Fund project no. 22430046: Control of antimicrobial resistance by the Integrated Farm System within "Farm to Fork" strategy. The project is co-financed by the governments of Czechia, Hungary, Poland and Slovakia through Visegrad Grants from the International Visegrad Fund. The mission of the fund is to advance ideas for sustainable regional cooperation in Central Europe.

Kontaktná adresa

doc. MVDr. Ivana Regecová, PhD., UVLF v Košiciach, Katedra hygieny, technologic a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, Košice, Slovensko e-mail: ivana.regecova@uvlf.sk

Senzorické hodnotenie vzoriek kávy v rôznom stupni praženia *Sensory Evaluation of Coffee Samples at Different Degrees of the Roasting*

**Semjon, B., Schmidtová, S., Várady, M., Megyesy Eftimová, Z., Zahumenská, J.,
Bartkovský, M., Marcinčák, S.**

Department of Food Hygiene, Technology and Safety
University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice

Souhrn

Vzorky kávy India v rôznom stupni praženia boli posúdené 20-člennou komisiou. Každá vzorka bola hodnotená pri troch stupňoch praženia (A1-najnižší stupeň, A2, A3-najvyšší stupeň). z hľadiska viacerých senzorických atribútov. Dosiahnuté výsledky poukázali, že stupeň praženia mal štatisticky významný vplyv na viaceré sledované parametre. Najmä pri vône bol zaznamenaný významný rozdiel ($p < 0,01$), pričom farba, vôňa, chuť a celková prijateľnosť bola vo všeobecnosti vyššia pri nižších stupňoch praženia (A1) a klesala so zvyšujúcou sa intenzitou praženia (A2, A3). Z hľadiska chuťových profilov sa ukázalo, že kvetové a ovocné tóny boli výraznejšie vo vzorkách s nižším stupňom praženia, pričom pri vyššom pražení ustupovali do úzadia. Naopak pražené, kakaové a orieškové tóny boli viac zastúpené pri vyšších stupňoch praženia. Negatívne senzorické vlastnosti, ako fermentovaná alebo zatuchnutá aróma, sa objavili len v minimálnom rozsahu avšak pri najintenzívnejšom stupni praženia neboli pozorované. Štatistická analýza preukázala významné rozdiely ($p < 0,05$) medzi jednotlivými vzorkami v závislosti od kávy, resp. stupňa praženia. Celkovo možno konštatovať, že jemnejšie praženie lepšie zachováva ovocné a kvetové tóny, zatiaľ čo intenzívnejšie praženie posilňuje pražené, čokoládové a horké chute. Najlepšie celkové hodnotenie prijateľnosti získali vzorky kávy A1 v najnižšom stupni praženia kávových zŕn.

Kľúčové slova: káva, senzorické hodnotenie, kvalita, technológia, praženie

Abstract

Samples of Indian coffee at various degrees of roasting were assessed by a 20-member commission. Each sample was evaluated at three degrees of roasting (A1-the lowest, A2, A3-the highest) in terms of several sensory attributes. The results showed that the degree of roasting had a statistically significant effect on several of the parameters monitored. A significant difference was observed in particular in the aroma ($p < 0.01$), while the color, aroma, taste, and overall acceptability were generally higher at lower roasting levels (A1) and decreased with increasing roasting intensity (A2, A3). In terms of flavor profiles, floral and fruity notes were more pronounced in samples with a lower degree of roasting, while they receded into the background with higher roasting. Conversely, roasted, cocoa, and nutty notes were more prevalent at higher degrees of roasting. Negative sensory characteristics, such as fermented or stale aroma, appeared only to a minimal extent, but were not observed at more intense roasting levels. Statistical analysis showed significant differences ($p < 0.05$) between individual samples depending on the coffee and the degree of roasting. Overall, it can be concluded that a gentler roast better preserves fruity and floral notes, while a more intense roast enhances roasted, chocolate, and bitter flavors. The best overall acceptability rating was given to coffee samples A1 with the lowest degree of coffee bean roast.

Key words: coffee, sensory evaluation, quality, technology, roasting

Úvod

Káva je jedným z najpopulárnejších nápojov na svete a jej produkcia sa odohráva v mnohých častiach sveta. Káva sa stala po rope druhou najväčšou obchodovanou komoditou na svete (Hu et al., 2020). Pohľad na surové kávové zrná môže vyvolať dojem, že sú takmer neskonzumovateľné vzhľadom na ich tvrdosť. Aj keď je technicky možné ich skonsumovať v surovom stave a získať tak kofeínový efekt, ich tvrdosť by mohla poškodiť nielen zuby, ale aj mlynčeky, ktoré by mali problém s ich spracovaním. Surové zrná sú v tomto stave pre naše ústa i zariadenia nepraktické a nebezpečné. Preto je nevyhnutné ich podrobiť procesu praženia, ktorý nielen zmäkčuje ich textúru, ale aj mení ich chemickú štruktúru a chuťové vlastnosti, čím vzniká konečný produkt – káva, ktorú poznáme a ktorá je pripravená na pohodlné a bezpečné konzumovanie (Volochová, 2021).

Praženie si vyžaduje precíznosť a ovládanie termodynamiky (Rardon, 2021). Aj keď dvaja pražiareri môžu používať rovnaké vybavenie a základné parametre, ich predstavy o ideálnom spôsobe praženia tej istej kávy sa môžu výrazne líšiť. Väčšina pražiarov začína s rovnakým základným vybavením – bubnovým pražičom s rotujúcim výhrevným valcom a pracuje s dvoma kľúčovými faktormi: teplotou a časom. Avšak, keď sa kávové zrná začnú zahrievať, otvára sa nekonečný priestor pre rôzne prístupy k ich spracovaniu. Pražiar si môže vybrať, ako rýchlo alebo pomaly zvýši teplotu, kedy presne zastaví proces a aký bude výsledný profil chuti (Baggenstoss et al., 2008). Tento proces teda umožňuje neustále experimentovanie a prispôbienie, čo robí každú šálku kávy unikátnym výtvorom.

Jedným z kľúčových procesov pri pražení kávy je evaporácia, počas ktorej zelené kávové zrná strácajú 15 až 20 % svojej pôvodnej váhy v dôsledku odparovania vlhkosti. Tento proces má priamy dopad na finálny výsledok, teda na chuť a charakter kávy (Hanifah and Sukmawaty, 2024). Jednou z hlavných chemických reakcií, ktoré sa odohrávajú počas praženia kávových zŕn, je *Maillardova reakcia*. Nielenže sa zrná počas praženia stávajú z hľadiska hmotnosti ľahšími, dôsledkom chemickej reakcie ich farba tmavne (Rardon, 2021). V prípade kávy Maillardova reakcia ovplyvňuje nielen vizuálne vlastnosti, ale aj chuť a vôňu. Týmto procesom sa vytvárajú desiatky rôznych zlúčenín, ktoré sú zodpovedné za arómu a komplexnosť chuti, ktoré poznáme v šálke čerstvo uvarenej kávy. Kvalita praženia teda zohráva kľúčovú úlohu v konečnom profile kávy, od jej farby až po jemnosť a intenzitu jej chuťových tónov.

Ďalším podstatným procesom, ktorý prebieha počas praženia, je *karamelizácia cukrov* nachádzajúcich sa v zrnách. Keď sa tieto zložité cukry začnú rozkladať, dochádza k vzniku rôznych chuťových zložiek, ktoré pridávajú kávovým zrnám bohatšiu a komplexnejšiu chuť, ktorá je pre nás tak príťažlivá. Tento proces je kľúčový pre rozvoj charakteristických sladších a jemnejších tónov v káve, ktoré obohacujú jej celkový profil. Nakoniec, *prvé pukanie* je jedným z najdôležitejších okamihov počas praženia kávy. Všetky tieto reakcie vedú k jedinému veľkému momentu: fyzickému puknutiu, ktoré možno počuť veľmi zreteľne ako pri pukancoch. Je to známkou veľkého uvoľnenia oxidu uhličitého a tepla, čo spôsobuje, že zrno zdvojnásobí svoju veľkosť. Kávové zrná sa otvárajú, takže prestávajú byť také hutné ako v surovom stave (Rardon, 2021). Prvé prasknutie teda signalizuje, že káva je na správnej ceste a od tejto chvíle sa už proces praženia zameriava na detaily, ktoré formujú výsledný chuťový profil.

Počas praženia kávových zŕn majú pražiareri možnosť ovplyvniť konečný charakter a chuť kávy v závislosti od toho, kedy sa rozhodnú ukončiť proces praženia. Existujú tri hlavné fázy praženia, ktoré sú rozlíšené na základe ich špecifických vlastností a chuťových

profilov (Raemy and Lambelet, 1982): Svetlé praženie kávy: Svetlé praženie sa sústreďuje na zvýraznenie prirodzeného charakteru a chutí kávy. Vytvára tak jemnejší chuťový profil, ktorý zachováva pôvodné odtiene a chute kávového zrna. Stredné praženie kávy: Stredné praženie predstavuje kompromis medzi svetlým a tmavým pražením. Tento stupeň ponúka vyváženú chuť s väčšou hĺbkou, pričom stále zachováva jemné tóny pôvodného zrna. Tmavé praženie kávy: Tmavšie praženie sa vyznačuje silnými chuťovými tónmi, ktoré vznikajú vďaka dlhšiemu praženiu. Kávy tohto typu bývajú bohaté na čokoládové a orechové arómy.

Po dokončení praženia je kľúčové okamžité ochladiť kávové zrná a následne ich dôkladne zabaliť. Tento krok je nevyhnutný na to, aby sa zastavil proces praženia a zachovala sa čerstvosť zŕn. Rýchle ochladenie tiež pomáha uchovať všetky jemné chuťové a aromatické vlastnosti, ktoré boli vytvorené počas praženia. Správne zabalenie zŕn zabezpečuje ich ochranu pred vplyvmi vonkajšieho prostredia, ako je vlhkosť či vzduch, ktoré by mohli ovplyvniť ich kvalitu. Tento štandardný postup je dôležitý na to, aby kávové zrná zostali čo najdlhšie čerstvé a zachovali si všetky chuťové odtiene, ktoré sú výsledkom starostlivo riadeného praženia. Takto sa celý proces praženia uzatvára a pripravuje kávu na dosiahnutie optimálneho zážitku v šálke.

Cieľom tejto práce bolo posúdiť vplyv stupňa praženia kávových zŕn India na senzorickú kvalitu experimentálnych vzoriek káv.

Materiál a metodika

Experimentálnymi vzorkami káv boli India Plantation A. Je charakteristická svojimi zemitými chuťami, jemnou chlebovou príchuťou a sladkosťou nugátu, bez výraznej acidity, čo ju robí ideálnou pre prípravu na kávovaroch typu espresso. Pri pražení kávy India boli identifikované tri fázy praženia. Prvá fáza praženia, známa ako prvé pukanie, nastala pri teplote 137,0 °C po uplynutí 4 minút a 9 sekúnd (A1). Druhé pukanie, ktoré signalizuje druhý stupeň praženia, bolo zaznamenané pri 205,0 °C po 10 minútach a 12 sekundách (A2). Tretia a najintenzívnejšia fáza, označovaná ako tretie pukanie, nastala pri 210,0 °C po 17 minútach a 9 sekundách (A3).

Odvážili sme presne 40 g kávy, ktorú sme pomleli pomocou mlynčeka Mahlkönig (Hemro Manufacturing GmbH, DE), aby sme dosiahli optimálnu jemnosť mletia pre prípravu espressa. Na samotnú prípravu kávy sme použili kávovar Lelit (Gemme Italian Producers srl, IT), pričom na jedno espresso sme použili 9 g čerstvo pomletej kávy. Z každej vzorky kávy sme následne pripravili 20 espress, ktoré boli podrobené hodnoteniu dvadsaťčlennou informovanou komisiou.

Každý člen komisie ochutnal všetky pripravené vzorky a posudzoval ich podľa rôznych senzorických aspektov, ako sú chuť, vôňa, vzhľad a celkový dojem. Komisia hodnotila parametre 5 bodovou stupnicou. Súčasťou senzorického posudzovania bolo aj posúdenie intenzity jednotlivých vybraných deskriptorov káv pomocou 10 bodovej štruktúrovanej intenzitnej škály, pričom 0 bola nevnímateľná a 10 veľmi silno vnímateľná intenzita deskriptora.

Výsledky meraní senzorických parametrov experimentálnych vzoriek káv sme vyhodnotili použitím štatistického softvéru R-statistics software. V experimentálne pripravených vzorkách káv sme ako hlavný faktor pre štatistickú analýzu zvolili stupeň praženia kávových zŕn. Pre štatistické porovnanie dosiahnutých výsledkov sme použili jednocestnú metódu analýzy rozptylu a Tukeyho test pre viacnásobné porovnávanie priemerov s nastavenou hladinou štatistickej významnosti $p < 0,05$.

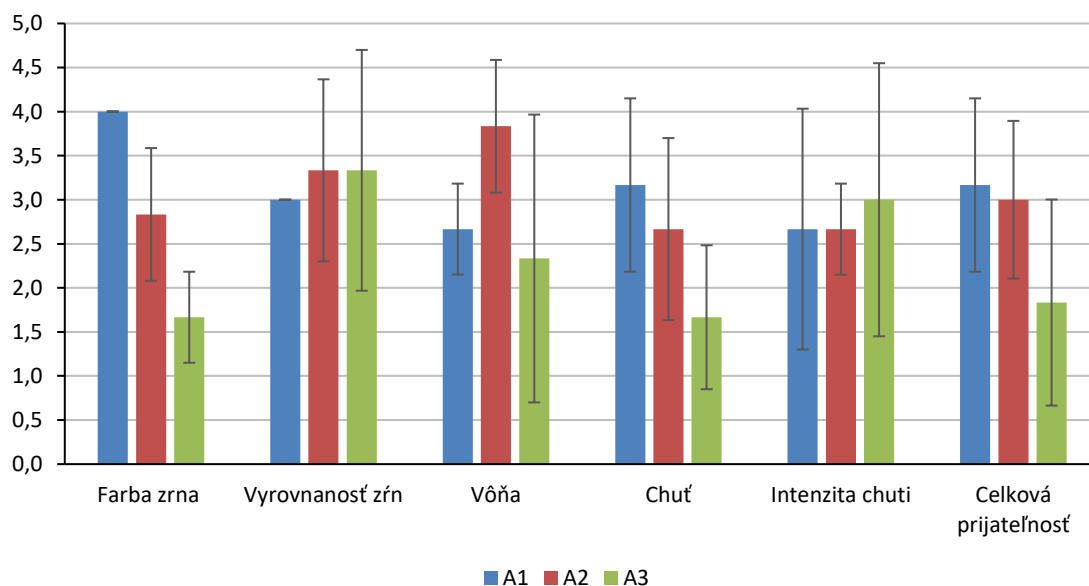
Výsledky a diskusia

Štatistická analýza potvrdila, že stupeň praženia výrazne ovplyvnil senzorické a farebné vlastnosti kávy. Pri vyšších stupňoch praženia dochádzalo k výraznému stmavnutiu farby, nárastu intenzity pražených tónov a redukcii ovocných chutí. Výsledky naznačili, že neexistuje univerzálny stupeň praženia pre všetky druhy kávy, ale skôr je potrebné prispôbiť intenzitu praženia každému druhu individuálne.

Graf 1 zobrazuje výsledky senzorického hodnotenia kávových vzoriek pri troch stupňoch praženia. Hodnotené boli parametre: farba zrna, vyrovnanosť zŕn, vôňa, chuť, intenzita chuti a celková prijateľnosť.

Z výsledkov je vidieť, že jednotlivé vzorky dosahovali rôzne hodnotenia v závislosti od stupňa praženia. Všeobecne sa ukázalo, že pri prvom stupni praženia (3S) bola intenzita chuti a vôňa výraznejšia, pričom však najlepšie hodnotenie celkovej prijateľnosti získala vzorka India 3S (A1).

Farba a vyrovnanosť kávových zŕn sa medzi jednotlivými vzorkami líšili. Pri vyšších stupňoch praženia sa však prejavili určité odchýlky v ich senzorickom vnímaní. Hodnotenie farby bolo najlepšie v prvom stupni praženia a vyrovnanosť zŕn bola najlepšie posúdená pri najdlhšie pražených vzorkách. Celkové hodnotenie prijateľnosti poukázalo na to, že intenzita praženia mala výrazný vplyv na senzorické vlastnosti kávy a jej celkovú kvalitu.



Graf 1: Senzorické hodnotenie káv

Zdroj: Vlastný graf

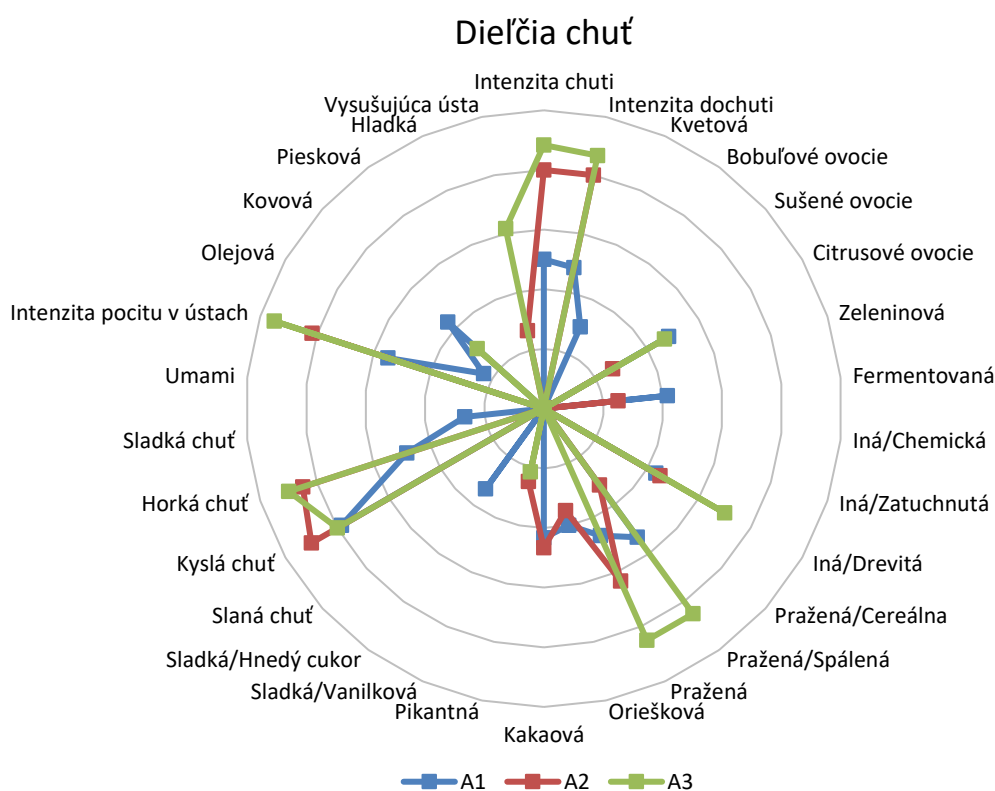
Grafické znázornenie výsledkov poukazuje na výrazné rozdiely v senzorických vlastnostiach jednotlivých vzoriek. Pri nižších stupňoch praženia boli dominantné jemné, ovocné a kvetové tóny, ktoré dodávali káve sviežosť a ľahkosť.

Naopak, pri vyšších stupňoch praženia sa intenzita týchto tónov znížila a do popredia sa dostávali pražené, orechové, kakaové a drevité chute a arómy.

Graf 2 znázorňuje senzorické hodnotenie dielčích chuťových charakteristík kávových vzoriek India (A1, A2, A3) pri rôznych stupňoch praženia. Z výsledkov je vidieť, že stupeň praženia ovplyvňuje chuťový profil kávy.

Pri nižšom stupni praženia (A1) boli výraznejšie jemnejšie ovocné a kvetové tóny, zatiaľ čo s vyšším stupňom praženia (A3) sa intenzita pražených, spálených a kakaových chutí zvýšila. Stredný stupeň praženia (A2) vykazoval vyvážené senzorické vlastnosti medzi ovocnými a praženými tónmi.

Na grafe 3 je znázornené senzorické hodnotenie vône kávy India pri troch rôznych stupňoch praženia. Graf zobrazuje intenzitu rôznych aromatických zložiek, pričom boli sledované kategórie ako sladká aróma (hnedý cukor, vanilka), ovocná aróma (citrusové a bobuľové ovocie), fermentované a kyslé tóny, ale aj pražené a drevité charakteristiky. Z grafu vyplýva, že po prvom pražení (A1) boli najviac zastúpené kvetové a ovocné tóny. Po druhom pražení (A2) sa intenzita ovocných a kvetových tónov mierne znížila, no objavili sa pražené a kakaové tóny. Po treťom pražení (A3) dominovali pražené, orechové a drevité tóny, pričom ovocné a kvetové arómy boli potlačené.

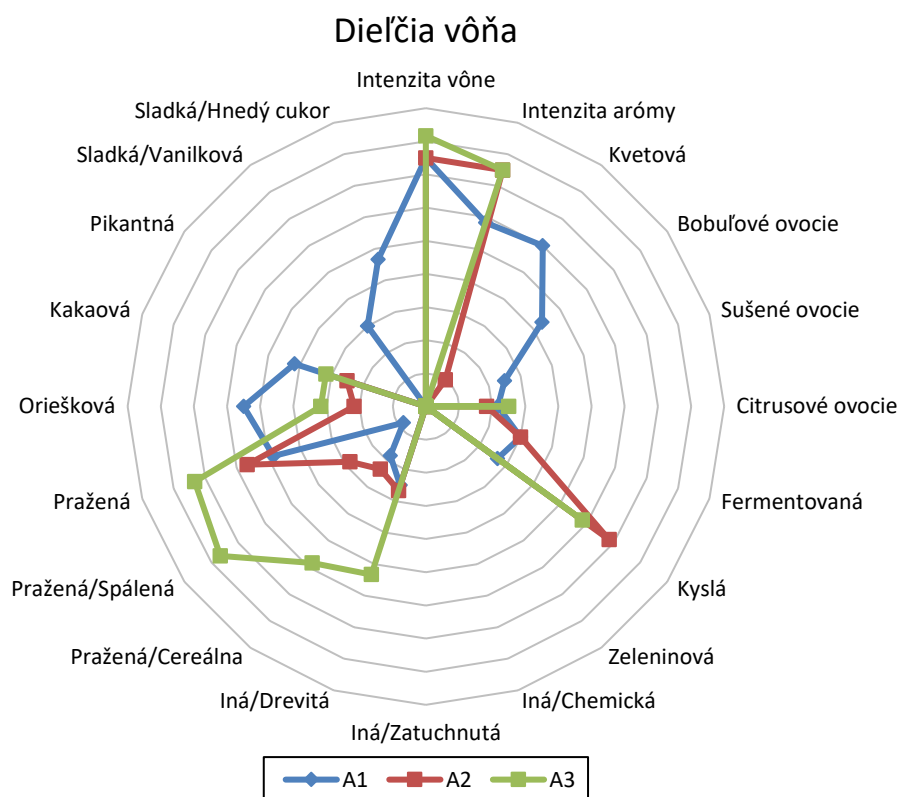


Graf 2: Dielčia chuť vzorky India

Norma *STN ISO 18794* (2018) definuje pojmy týkajúce sa senzorickej analýzy kávy. Jej obsah sa vzťahuje na rôzne formy kávy, vrátane zelenej, praženej, mletej, kávových extraktov a rozpustnej kávy. V norme sú definované pojmy rozdelené do kategórií: Základné pojmy senzorickej analýzy popisujú hlavné chuťové charakteristiky kávy, ako sú kyslosť, horkosť, slanosť a sladkosť, spolu s ďalšími faktormi, ako sú aróma, chuť a vnem v ústach.

Časť senzorického hodnotenia sa zamerala na intenzitu chutí a jej jednotlivé aspekty, ako sú dochuť, ovocné a pražené tóny, pikantnosť, sladkosť či horkosť. Výsledky ukázali, že pri nižších stupňoch praženia (A1) boli v káve viac zachované ovocné a kvetové tóny. Naopak, vyššie stupne praženia (A3) zvýraznili pražené a čokoládové tóny. Horkosť a kyslosť kávy sa menili v závislosti od stupňa praženia. Kyslá chuť bola najvýraznejšia

pri nižších stupňoch praženia, pričom sa postupne znižovala so zvyšujúcou sa intenzitou praženia. Horkosť sa naopak zvyšovala so stupňom praženia.



Graf 3: Dielčia vôňa vzorky India

Druhy *Coffea arabica* (Arabica) a *Coffea canephora* (Robusta) sa konzumujú prevažne na celom svete (Esquivel and Jiménez, 2012). Káva, ako jeden z najobľúbenejších nápojov na svete, má komplexný sensorický a chemický profil, ktorý je silne ovplyvnený stupňom praženia. S rastúcim stupňom praženia sa farebný odtieň zŕn posúva od svetlých tónov po tmavé. Aróma kávy je takisto pozorovateľne ovplyvnená procesom praženia, bolo zistené, že svetlé praženie zachováva viac kyslých a ovocných tónov, zatiaľ čo tmavšie praženie vedie k robustnejším a horkejším arómam. Mikroskopické analýzy naznačili, že praženie spôsobuje zmeny v mikroštruktúre kávových zŕn, čo ovplyvní aj ich textúru a následnú extrakčnú schopnosť (Lu et al., 2023).

Káva bola dlhodobo považovaná za bohatý zdroj antioxidantov. Určité stupne praženia môžu mať priaznivejší vplyv na zachovanie antioxidačných vlastností. Počas praženia dochádza k významným chemickým zmenám, vrátane rozkladu kyselín a vzniku heterocyklických zlúčenín, ktoré sú známe svojimi potenciálnymi zdravotnými benefitmi. Hladiny antioxidantov (napr. kyselina chlorogenová) sa líšia v závislosti od zvolených podmienok praženia, čím sa vytvára jasný rámec pre výrobcov, ako optimalizovať procesy spracovania kávy (Sulaiman, et al., 2011).

Praženie kávy sa považuje za dôležitý proces, ktorý ovplyvňuje kvalitu šálky kávy, zloženie živín a preferencie spotrebiteľov. Zložité chemické reakcie počas procesu praženia môžu zmeniť chemické zložky zelenej kávy, a tým ovplyvniť jej chuť a zloženie (Ting and Chen, 2024). Rôzne kombinácie času a teploty praženia vedú k odlišným profilom aromatických zlúčenín. Napríklad nižšie teploty s dlhším časom praženia viedli

k vyššiemu výskytu niektorých ovocných a kvetinových aróm, zatiaľ čo vyššie teploty a kratšie doby praženia viedli k intenzívnejším karamelovým a praženým tónom. Dôležitosť individuálneho prístupu k praženiu kávy je evidentná, keďže rôzne časovo-teplotné parametre môžu dramaticky ovplyvniť konečnú kvalitu arómy a chuti kávy (Baggenstoss et al., 2008). Tieto fakty preukázali štatisticky významné rozdiely, na ktoré poukazujú výsledky dosiahnuté v tejto práci.

Praženie mení prchavé zloženie a senzorické vlastnosti kávy, ale kontinuálne a komplexné hodnotenie tohto dôležitého procesu nebolo pozorované (Pereira et al., 2020). Pri klasickom pražení sa zelené kávové zrná zahrievajú na vzduchu pri konštantnej teplote. Hoci okolie kávových zŕn je vzduch, podmienky sú pyrolytické kvôli veľkému množstvu uvoľneného oxidu uhličitého. Oxid uhličitý sa uvoľňuje ako produkt dekarboxylácie organických kyselín a zabraňuje oxidačnej degradácii vzniknutých prchavých látok. To je veľmi dôležité, pretože poskytuje ochranu chutiam, ktoré sa vyvinú počas praženia.

Pri pražení kávy vzniká rozmanité spektrum prchavých zlúčenín, vrátane aldehydov, esterov, alkoholov a fenolov, ktoré zohrávajú kľúčovú úlohu v chuti a aróme nápoja. Rôzne podmienky praženia významne ovplyvňujú nielen množstvo, ale aj kvalitu týchto zlúčenín. Senzorické hodnotenie ukazuje, že isté kombinácie času a teploty vedú k variabilite vo vnútorných chuťových profilov, kde niektoré parametre spôsobujú zvýraznenie ovocných a kvetinových tónov, zatiaľ čo iné zas posilnili pražené a karamelové chute (Debona et al., 2025).

Záver

Výsledky práce ukázali, že vzorky kávy dosiahli najlepšie hodnotenie pri miernejšom stupni praženia. To naznačuje, že každý druh kávy vyžaduje individuálny prístup. Pri vyšších stupňoch praženia dominovali pražené, orechové a kakaové tóny, zatiaľ čo pri nižších prevládali ovocné a kvetové arómy. Zároveň sa so zvyšujúcou intenzitou praženia znižovala kyslosť a zŕnám ubúdalo svetlosti, čo súvisí s chemickými procesmi, ako je Maillardova reakcia a karamelizácia. Výsledky potvrdzujú, že optimálny stupeň praženia závisí od druhu kávy a môže slúžiť ako nástroj na úpravu jej senzorického profilu.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená projektom VEGA 1/0038/25 s názvom Možnosti zvyšovania kvalitatívnych parametrov výberovej kávy jej sekundárnym spracovaním.

Použitá literatúra

Baggenstoss, J. et al. 2008. Coffee roasting and aroma formation: application of different time-temperature conditions. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 56, no. 14, pp. 5836-5846, ISSN 0021-8561.

Debona, D.G., et al. 2025. Comprehensive evaluation of volatile compounds and sensory profiles of coffee throughout the roasting process. *Food Chemistry*, vol. 478, p. 143586.

Esquivel, P., Jimenez, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food research international*, vol. 46, no. 2, pp. 488-495.

Hanifah, A., Sukmawaty, S. 2024. Physical mechanical characteristics of Robusta coffee beans with temperature treatment and roasting time. In *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, vol. 12, no. 3, p. 35-41. ISSN 2797-0647.

- Hu, G. et al. 2020. Effect of roasting degree of coffee beans on sensory evaluation: Research from the perspective of major chemical ingredients. In *Food Chemistry*, vol. 331, art. no. 127329, p. 1-10. ISSN 0308-8146.
- ISO 18794. Coffee. Sensory analysis. Vocabulary. 2018.
- Lu, T., Sun, Y., Huang, Y., Chen, X. 2023. Effects of roasting on the chemical compositions, color, aroma, microstructure, and the kinetics of changes in coffee pulp. *Journal of Food Science*. ISSN 0022-1147, vol. 88, no. 4, pp. 1430-1444.
- Pereira, L. et al. 2020.** New propositions about coffee wet processing: Chemical and sensory perspectives. In *Food Chemistry*. vol. 310, art no. 125943, pp. 1-10, ISSN 0308-8146.
- Raemy, A., Lambelet, P. 1982. A calorimetric study of self- heating in coffee and chicory. *J. Food Technol.*, vol. 17, p. 451.
- Rardon, C. R. 2021.** *Príručka pre milovníkov kávy*. Bratislava: Lindeni, 144 s. ISBN 978-80-566-2439-5.
- Sulaiman, S. F.**, Moon, J. K., Shibamoto, T. 2011. Investigation of optimum roasting conditions to obtain possible health benefit supplement, antioxidants from coffee beans. In *Journal of Dietary Supplements.*, vol. 8, no. 3, pp. 293-310, ISSN 1939-0211.
- Ting, K. F., Chen, J. C., Chen, T. L. 2024. Effect of coffee roasting on the cupping quality of coffee. *Coffee Science*, vol. 19, p. e192174.
- Volochová, A. 2021.** *Senzorické hodnotenie výberových a komoditných káv po rôznych spôsoboch prípravy* [online]. Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach.

Kontaktná adresa

doc. MVDr. Boris Semjon, PhD., Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: boris.semjon@uvlf.sk

Integrácia vedľajších produktov zo sladovníctva do pekárskych výrobkov

Integration of By-Products from Malting into Bakery Products

Solgajová, M., Zelenáková, L., Mendelová, A., Kolesárová, A.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Cieľom tohto výskumu bolo vyvinúť obohatené trvanlivé pečivo, v ktorom bola pšeničná múka typu T-650 čiastočne nahradená homogenizovaným sladovým kvetom v podieloch 5 %, 10 % a 15 %. Analýza výsledkov preukázala, že pridanie sladového kvetu významne ($p < 0,05$) zvýšilo obsah popola (1,86 % – 2,39 %) a hrubého proteínu (9,12 % – 10,06 %), čím sa vylepšila nutričná hodnota trvanlivého pečiva. Senzorické hodnotenie ukázalo, že nahradenie pšeničnej múky sladovým kvetom v rozsahu 5 – 10 % pozitívne ovplyvnilo senzorické vlastnosti pečiva, vrátane vzhľadu, arómy, chuti a celkovej prijateľnosti. Výsledky tejto štúdie poukazujú na potenciál využitia sladového kvetu ako vedľajšieho produktu v potravinárskom priemysle pri výrobe inovatívnych výrobkov s pridanou hodnotou.

Kľúčové slová: *slad, sladový kvet, trvanlivé pečivo, hodnotenie, pekárske výrobky*

Abstract

The aim of this study was to develop enriched long-life bakery products in which wheat flour type T-650 was partially replaced with homogenized malt rootlets at levels of 5%, 10%, and 15%. The results indicated that the addition of malt rootlets significantly ($p < 0.05$) increased the ash content (1.86% – 2.39%) and crude protein content (9.12% – 10.06%), thereby enhancing the nutritional value of the bakery products. Sensory evaluation revealed that replacing wheat flour with malt rootlets at 5–10% improved the sensory attributes of the bakery products, including appearance, aroma, taste, and overall acceptability. The findings of this study highlight the potential of malt rootlets as a by-product in the food industry for the development of innovative value-added food products.

Key words: *malt, malt rootlets, durable pastry, evaluation, bakery products*

Úvod

V posledných rokoch sa výskum potravinárskeho priemyslu čoraz viac orientuje na využívanie ekologicky šetrných zdrojov a efektívne využitie surovín, pričom rastie záujem o vedľajšie produkty a ich transformáciu na hodnotné komodity, čo prispieva k znižovaniu odpadu a efektívnejšiemu využívaniu zdrojov (Neylon et al., 2020). Pivovarnícky a sladovnícky priemysel predstavuje významnú oblasť s potenciálom využitia vedľajších produktov, ako sú sladový kvet a pivovarnícke mláto, ktoré by inak boli považované za odpad, ale môžu slúžiť ako cenné suroviny pre pekársky a iný potravinársky priemysel. Sladovanie, ako kľúčová technologická metóda spracovania zŕn, produkuje okrem hlavného produktu – sladu – aj vedľajšie produkty pozostávajúce z korienkov a klíčkov (Koistinen et al., 2020). Vedľajšie produkty sladovníctva a pivovarníctva majú široké využitie v spracovateľskom priemysle a vo výžive zvierat a disponujú značným biotechnologickým potenciálom. Môžu sa využívať na produkciu zložiek s pridanou hodnotou (napr. xylitol, kyselina mliečna), kultiváciu mikroorganizmov, extrakciu cukrov, bielkovín, kyselín a antioxidantov, výrobu enzýmov

či ako adsorbenty v odpadových vodách (Loučka et al., 2018). Sladový kvet sa separuje od sladu ako vedľajší produkt (Loučka et al., 2018; Bota et al., 2019) a obsahuje významné množstvo sacharidov a bielkovín. Hlavná vlákna je nerozpustná a obsahuje arabinoxylány, pričom aminokyseliny zahŕňajú kyselinu glutámovú, kyselinu asparágovú, izoleucín, fenylalanín, lyzín a leucín. Sladový kvet je aj bohatým zdrojom minerálnych látok a fenolických zlúčenín (Mohammadi et al., 2021). Obsah hrubého proteínu v sladovom kvete sa pohybuje medzi 20–39 % a obsah vlákniny presahuje 40 % celkovej hmotnosti (Sentís-Moré et al., 2023). Minimalizácia vedľajších produktov alebo ich reintegrácia do výrobného procesu môže významne prispieť k environmentálnej udržateľnosti. Použitie sladového kvetu v pekárskych výrobkoch predstavuje sľubný prístup na zvýšenie nutričnej hodnoty týchto výrobkov. Cieľom tohto výskumu bolo začleniť sladový kvet do trvanlivého pečiva v podieloch 5 %, 10 % a 15 % a zhodnotiť jeho vplyv na chemické a senzorické vlastnosti pečiva.

Materiál a metodika

Na prípravu pekárskych výrobkov bola v tejto štúdii použitá komerčne dostupná pšeničná múka T-650 (Miroslav Grznár MLYN ZRNO, SR). Pšeničná múka bola nahradená homogenizovaným sladovým kvetom z pivovaru Heineken (Hurbanovo, SK) v množstve 5 %, 10 % a 15 %. Ako kontrola bola použitá pšeničná múka bez prídavku sladového kvetu. Ostatné suroviny použité v pekárskom pokuse boli zakúpené v obchodnej sieti a zahŕňali: cukor, olivový olej, prášok do pečiva a soľ. Použité kombinácie sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Použité kombinácie zmesi múk na prípravu trvanlivého pečiva

Vzorka	Múka	Sladový kvet	Cukor	Olivový olej	Soľ	Kypriaci prášok	Voda
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
K	250	0	5	92	4	5	120
S5	237,5	12,5	5	92	4	5	120
S10	225	25	5	92	4	5	120
S15	212,5	37,5	5	92	4	5	120

K (kontrola pšeničná múka), S5 (vzorka 5% prídavok sladového kvetu), S10 (vzorka 10% prídavok sladového kvetu), S15 (vzorka 15% prídavok sladového kvetu)

Experimentálne pečenie

Počas pekárskeho pokusu boli pripravené štyri varianty trvanlivého pečiva – krekov bez prídavku sladového kvetu (kontrola) a varianty s prídavkom 5 %, 10 % a 15 % sladového kvetu. Základný recept bol rovnaký, jednotlivé vzorky sa líšili pridaním rôznych pomerov sladového kvetu. Každý variant trvanlivého pečiva bol pripravený samostatne. Všetky suroviny boli vymiesené v cesto, ktoré sa rozvaľkalo na hrúbku 1–3 mm. Pečivo bolo pečené pri teplote 200 °C počas 7 minút (rúra MIWE Condo, Nemecko). Po vychladnutí bolo pečivo hodnotené z hľadiska chemických a senzorických parametrov.

Chemická a senzorická analýza

Na hodnotenie technologickej kvality trvanlivého pečiva boli stanovené nasledujúce parametre: obsah popola (ICC štandard č. 104/1), obsah hrubého proteínu podľa Kjeldahlovej metódy (ICC štandard č. 105/2), obsah vlhkosti v sušine (ICC štandard

č. 110/1) a vodná aktivita (a_w) vzoriek bola stanovená pomocou prístroja na meranie vodnej aktivity (LabMaster.aw, Novasina AG, Švajčiarsko).

Senzorické hodnotenie pekárskych výrobkov podľa ISO 6658 vykonala senzorická komisia pozostávajúca z 15 vyškolených hodnotiteľov. Úlohou hodnotiteľov bolo ohodnotiť 9 senzorických znakov trvanlivého pečiva, a to: celkový vzhľad, aróma (celková, intenzita), cudzia vôňa, konzistencia, chuť (celková, intenzita), dochuť, celková prijateľnosť. Všetky parametre boli porovnané s kontrolnou vzorkou bez prídavku sladového kvetu. Na hodnotenie bola použitá 9-bodová hedonická škála od 9 (výborné) do 1 (neprijateľné) pre každý znak.

Štatistická analýza

Experiment bol vykonaný v troch opakovaníach. Údaje boli vyhodnotené jednosmernou analýzou rozptylu (ANOVA), použitý bol post hoc Duncanov test (Statistica v. 12, Statsoft, USA), pričom sa predpokladalo, že rozdiely sú štatisticky významné pri $p < 0,05$.

Výsledky a diskusia

Výsledky merania vodnej aktivity, obsahu sušiny, hrubého proteínu a popola v trvanlivom pečive sú uvedené v tabuľke 2. Prídavok sladového kvetu významne zvýšil obsah sušiny z 89,26 % (kontrola) na 91,12 % pri 15 % prídavku sladového kvetu (S15). Aborus et al. (2016) potvrdili, že sladový kvet obsahuje vysoké množstvo sušiny, sacharidov a bielkovín. Obsah popola sa zvýšil z 1,86 % na 2,39 % (S15), čo korešponduje s výsledkami Abdullah et al. (2022), ktorí pri nahradení pšeničnej múky naklíčenou jačmennou múkou zaznamenali zvýšenie obsahu popola a bielkovín. Podobné zistenia uviedli Ikuomola et al. (2017), kde obsah popola v sušienkach stúpol z 1,41 % na 1,81 % po pridaní jačmenného otrubového prášku. Hrubý proteín sa významne zvýšil ($p < 0,05$) s rastúcim obsahom sladového kvetu – z 9,12 % (kontrola) na 10,06 % (S15). Bota et al. (2019) uvádzajú, že nahradenie 5–10 % sladového kvetu poskytlo výrobky s vysokým obsahom bielkovín a vlákniny. Chemické zloženie sladového kvetu sa líši podľa odrody jačmeňa, procesu sladovania a skladovania (Peyrat-Maillard et al., 2001). Hoehnel et al. (2020) uvádzajú, že prídavok sladového kvetu zlepšil kvalitu bielkovín a aminokyselinový profil pšeničného chleba, zatiaľ čo Salama et al. (1997) zaznamenali nárast vlákniny a bielkovín približne o 1 % pri 5 % prídavku. Abdullah et al. (2022) demonštrovali zvýšenie obsahu bielkovín, tukov, popola a β -glukánov vo všetkých hodnotených pekárskych výrobkoch.

Tabuľka 2: Chemické parametre hodnoteného trvanlivého pečiva

Vzorka	Sušina (%)	Popoloviny (%)	Hrubý proteín (%)	A_w
K	89,26 b	1,86 a	9,12 b	0,65 c
S5	88,37 a	2,30 b	8,43 a	0,66 c
S10	90,49 c	2,17 b	9,78 c	0,58 b
S15	91,12 d	2,39 b	10,06 c	0,53 a

a-d = homogénne skupiny, rôzne písmená pri priemernej hodnote označujú štatisticky významné rozdiely medzi vzorkami. ($p < 0,05$), K (kontrola pšeničná múka), S5 (vzorka 5% prídavok sladového kvetu), S10 (vzorka 10% prídavok sladového kvetu), S15 (vzorka 15% prídavok sladového kvetu)

Vodná aktivita (a_w) je kritickým faktorom ovplyvňujúcim zdravotnú bezpečnosť, rast mikroorganizmov a trvanlivosť produktu (Linkešová a Paveleková, 2007). Prídavok sladového kvetu významne znížil a_w krekrov, čím sa zlepšila ich trvanlivosť. Na základe nameraných hodnôt môžeme považovať pečivo za trvanlivé, s $a_w < 0,6$, pričom trvanlivé pekárské výrobky dosahujú $a_w \leq 0,65$ (Vyhláška MPA RV SR, 2014).

Senzorické hodnotenie

Výsledky senzorického hodnotenia (tab. 3) trvanlivého pečiva ukázali, že vôňa, cudzia vôňa a konzistencia nevykazovali významné rozdiely medzi vzorkami. Naopak, významné rozdiely ($p < 0,05$) boli zaznamenané vo vzhľade, intenzite vône, chuti, dochuti a celkovej prijateľnosti. Najlepšie hodnotenie celkového vzhľadu získala vzorka s 5% prídavkom sladového kvetu (S5, 7,8 bodov), pravdepodobne v dôsledku podobnosti farby s celozrnnými výrobkami (Spence, 2015), zatiaľ čo kontrolná vzorka dosiahla 6,87 bodov. Vôňa bola najlepšie hodnotená pri 10–15 % prídavku, pričom intenzita vône bola výrazne vyššia pri S15 (6,47) oproti kontrole (4,93). Najlepšia chuť bola zaznamenaná pri S5 (6,93), zatiaľ čo S15 dosiahla najnižšiu hodnotu chute (5,73), čo naznačuje negatívny vplyv vyšších prídavkov sladového kvetu na výslednú chuť. Dochuť krekrov sa zintenzívnila s rastúcim obsahom sladového kvetu; S15 získala najnižšie hodnotenie (4), pričom hodnotitelia opisovali chuť po slame a sene. Celková prijateľnosť bola najvyššia pri S5 (7,07) a najnižšia u kontroly (5,47), čo naznačuje, že prídavok do 10 % pozitívne ovplyvnil organoleptické vlastnosti, zatiaľ čo vyššie množstvá (15 %) môžu znižovať celkovú prijateľnosť. Podobné zistenia uvádzajú Chis et al. (2020), ktorí preukázali, že optimálny prídavok sladového kvetu zlepšuje arómu, farbu a chuť potravín. Mohammadi et al. (2021) potvrdili, že vhodne zvolený prídavok sladových klíčkov zlepšuje celkové senzorické vlastnosti fermentovaných výrobkov.

Tabuľka 3: Senzorické parametre hodnoteného trvanlivého pečiva

Vzorka	K	S5	S10	S15
Vzhľad	6,87 a	7,8 b	7,67 ab	7,33 ab
Vôňa (celková)	6,07 a	6,53 a	7,0 a	6,8 a
Vôňa (intenzita)	4,93 a	5,47 ab	5,8 ab	6,47 b
Cudzia vôňa	7,67 a	7,8 a	7,6 a	7,47 a
Konzistencia	6,8 a	6,8 a	6,87 a	6,0 a
Chuť (celková)	4,8 a	6,93 b	6,33 b	5,73 ab
Chuť (intenzita)	4,93 a	6,47 ab	6,13 ab	6,67 b
Dochuť	6,67 b	5,67 ab	5,93 b	4,0 a
Celková prijateľnosť	5,47 a	7,07 b	6,6 ab	5,93 ab

a-d = homogénne skupiny, rôzne písmená pri priemernej hodnote označujú štatisticky významné rozdiely medzi vzorkami. ($p < 0,05$), K (kontrola pšeničná múka), S5 (vzorka 5% prídavok sladového kvetu), S10 (vzorka 10% prídavok sladového kvetu), S15 (vzorka 15% prídavok sladového kvetu)

Záver

Na základe výsledkov možno konštatovať, že prídavok sladového kvetu do trvanlivého pečiva významne ovplyvňuje chemické a senzorické vlastnosti výrobkov. Vyšší obsah popolovín a hrubého proteínu vo výrobkoch s prídavkom sladového kvetu poukazuje na zvýšenú nutričnú hodnotu pekárskych výrobkov. Súčasne sa zvýšil obsah sušiny a znížila

vodná aktivita, čo priaznivo ovplyvňuje trvanlivosť výrobkov. Senzorické hodnotenie ukázalo, že prídavok 5–10 % sladového kvetu pozitívne zlepšuje vzhľad, arómu, chuť a celkovú prijateľnosť, zatiaľ čo vyššie prídavky (15 %) môžu negatívne ovplyvniť chuťové vlastnosti výrobkov. Výsledky naznačujú, že integrácia vedľajších produktov zo sladovníctva do pekárskeho sektora predstavuje sľubný prístup na zvýšenie nutričnej hodnoty a senzorickej kvality výrobkov. Tento prístup zároveň podporuje environmentálnu udržateľnosť a efektívnejšie využívanie surovín, pričom otvára priestor pre ďalší výskum a inovácie v potravinárskom priemysle.

Literatúra

- Abdullah, M., Tufail, T., Hussain, M., Nadeem, M., Owais, M., Zulkiffal, M., Al Jbawi, E. 2022. Effect of sprouted barley flour on the quality wheat of bread, biscuits and cakes. *Cogent Food & Agriculture*, vol. 8, no. 1, pp. 1-14. <https://doi.org/10.1080/23311932.2022.2122272>
- Bota, M., Chis, S., Pop, C., Berbecea, A., Alexa, E., Muste, S. 2019. Spent malt rootlets - A new potential ingredient for functional foods. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, vol. 25, no. 2, pp. 46-50.
- Hoehnel, A., Bez, J., Petersen, I.L., Amarowicz, R., Juśkiewicz, J., Arendt, E.K., Zannini, E. 2020. Enhancing the nutritional profile of regular wheat bread while maintaining technological quality and adequate sensory attributes. *Food Function*, vol. 11, pp. 4732–4751. <https://doi.org/10.1039/D0FO00671H>
- Chis, M.S., Pop, A., Păucean, A., Socaci, S.A., Alexa, E., Man, S.M., Bota, M., Muste, S. 2020. Fatty Acids, Volatile and Sensory Profile of Multigrain Biscuits Enriched with Spent Malt Rootlets. *Molecules*, vol. 25, no. 3, pp. 442. <https://doi.org/10.3390/molecules25030442>
- Ikuomola, D.S., Otutu, O.L., Oluniran, D.D. 2017. Quality assessment of cookies produced from wheat flour and malted barley (*Hordeum vulgare*) bran blends. *Cogent Food & Agriculture*, vol. 3, no. 1, pp. 1-12. <https://doi.org/10.1080/23311932.2017.1293471>
- ICC Standard No. 105/2, 1994, Determination of Crude Protein in Cereals and Cereal Products for Food and for Feed.
- ICC Standard No. 110/1, 1976, Determination of the Moisture Content of Cereals and Cereal Products (Practical method).
- ICC Standard No.104/1, 1990, Determination of Ash in Cereals and Cereal Products.
- ISO 6658:2017 Sensory analysis. Methodology. General guidance.
- Koistinen, V.M., Tuomainen, M., Lehtinen, P. 2020. Side-stream products of malting: a neglected source of phytochemicals. *Science of Food*, vol. 4, no. 1, pp. 1-5. <https://doi.org/10.1038/s41538-020-00081-0>
- Linkešová, M., Paveleková, I. 2007. Vybrané kapitoly z chemickej a potravinárskej technológie. ISBN 978808082170
- Loučka, R., Homolka, P., Jančík, F., Kubelková, P., Tyrolová, Y., Výborná, A. 2018. Využití vedlejších produktu pivovarského průmyslu v živočišné výrobě. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha Uhřetěves. ISBN 978-80-7403-194-6.
- Mohammadi, M., Nouri, L., Mortazavian, A. M. 2021. Development of a functional synbiotic beverage fortified with different cereal sprouts and prebiotics. *Journal of Food Science and Technology*, vol. 58, no. 1-9, pp. 4185-4193. <https://doi: 10.1007/s13197-020-04887-4>

- Neylon, E., Arendt, E. K., Lynch, K. M., Zannini, E., Bazzoli, P., Monin, T., Sahin, A.W. 2020. Rootlets, a Malting By-Product with Great Potential. *Fermentation*, vol. 6, no. 4, pp. 117. <https://doi.org/10.3390/fermentation6040117>
- Peyrat-Maillard, M.N., Bonnely, S., Rondini, L., Berset, C. 2001. Effect of vitamin C and vitamin E on the antioxidant activity of malt rootlets extract. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 34, no. 3, pp. 176-182. <https://doi.org/10.1006/fstl.2001.0752>
- Salama, A.A., El-Sahn, M.A., Mesallam, A.S., Shehata, A.M.E. 1997. Evaluation of the quality of bread, biscuit and butcher's sausage supplemented with rootlets of malt sprouts. *Food/Nahrung*, vol. 41, pp. 228–231. <https://doi.org/10.1002/food.19970410409>
- Sentís-Moré, P., Ortega-Olive, N., Egea-Vilches, C. Romero-Fabregat, M-P. 2023. Screening of protein hydrolysates from malt rootlets and their relationship with technological properties. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 182, pp. 114864. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114864>
- Slovenská Republika. Vyhláška MPaRV SR z januára 2014 o pekárskech výrobkoch, cukrárskech výrobkoch a cestovinách, podľa § 3 ods. 1 a § 30 ods. 1 zákona Národnej rady Slovenskej republiky č. 152/1995 Z. z. o potravinách. <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2014-24>
- Statsoft, INC. 2014. Statistica (data analysis software system), version 12.5 www.statsoft.com.
- Spence, CH. 2015. On the psychological impact of food colour. *Flavour*, vol. 4, no. 21., pp. 1-16. <https://doi.org/10.1186/s13411-015-0031-3>

PodĎakovanie: Práca bola uskutočnená vďaka finančnej podpore projektu KEGA 002SPU-4/2025.

Kontaktná adresa

Ing. Miriam Solgajová, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail: miriam.solgajova@uniag.sk

Modelování růstu emetických kmenů *Bacillus cereus* v pšeničných bezvaječných těstovinách

Modelling the Growth of Emetic Bacillus Cereus in Wheat Egg-Free Pasta

Stojanová, K.¹, Bursová, Š.¹, Necidová, L.¹, Haruštiaková, D.², Pechanová, K.¹, Mátl, P.¹

¹Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Česká republika

²Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Brno, Česká republika

Souhrn

Studie byla zaměřena na hodnocení růstu emetických kmenů *Bacillus cereus* ve vařených bezvaječných pšeničných těstovinách při teplotách 4, 15, 24 a 33 °C za použití prediktivního modelování. Počet životaschopných buněk byl stanoven na MYP agaru (30 °C, 24 h). Bylo zjištěno, že bakterie se efektivně množí při teplotách 15, 24 a 33 °C, zatímco při 4 °C došlo po krátké lag-fázi k úbytku populace. Růstové křivky byly modelovány pomocí modifikovaného Gompertzova modelu. Výsledky ukazují, že pro zajištění bezpečnosti potravin je nezbytné uchovávat vařené těstoviny při teplotě nepřesahující 4 °C, jelikož při skladování při 24 °C a 33 °C dochází k výraznému zkrácení lag-fáze a rychlému množení *B. cereus*, což může vést k produkci emetického toxinu během několika hodin.

Klíčová slova: prediktivní mikrobiologie, Gompertzův model, rychlost růstu, lag fáze

Abstract

The study focused on evaluating the growth of emetic *Bacillus cereus* strains in cooked egg-free wheat pasta at temperatures of 4, 15, 24, and 33 °C with the use of predictive modeling. The number of viable cells was determined on MYP agar (30 °C, 24 h). It was found that the bacteria multiplied effectively at temperatures of 15, 24, and 33 °C, while at 4 °C, there was a decline in population after a short lag phase. Growth curves were modeled using a modified Gompertz model. The results show that to ensure food safety, it is necessary to store cooked pasta at a temperature not more than 4 °C, because storage at 24 °C and 33 °C leads to a significant shortening of the lag phase and rapid multiplication of *Bacillus cereus*, which can cause cereulide production in a few hours.

Key words: predictive microbiology, Gompertz model, lag phase, growth rate

Úvod

Kontaminace emetickým toxinem cereulidem, produkovaným bakterií *Bacillus cereus*, je často spojována se škrobnatými potravinami, které patří mezi oblíbené součásti jídelníčku. Toxin cereulid je odolný vůči běžnému tepelnému ošetření i kyselému prostředí. Po konzumaci kontaminované potraviny se příznaky intoxikace, zejména nevolnost a zvracení, obvykle objevují během 1–5 hodin a zpravidla do 24 hodin odezní (Meng et al., 2022).

Problematika kontaminace *B. cereus* byla zkoumána například u vařené rýže (Bursová et al., 2024). Také Juneja et al. (2019) se touto problematikou zabývali a ve své studii vyvinuli model predikující růst tohoto druhu ze spor během chlazení vařených těstovin. Bezpečnost potravin je úzce spjata s potlačením nežádoucích mikroorganismů či prevencí jejich množení. Významným nástrojem v tomto směru jsou prediktivní matematické

modely, které dokáží předpovědět růst a chování mikroorganismů v potravinách, což umožňuje následně posoudit, zda budou potraviny za daných podmínek z mikrobiologického hlediska bezpečné (Stavropoulou & Bezirtzoglou, 2019). K popisu růstu mikroorganismů v čase se nejčastěji využívají primární matematické modely, například Buchananův nebo Gompertzův (Taiwo et al., 2024).

Cílem této studie bylo s využitím Gompertzova modelu charakterizovat dynamiku růstu *B. cereus* ve vařených pšeničných bezvaječných těstovinách při různých skladovacích teplotách.

Materiál a metodika

Přehled kmenů *B. cereus* využitých při hodnocení dynamiky růstu této bakterie ve vařených pšeničných bezvaječných těstovinách je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1: Použité emetické kmeny *B. cereus* a jejich původ

Kmen	Původ (vzorek)	Sbírka
<i>Bacillus cereus</i> 302	segedínský guláš, houskový knedlík	VETUNI
<i>Bacillus cereus</i> 335	karbanátek, žampionová omáčka, bramborové pyré	VETUNI
<i>Bacillus cereus</i> 634	vaječné těstoviny	VETUNI
<i>Bacillus cereus</i> DSM 4312	případ otravy jídlem	DSZM

DSM – German Collection of Microorganisms and Cell Cultures GmbH (Braunschweig, Germany); VETUNI – Sbírka Ústavu hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Veterinární univerzita Brno (Brno, Česká republika)

Suspenze spor byla připravena samostatně pro každý kmen *B. cereus*. Testovaný kmen byl nejprve hadovitým pohybem naočkován na šikmý trypton-sojový agar (TSA; HiMedia Laboratories Pvt. Ltd., Mumbai, Indie; pH 7) a inkubován aerobně při 30 °C po dobu 24 hodin. Po inkubaci byla kultura asepticky resuspendována ve 2 ml sterilního fyziologického roztoku a následně naočkována na povrch sporulačního média v Roux láhvi. Sporulační médium tvořil živný agar (pH 7,4) doplněný 0,5 % glukózy a 0,003 % síranu manganatého. Inkubace probíhala aerobně při 30 °C po dobu šesti dnů.

Bakteriální biomasa byla z povrchu média uvolněna pomocí sterilních skleněných kuliček do 20 ml sterilního fyziologického roztoku. Vzniklá suspenze byla asepticky přenesena do sterilní zkušavky a odstředěna při 4 400 rpm po dobu 10 minut. Po odstranění supernatantu byl sediment resuspendován ve sterilním fyziologickém roztoku a znovu odstředěn; tento promývací postup byl zopakován třikrát. Po posledním promytí byl sediment buněk resuspendován v 50 ml sterilního fyziologického roztoku (na koncentraci cca 10^8 KTJ·ml⁻¹), ošetřen ultrazvukem (15 minut, 38 kHz) a uchováván při 4 °C. Přítomnost spor byla ověřena mikroskopicky barvením za tepla 5% roztokem malachitové zeleně s následným dobarvením karbolfuchsinem.

K inokulaci vařených pšeničných bezvaječných těstovin byla použita směs čtyř sbírkových kmenů *B. cereus* (tabulka 1). Suspenze spor jednotlivých kmenů byly smíchány v poměru 1 : 1 : 1 : 1 a tepelně ošetřeny zahřátím na 85 °C po dobu 10 minut za účelem inaktivace případných vegetativních buněk a aktivace spor. Po zchlazení a naředění byla směs použita k inokulaci těstovin.

Vařené pšeničné bezvaječné těstoviny (připravené dle pokynů výrobce přímo v laboratoři) byly po 10 g asepticky rozděleny do sterilních homogenizačních sáčků s filtrem. Pro každou ze čtyř sledovaných teplot (4, 15, 24 a 33 °C) byly připraveny čtyři sady vzorků (A, B, C a kontrolní vzorky nezaočkované *B. cereus*). Vzorky sad A, B a C byly následně inokulovány připravenou směsnou suspenzí sbírkových kmenů tak, aby byla dosažena výchozí koncentrace přibližně 10^2 KTJ·g⁻¹. Odběr vzorků ke stanovení počtu *B. cereus* byl proveden v různých časových intervalech během skladování při odlišných teplotách (viz tabulka 2). Počet bakterií byl určen roztěrem 0,2 ml příslušného ředění vzorku na povrch Mannitol Yolk Polymyxin B agaru (MYP agar, Oxoid Ltd.) s aerobní inkubací při 30 °C po dobu 24 hodin.

Tabulka 2: Časové intervaly odběrů vzorků v závislosti na teplotě skladování

Teplota skladování	Doba skladování/časový interval (h)												Celkem vzorků (1 sada)
4 °C	0	12	24	48	72	96	168	192	216	240	264	336	12
15 °C	0	3	6	8	10	12	24	31	48	55	72	79	12
24 °C	0	3	6	8	10	12	24	31	48	55	72	79	12
33 °C	0	1	2	3	4	6	8	10	12	24	31	48	12

Zjištěné počty (KTJ·g⁻¹) byly transformovány pomocí dekadického logaritmu. Tyto hodnoty sloužily k výpočtu průměrných hodnot a směrodatných odchylek a k tvorbě růstových modelů.

K popisu růstu *B. cereus* byl použit lineární regresní model pro data při 4 °C a nelineární Gompertzův model (Gibson et al., 1988; Zwietering et al., 1990) pro vyšší teploty. Data byla zpracována v softwaru R s využitím knihovny „nlsMicrobio“ (R Core Team, 2024).

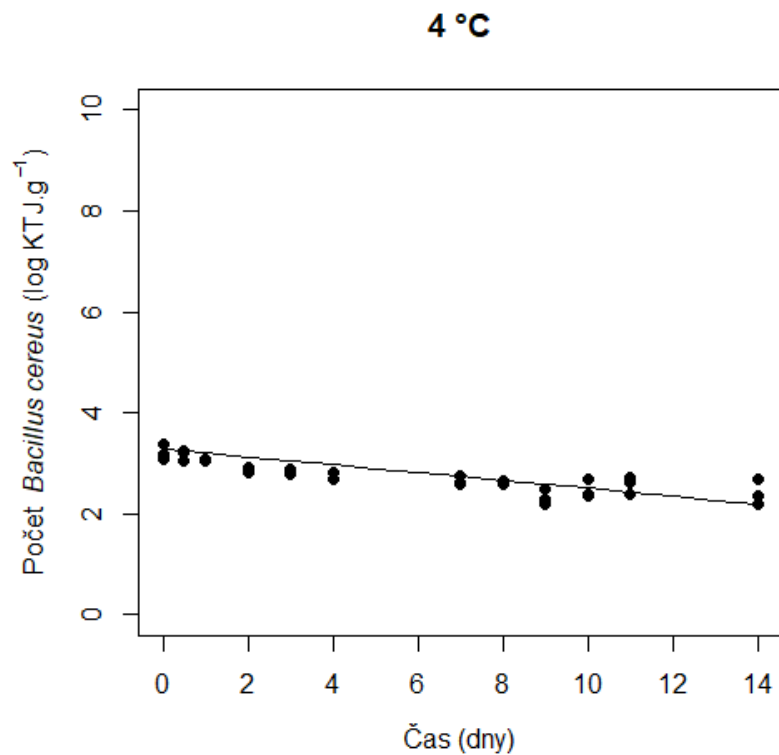
Výsledky a diskuze

Na obrázku 1–4 jsou uvedeny růstové křivky *B. cereus* při jednotlivých skladovacích teplotách. Při teplotě 4 °C nebyl po dobu 14 dnů zaznamenán žádný nárůst počtu buněk, což naznačuje, že populace zůstala po celou dobu v lag-fázi. Při vyšších teplotách byly zaznamenány kompletní růstové křivky.

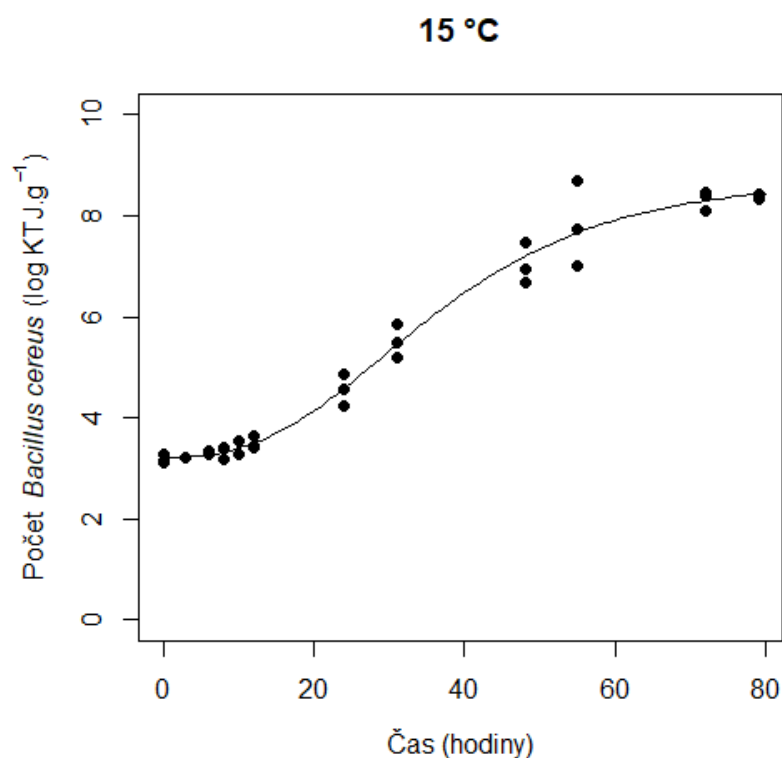
Se zvyšující se teplotou skladování rostla i rychlost růstu *B. cereus* a zkracovala se délka lag-fáze (viz tabulka 3). Při 15 °C bylo maxima počtu buněk dosaženo až na konci sledovaného období (79 h), zatímco při 24 °C již po zhruba 30 hodinách a při 33 °C po přibližně 15 hodinách (obrázek 2–4).

Tabulka 3: Parametry vytvořených Gompertzových růstových modelů

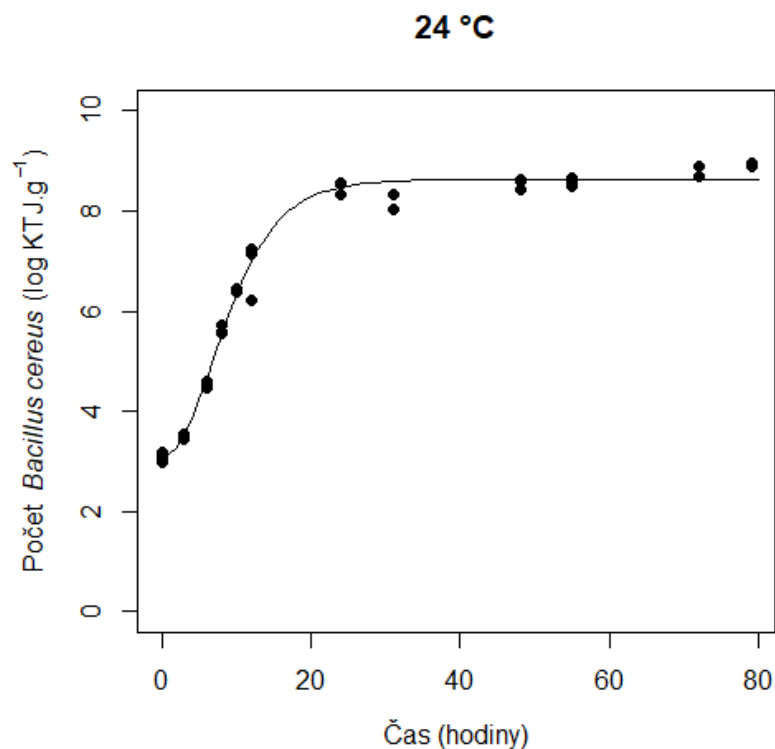
Teplota skladování	Délka lag-fáze (h)	Rychlost růstu (ln KTJ g ⁻¹ .h ⁻¹)	Min (log KTJ.g ⁻¹)	Max (log KTJ.g ⁻¹)
15 °C	12,745 ± 2,269	0,286 ± 0,023	3,179 ± 0,113	8,681 ± 0,210
24 °C	2,205 ± 0,675	1,013 ± 0,065	2,966 ± 0,172	8,629 ± 0,059
33 °C	0,744 ± 0,427	1,951 ± 0,121	2,896 ± 0,243	8,863 ± 0,091



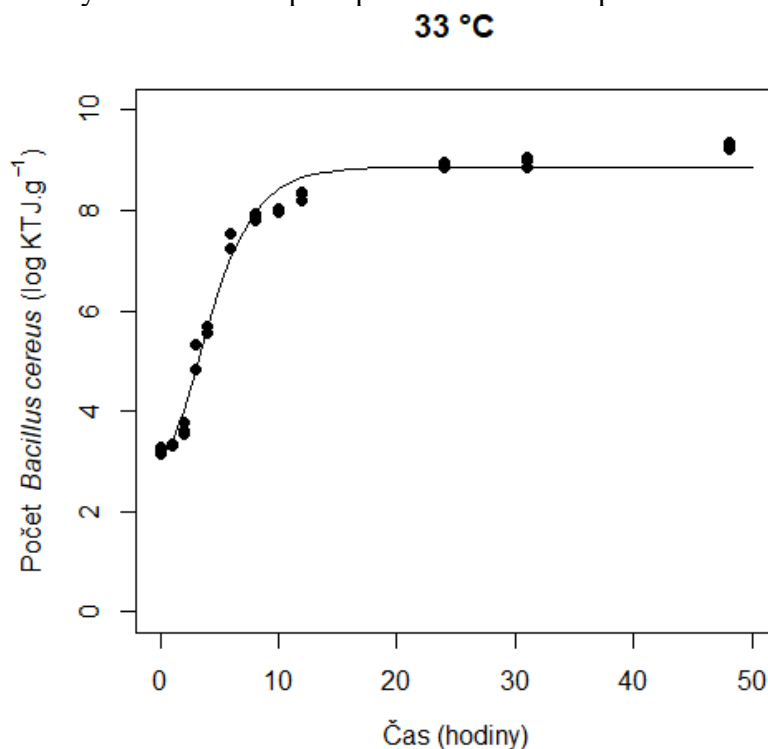
Obrázek 1: Pozorované (body) a predikované hodnoty (křivky) počtu *B. cereus* ve vařených pšeničných těstovinách při teplotě 4 °C – lineární model



Obrázek 2: Pozorované (body) a predikované hodnoty (křivky) počtu *B. cereus* ve vařených pšeničných těstovinách při teplotě 15 °C – Gompertzův model



Obrázek 3: Pozorované (body) a predikované hodnoty (křivky) počtu *B. cereus* ve vařených pšeničných těstovinách při teplotě 24 °C – Gompertzův model



Obrázek 4: Pozorované (body) a predikované hodnoty (křivky) počtu *B. cereus* ve vařených pšeničných těstovinách při teplotě 33 °C – Gompertzův model

Juneja et al. (2019) ve své studii dospěli k obdobným výsledkům. I v jejich experimentu se s rostoucí teplotou skladování zkracovala lag-fáze růstu *Bacillus cereus*. Srovnatelné

hodnoty byly zaznamenány při 15 °C (tato studie) vs. 16 °C (Juneja et al., 2019), 24 °C vs. 25 °C a 33 °C vs. 34 °C. Je však nutné zdůraznit, že na rozdíl od této studie, kde byla sledována i nízká skladovací teplota 4 °C, práce Juneja et al. (2019) nezačínala měřením pod 13 °C. Výsledky získané při 4 °C proto nelze s jejich daty přímo porovnat.

Závěr

Pro hodnocení bezpečnosti a zdravotní nezávadnosti potravin je zásadní znát dynamiku růstu patogenních bakterií a vliv skladovací teploty na rychlost jejich množení. Z hlediska bezpečnosti je nutné vařené pšeničné bezvažecné těstoviny po přípravě co nejrychleji zchladit a uchovávat při teplotě do 4 °C, jak stanovuje vyhláška č. 137/2004 Sb. (Česká republika, 2004). Skladování při pokojové teplotě (24 °C) nebo vyšší je nevhodné, protože během několika hodin může dojít k významnému pomnožení *B. cereus*, což zvyšuje riziko tvorby toxinů a následné intoxikace. Vyšší teploty zároveň urychlují růst těchto bakterií.

Literatura

- Bursová, Š., Haruštiaková, D., Necidová, L., Krobotová, E., Mlejnková, Z., Tkáč, M., Stojanová, K., Golian, J. 2024. Evaluation of *Bacillus cereus* growth in cooked rice. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 14, no. 1, pp. 7. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.10985>
- Česká republika. Ministerstvo zdravotnictví. Vyhláška č. 137/2004 Sb., o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných. *Sbírka zákonů České republiky*. 2004, částka 44, s. 2485–2491
- Gibson, A. M., Bratchell, N., Roberts, T. A. 1988. Predicting microbial growth – growth responses of salmonellae in a laboratory medium as affected by pH, sodium chloride and storage temperature. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 6, no. 2, pp. 155–178. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(88\)90051-7](https://doi.org/10.1016/0168-1605(88)90051-7)
- Juneja, V. K., Golden, C. E., Mishra, A., Harrison, M. A., Mohr, T. B. 2019. Predictive model for growth of *Bacillus cereus* at temperatures applicable to cooling of cooked pasta. *Journal of Food Science*, vol. 84, no. 3, s. 590–598. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14448>
- Meng, J.-N., Liu, Y.-J., Shen, X., Wang, J., Xu, Z.-K., Ding, Y., Beier, R. C., Luo, L., Lei, H.-T., Xu, Z.-L. 2022. Detection of emetic *Bacillus cereus* and the emetic toxin cereulide in food matrices: Progress and perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 123, pp. 322–333. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.03.023>
- R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. 2024, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Stavropoulou, E. & Bezirtzoglou, E. 2019. Predictive Modeling of Microbial Behavior in Food. *Foods*, vol. 8, no. 12: 654. <https://doi.org/10.3390/foods8120654>
- Taiwo, O. R., Onyeaka, H., Oladipo, E. K., Oloke, J. K., Chukwugozie, D. C. 2024. Advancements in predictive microbiology: Integrating new technologies for efficient food safety models. *International Journal of Microbiology*, vol. 2024, no. 1, pp. 21. <https://doi.org/10.1155/2024/6612162>
- Zwietering, M., Jongenburger, I., Rombouts, F. M., Van, T. 1990. Modeling of the bacterial growth curve. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 56, no. 6, s. 1875–1881. <https://doi.org/10.1128/aem.56.6.1875-1881.1990>

Poděkování

Tato práce byla finančně podpořena Interní grantovou agenturou VETUNI Brno, projekt č. 228/2025/FVHE.

Kontaktní adresa

Bc. Ing. Kateřina Stojanová, VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: stojanovak@vf.u.cz

Vliv způsobu rafinace slunečnicového oleje na jeho kvalitu *Impact of Refining Method on Sunflower Oil Quality*

Šístková, I., Rajchl, A., Kyselka, J., Čížková, H.

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Souhrn

Slunečnicový olej je na čtvrtém místě, co se týče celosvětové produkce rostlinných olejů, v České republice se vedle řepkového oleje řadí k nejčastěji používaným olejům v potravinářství. Tato studie porovnává chemicko-fyzikální vlastnosti slunečnicového oleje získaného šetrnou fyzikální rafinací a konvenční (alkalickou) rafinací. Oba vzorky vykazují nízké hodnoty kyselosti (0,4 resp. 0,1 mg KOH/g) a peroxidového čísla (1,4 resp. 2,1 mekv. akt. O/kg), splňující limity Codex Alimentarius. Indukční perioda byla srovnatelná (2,4 resp. 3 h), stejně jako obsah barevných pigmentů (<1 mg/kg). Profil mastných kyselin byl typický pro běžný slunečnicový olej s nízkým obsahem *trans* mastných kyselin. Šetrně fyzikálně rafinovaný olej vykazoval vyšší obsah fosforu (21,2 resp. 3,1 mg/kg) a bohatší profil těkavých látek, včetně D-limonenu a α -pinenu, přispívajících k příjemné vůni šetrně fyzikálně rafinovaného oleje (po surovině, lehce oříšková, máslová), oproti neutrálnímu profilu alkalicky rafinovaného oleje. Výsledky ukazují, že šetrná fyzikální rafinace dosahuje požadovaných kvalitativních parametrů a ponechává příjemné senzorické vlastnosti oleje.

Klíčová slova: *slunečnicový olej, šetrná fyzikální rafinace, oxidační stabilita, těkavé látky*

Abstract

Sunflower oil ranks fourth in global vegetable oil production and, together with rapeseed oil, is among the most widely used oils in the Czech food industry. This study compares the physicochemical properties of sunflower oil obtained by mild physical refining and conventional (alkaline) refining. Both samples exhibit low acid values (0.4 and 0.1 mg KOH/g, respectively) and peroxide values (1.4 and 2.1 meq active O/kg, respectively), meeting the limits set by the Codex Alimentarius. The induction period was comparable (2.4 and 3 h, respectively), as was the pigment content (<1 mg/kg). The fatty acid profile was typical for standard sunflower oil, with a low content of *trans* fatty acids. The mild physical refined oil showed a higher phosphorus content (21.2 and 3.1 mg/kg, respectively) and a richer profile of volatile compounds, including D-limonene and α -pinene, which contributes to the pleasant aroma of the physically refined oil (reminiscent of the raw material, slightly nutty, buttery), in contrast to the neutral profile of the alkaline-refined oil. The results indicate that mild physical refining achieves the desired quality parameters while preserving the pleasant sensory properties of the oil.

Key words: *sunflower oil, mild physical refining, oxidative stability, volatile compounds*

Úvod

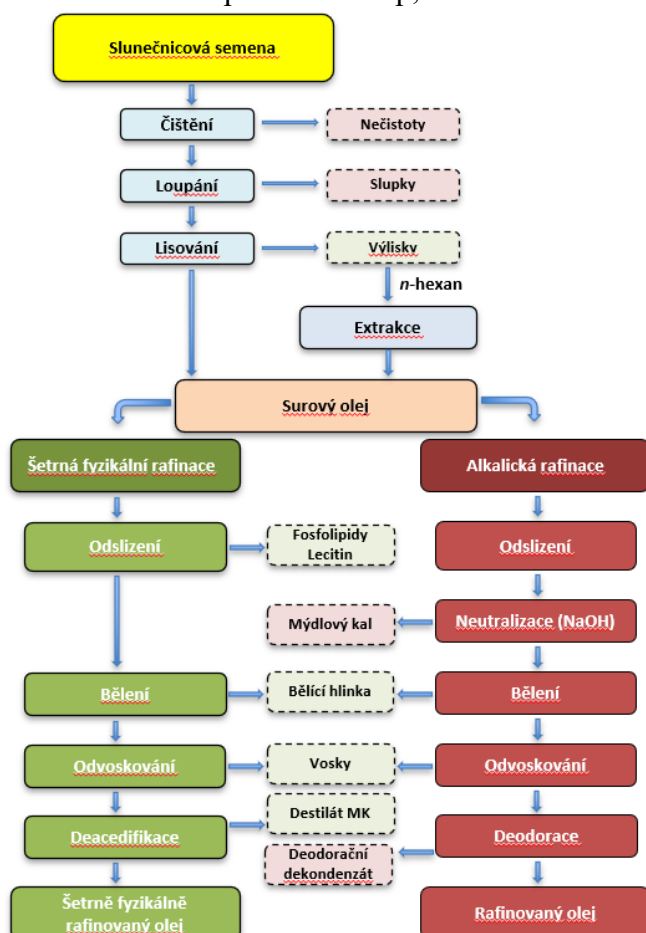
Slunečnicový olej je, za palmovým, slunečnicovým a řepkovým olejem, na čtvrtém místě, co se týče celosvětové produkce rostlinných olejů. Největšími producenti jsou Ukrajina (skoro 30 % celosvětové produkce) a Rusko (přes 26 % celosvětové produkce) (ReportLinker, 2024). V České republice byla slunečnice tradičně druhou nejpěstovanější olejinou za řepkou olejkou, se snižující se výměrou osevní plochy, v roce 2023 o 11,9 %

na 19 802 ha, ji však předčily mák setý a sója luštinatá (Ministerstvo zemědělství ČR, 2024).

Semeno slunečnice roční (*Helianthus annuus*) obsahuje po odslupkování přibližně 55 % oleje a jsou šlechtěny různé odrůdy s rozdílným podílem kyseliny olejové. Běžný slunečnicový olej obsahuje 14–39 % kyseliny olejové a 48–74 % kyseliny linolové, typ HOSO (high oleic sunflower oil) obsahuje 75–90 % kyseliny olejové a jen 2–17 % kyseliny linolové (Codex Alimentarius, 2013). Se zvyšujícím se obsahem kyseliny olejové v oleji se zvyšuje tepelná stabilita a odolnost proti oxidaci. Z tohoto důvodu jsou oleje typu HOSO využívány místo palmového oleje k průmyslovému smažení. V běžné kuchyni se hodí do salátů, na vaření i smažení (Filip, 2012).

Proces výroby slunečnicového oleje zahrnuje několik fází: sklizeň a čištění semen, drcení semen (včetně čištění, vložkování a hydrotermální úpravy), izolaci surového oleje buď šnekovým lisováním (za studena nebo za horka, tzv. „hexan-free technologie“), nebo extrakcí hexanem a konečnou rafinací surového řepkového oleje (filtrací, odstraňováním slizu – neutralizací, bělením, odvoskováním – winterizací a deodorací/deacidifikací) za vzniku jedlého slunečnicového oleje (Filip, 2012).

Tato práce se zabývá porovnáním šetrně fyzikálně rafinovaného slunečnicového oleje s konvenčně (alkalicky) rafinovaným slunečnicovým olejem, tedy rozdílů oleje získaného lisováním s následnou fyzikální rafinací zakončenou destilací na krátké cestě a oleje extrahovaného hexanem s následnou alkalickou rafinací. Rozdíl v technologii je uveden na obrázku 1 dle podkladů Filip, 2012.



Obrázek 1: Porovnání šetrné fyzikální a konvenční alkalické rafinace slunečnicového oleje

Materiál a metodika

Vzorky

Vzorek šetrně fyzikálně rafinovaného slunečnicového oleje byl dodán společností FABIO PRODUCT spol. s r.o. (Jičín, Česká republika), vzorek konvenčně (alkalicky) rafinovaného slunečnicového oleje byl zakoupen v tržní síti České republiky.

Číslo kyselosti a peroxidové číslo

Číslo kyselosti (ČK) bylo stanoveno podle normy ISO 660:2020, peroxidové číslo (PČ) bylo stanoveno podle normy ISO 3960:2017.

Indukční perioda

Indukční perioda byla měřena pomocí softwaru Rancimat, 2,5 g vzorku bylo umístěno do vyhřívaného bloku udržovaného na teplotě přibližně $120 \pm 1,6$ °C. Aparatura byla vybavena přívodem vzduchu rychlostí 20 l/h, což usnadňuje probublávání a oxidaci vzorků.

Obsah karotenoidů a chlorofylu

Vzorek oleje (10 g) byl rozpuštěn v n-hexanu a intenzita barvy byla kvantitativně stanovena pomocí spektrofotometru (vlnová délka pro karotenoidy 450 nm a pro chlorofyly 670 nm) při kontrolované teplotě 20 °C, přičemž n-hexan byl použit jako slepý referenční vzorek.

Obsah fosforu

Stanovení glycerofosfolipidů (stanoveno jako obsah fosforu) bylo provedeno podle metody C-III 16a (97) Phosphor-/Phosphatid-Gehalt převzaté z německých standardů DGF-Einheitsmethoden.

Stanovení mastných kyselin

Příprava methylesterů mastných kyselin (FAME) byla provedena podle normy ISO 5509:2000 s mírnou modifikací. Vzorky FAME byly analyzovány kapilární plynovou chromatografií s plamenoionizační detekcí (plynový chromatograf Agilent Technologies 6890).

Stanovení těkavých látek

Izolace těkavých látek byla provedena mikroextrakcí tuhou fází (SPME) na vlákne DVB/CarboxenTM/PDMS StableFlexTM (50/30 µm; Supelco). Separace látek probíhala podle modifikované metody Wei et al. 2012 na plynovém chromatografu 7890B s hmotnostním detektorem 5977A a kolonou HP-5MS 5% Phenyl Methyl Siloxane (30 m x 250 µm x 0,25 µm); vše od firmy Agilent Technologies.

Těkavé látky byly identifikovány porovnáním hmotnostních spekter s databází spekter NIST 14 MS Database a zjištěnými retenčními indexy (RI).

Senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení vzorků provedl panel 20 zkušených hodnotitelů (věk 25–50 let, genderově vyvážený) z Ústavu konzervace potravin (VŠCHT Praha). Hodnotitelé byli proškoleni dle normy ISO 5496:2006 a měli zkušenosti se senzorickým hodnocením olejů. Vzorky byly hodnotitelům předloženy v průhledných plastových kelímcích. Pro senzorické hodnocení příslušných deskriptorů vůně a chuti byla použita profilová metoda. Jednotlivé deskriptory byly hodnoceny na 5bodové hodnotící stupnici intenzity: 0 – nepostřehnutelná až 4 – nejintenzivnější). Barva, její příjemnost a vzhled, byla hodnocena popisnou metodou.

Výsledky a diskuze

U vzorků slunečnicového oleje získaného šetrnou fyzikální rafinací a vzorku získaného alkalickou rafinací byly proměřeny parametry uvedené v tabulce 1. Jak je patrné, rozdíly

mezi vzorky nejsou výrazné. Ukazatele týkající se množství volných mastných kyselin (číslo kyselosti) a stupně oxidace (peroxidové číslo) analyzovaných vzorků dosahují velmi nízkých hodnot. Pro šetrně fyzikálně rafinovaný slunečnicový olej bylo stanoveno ČK 0,4 mg KOH/g a PČ 1,4 mekv. akt. O/kg, resp. pro alkalicky rafinovaný slunečnicový olej 0,1 mg KOH/g a 2,1 mekv. akt. O/kg. Výsledky jsou v souladu s požadavky Codex Alimentarius, který udává limitní hodnotu ČK pro rafinované oleje max 0,6 mg KOH/g, reps. PČ 10 mekv. akt. O/kg. Indukční perioda, tj. doba, po kterou je olej odolný vůči oxidaci za stanovených podmínek, byla srovnatelná pro oba způsoby rafinace (2,4 h pro šetrnou fyzikální rafinaci, resp. 3 h pro alkalickou rafinaci). Stejně tak obsah fosforu se pohyboval v množstvích jednotek až desítek mg/kg, konkrétně 21 mg/kg pro šetrně fyzikálně rafinovaný olej a 3 mg/kg pro alkalicky rafinovaný olej. Obsah barviv, karotenoidů a chlorofylů, byl u obou analyzovaných vzorků <1 mg/kg.

Tabulka 1: Přehled chemicko-fyzikálních parametrů analyzovaných vzorků slunečnicového oleje

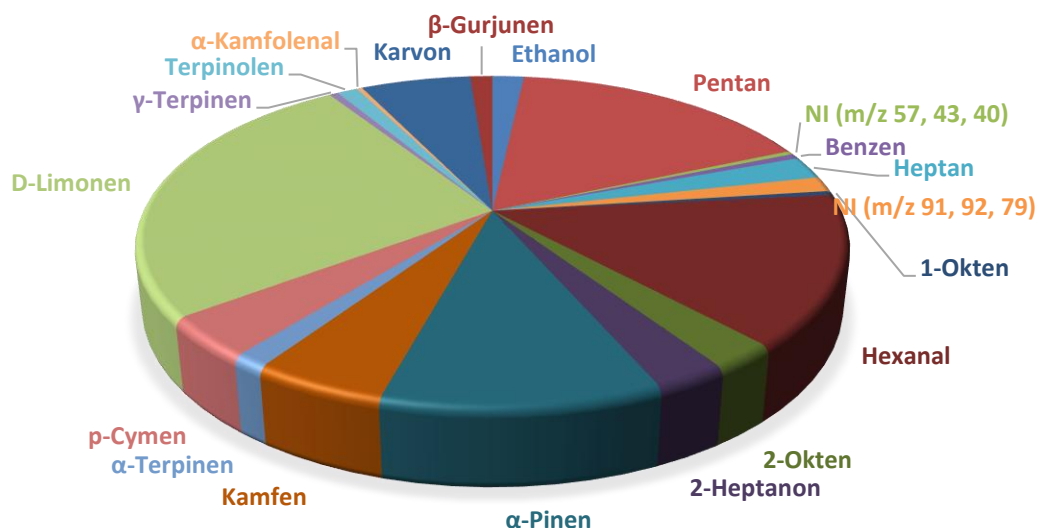
	Šetrně fyzikálně rafinovaný olej	Alkalicky rafinovaný olej
Indukční perioda při teplotě 120 °C (h)	2,4 ± 0,1	3,0 ± 0,1
Číslo kyselosti po výrobě (mg KOH/g)	0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,1
Peroxidové číslo po výrobě (mekv. akt. O/kg)	1,4 ± 0,1	2,1 ± 0,1
Obsah fosforu (mg/kg)	21,2 ± 1,2	3,1 ± 0,2
Karotenoidy (mg/kg)	<1,0	<1,0
Chlorofyly (mg/kg)	<1,0	<1,0

V tabulce 2 je uveden profil mastných kyselin analyzovaných vzorků prezentovaný jako procentuální zastoupení. Z tabulky je patrné, že se jedná o běžné slunečnicové oleje s obsahem kyseliny olejové 31,6 % u šetrně fyzikálně rafinovaného oleje reps. 35,5 % u alkalicky rafinovaného oleje a kyseliny linolové 57,5 % resp. 52,9 %. Obsah *trans* mastných kyselin byl u obou analyzovaných vzorků nízký, 0,01 % resp. 0,04 %. Přičemž povolený maximální obsah *trans* mastných kyselin je podle nařízení Komise (EU) 2019/649 2 g na 100 g tuku.

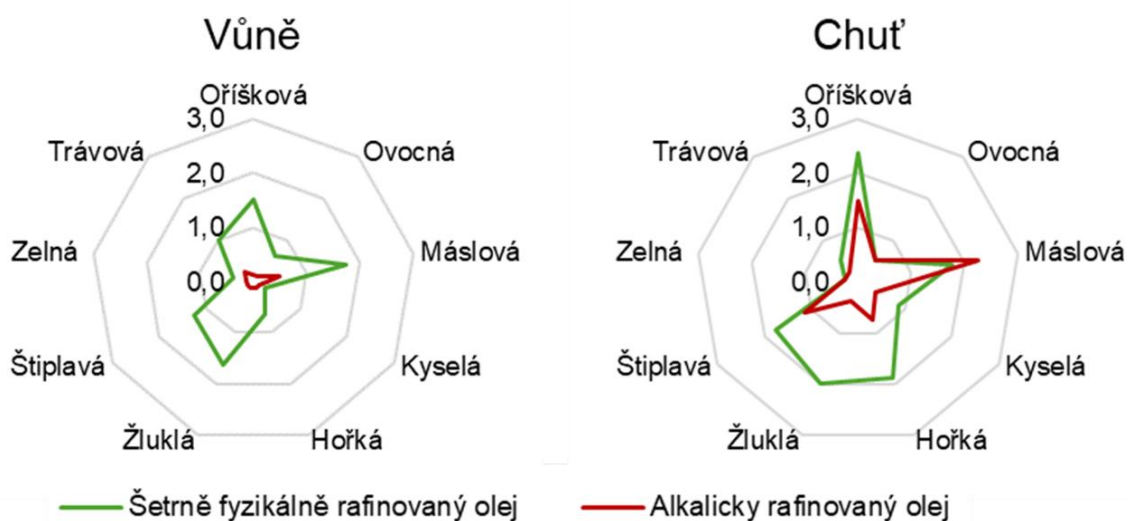
Dle očekávání alkalicky rafinovaný olej byl prostý těkavých látek, obsahoval jen hexanal (trávnová, žluklá vůně), což je produkt oxidace mastných kyselin. Naopak šetrně fyzikálně rafinovaný olej obsahoval 20 těkavých látek, mezi hlavními D-limonen (26 %), pentan (16 %), hexanal (14 %) a α -pinen (10 %), viz obrázek 2. D-limonen, látka s citrusovou vůní, byl v literatuře identifikován jako klíčová složka aroma v oleji z pražených slunečnicových semen, α -pinen (borovicová, dřevitá vůně) se vyskytuje jako přirozená vonná látka v slunečnicových semenech. Mezi další zastoupené látky α -terpinen, *p*-cymen, γ -terpinen a terpinolen, tedy terpenické látky s citrusovou, dřevitou, terpenickou vůní, jež jsou přirozeně syntetizovány v rostlinných semenech. Výsledky stanovení těkavých látek jsou v souladu s výsledky senzorického hodnocení vzorků, kdy šetrně fyzikálně rafinovaný olej měl chuť i vůni lehce oříškovou, máslovou, po surovině, zatímco alkalicky rafinovaný olej měl chuť i vůni jemnou, neutrální. Barva šetrně rafinovaného oleje byla hodnocena jako příjemná, zlatavě žlutá, oproti světle žluté barvě alkalicky rafinovaného oleje. Výsledky senzorického hodnocení jsou uvedeny na obrázku 3.

Tabulka 2: Procentuální zastoupení (%) mastných kyselin v analyzovaných vzorcích slunečnicového oleje

Mastná kyselina (%)	Šetrně fyzikálně rafinovaný olej	Alkalicky rafinovaný olej
C14:0	0,07	0,08
C15:0	0,02	0,02
C16:0	6,36	6,52
C16:1	0,11	0,13
C17:0	0,04	0,04
C17:1	0,09	0,03
C18:0	1,81	3,26
transC18:1	0,01	0,04
cisC18:1	31,63	35,50
cisC18:2	57,45	52,86
C20:0	0,28	0,25
C20:1	0,24	0,15
cisC18:3	0,87	0,05
C20:2	0,02	0,01
C22:0	0,69	0,75
C22:1	0,04	0,02
C20:3	0,03	0,03
C22:2	0,24	0,27
C24:1	0,02	0,00



Obrázek 2: Profil těkavých látek šetrně fyzikálně rafinovaného slunečnicového oleje, vyjádřeno jako procentuální zastoupení (%). Pozn.: NI – neidentifikováno, v závorce jsou uvedeny 3 nejvíce zastoupené fragmenty m/z



Obrázek 3: Senzorické hodnocení intenzity vůně a chuti šetrně fyzikálně a alkalicky rafinovaného slunečnicového oleje

Závěr

Výsledky této práce ukazují, že šetrná fyzikální rafinace slunečnicového oleje poskytuje dostatečnou oxidační stabilitu oleje, účinně odstraňuje nežádoucí látky včetně barviv (karotenoidy a chlorofyly), glycerofosfolipidů, s minimální tvorbou *trans* mastných kyselin. Zároveň šetrná fyzikální rafinace ponechává oleji příjemnou chuť a vůni po surovině s lehkým nádechem oříšků a másla.

Literatura

- ReportLinker. 2024. *Global Sunflower Oil Production Share by Country (Metric Tons)*. [cit. 2025-08-20] Dostupné z: <https://www.reportlinker.com/dataset/dcd990bd7bad93854e04bdcc86fecf5b13bcb6a8>
- Ministerstvo zemědělství ČR. 2024. *Situační a výhledová zpráva: Olejniny 2023–2024*. [cit. 2025-08-20]. Dostupné z: <https://mze.gov.cz/public/portal/mze/-a73266---8kwX9FzS/svz-olejniny-2023-2024?linka=a655042>
- Codex Alimentarius. 2013. *Standard for named vegetable oils*. Codex Stan 210. FAO/WHO, Rome
- Filip, V. (2012) Technologie olejů, tuků, detergent a kosmetiky. In: Kadlec, P., Melzoch, K., Voldřich, M. a kol. *Přehled tradičních potravinářských výrob*. Ostrava: Key Publishing.
- Wei, F. et al. 2012. Varietal and processing effects on the volatile profile of rapeseed oils. *LWT – Food Sci Technol*, vol. 48, no. 2, pp. 323–329. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.04.007>
- Nařízení Komise (EU) 2019/649 ze dne 24. dubna 2019, kterým se mění příloha III nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1925/2006, pokud jde o transmastné kyseliny, jiné než transmastné kyseliny přirozeně se vyskytující v tukách živočišného původu. *Úřední věstník Evropské unie*, L 110, 25. 4. 2019, s. 17–20. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32019R0649>

Poděkování

Tato práce vznikla s finanční podporou Národní agentury pro zemědělský výzkum Ministerstva zemědělství České republiky při řešení projektu QK22010135 (Nové trvale udržitelné způsoby zpracování a využití tuzemských olejnin) v programu ZEMĚ.

Kontaktní adresa

Ing. Iveta Šístková, Ph.D., VŠCHT Praha, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Ústav konzervace potravin, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice, e-mail: iveta.sistkova@vscht.cz

Monitoring obsahu dusičnanů v potravinách rostlinného původu po kulinární úpravě

Monitoring of Nitrate Content in Foods of Plant Origin after Culinary Treatment

Šmoldas, J., Koblasová, D., Vechetová, J., Měřinská, Z.

Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého třída 2952/3a, 612 00 Brno

Souhrn

Dusičnany se přirozeně vyskytují v potravinách rostlinného původu, avšak jejich zvýšený příjem může představovat zdravotní riziko. Centrum zdraví, výživy a potravin (CZVP) Státního zdravotního ústavu (SZÚ) ČR více než 30 let sleduje koncentrace dusičnanů a dusitanů v potravinách v rámci Monitoringu dietární expozice. V období 2006–2024 bylo analyzováno 1600 vzorků zeleniny a dalších potravin rostlinného původu, které před analýzou prošly kulinární úpravou.

Výsledky ukázaly značné rozdíly mezi jednotlivými komoditami. Nejvyšší koncentrace byly zjištěny u listové a košťálové zeleniny, zejména u hlávkového salátu, čínské zeli a špenátu. Ředkvičky výrazně převyšovaly ostatní zástupce kořenové zeleniny. Naopak plodová zelenina, luštěniny, cibulová zelenina či obiloviny obsahovaly nízké koncentrace, většinou v desítkách až stovkách $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Dlouhodobá data vykazují stabilní trend bez výrazných výkyvů. Zjištěné hodnoty jsou v souladu se zahraničními studiemi a slouží jako podklad pro hodnocení dietárního rizika a nastavování legislativních limitů.

Klíčová slova: *dusičnany, monitoring, zelenina, kulinární úprava*

Abstract

Nitrates are naturally present in plant-based foods; however, excessive intake may pose potential health risks. The Centre for Health, Nutrition and Food of the National Institute of Public Health, Czech Republic, has monitored nitrate and nitrite concentrations in foods for more than three decades within the framework of dietary exposure surveillance. Between 2006 and 2024, a total of 1,600 samples of vegetables and other plant-derived foods were analysed, all subjected to culinary processing prior to analysis.

Marked differences among commodities were observed. The highest concentrations occurred in leafy and brassica vegetables, notably lettuce, Chinese cabbage, and spinach. Radishes markedly exceeded other root vegetables, whereas fruiting vegetables, legumes, allium species, and cereals generally contained low concentrations, typically in the range of tens to hundreds of $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Long-term data revealed a stable trend without major fluctuations. The findings are consistent with international studies and provide an essential basis for dietary risk assessment as well as for establishing legislative limits.

Key words: *nitrates, monitoring, vegetables, culinary treatment*

Úvod

Dusík v různých formách je nejrozšířenějším prvkem v atmosféře a zároveň nezbytnou součástí mnoha biomolekul, jako jsou aminokyseliny či nukleové kyseliny. Mezi jeho nejběžnější formy v životním prostředí patří dusičnany, které vznikají přirozeně mikrobiální činností v rámci koloběhu dusíku, ale také v důsledku lidské činnosti.

Významným antropogenním zdrojem jsou široce používaná dusíkatá hnojiva, jež umožňují v moderním zemědělství udržovat vysoké výnosy plodin (Agostini et al., 2010). Vyplavování dusičnanů z hnojené půdy zvyšuje jejich koncentraci v povrchových i spodních vodách, kde jejich koncentrace především v některých obdobích může překračovat povolené limity (D'Haene et al., 2014). Dusičnany jsou z vody a půdy přijímány rostlinami, při překročení asimilační kapacity však dochází k akumulaci těchto sloučenin v rostlinných pletivech. Takto uložené dusičnany se následně prostřednictvím rostlinných potravin dostávají do lidské stravy (Ahmed et al., 2020). Pitná voda a potraviny rostlinného původu představují hlavní zdroje dusičnanů přijímaných lidskou stravou (Karwowska and Kononiuk, 2020). Kromě přirozeného výskytu v surovinách přispívají ke koncentraci dusičnanů v potravinách i konzervanty, jako jsou dusičnan sodný (E 251) a dusičnan draselný (E 252).

Vlivem chemických a mikrobiálních procesů dochází k redukci dusičnanů na škodlivější a méně stabilní dusitany. K této přeměně může docházet v prostředí, při technologickém zpracování potravin, během jejich nevhodného skladování i v samotném lidském organismu (Eisenbrand et al., 2022). Přibližně 5 % přijatých dusičnanů se ve slinách přeměňuje na dusitany, nicméně individuální míra konverze se může u jedinců značně lišit. Tento endogenní zdroj dusitanů představuje 70–80 % celkové dávky, které je tělo vystaveno (EFSA, 2008). V žaludku vzniká vlivem kyselého pH a enzymatické aktivity oxid dusnatý, který hraje roli v prevenci kardiovaskulárních chorob, je spojován se zlepšeným výkonem při cvičení a správnou funkcí endotelových buněk. Na druhou stranu však reakce dusitanů se sekundárními aminy a amidy může vést ke vzniku N-nitroso sloučenin, které jsou považovány za potenciální karcinogeny (Kapil, 2020). Vysoké koncentrace dusitanů jsou obzvláště nebezpečné pro kojence, kteří jsou náchylnější k rozvoji methemoglobinémie (Johnson, 2019). Ačkoliv jsou tedy dusičnany jako takové považovány za relativně neškodné, z nich vznikající škodlivé metabolity byly důvodem k zavedení maximální povolené hladiny v pitné vodě a potravinách.

Podle směrnice Komise 2003/40/ES nesmí koncentrace dusičnanů v pitné vodě překročit hodnotu $50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Společný výbor expertů FAO/WHO pro potravinářská aditiva (JECFA - The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) stanovil přijatelný denní příjem (ADI) pro dusičnany ve výši 0–3,7 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ tělesné hmotnosti (FAO, WHO, 2002). V současnosti upravuje maximální povolené limity dusičnanů některých druhů zeleniny Nařízení Komise (EU) č. 2023/915. Jedná se o vybranou listovou zeleninu: salát, špenát v čerstvém nebo zmraženém stavu a rukola; limity reflektují také roční období.

Centrum zdraví, výživy a potravin (CZVP) Státního zdravotního ústavu ČR dlouhodobě sleduje koncentrace dusičnanů a dusitanů v potravinách v rámci Monitoringu dietární expozice (MDE). Tento program, legislativně ukotvený v předpisech EU i ČR, vychází z principů tzv. Total Diet Study (TDS) a zohledňuje celé spotřebitelské chování, včetně obvyklých způsobů kulinární úpravy potravin (EFSA, FAO, WHO, 2011). Jeho cílem je zahrnout do analýz široké spektrum konzumovaných potravin a následně stanovit celkovou dietární expozici těmto látkám.

Materiál a metodika

Vzorkování potravin proběhlo v letech 2006–2024 v tržní síti ČR na základě monitoringu spotřebního koše obyvatelstva. Odběr vzorků potravin probíhá v dvouletých cyklech ve 32 sídlech zvolených tak, aby vzorkování odráželo strukturu osídlení republiky s ohledem na velikost populace jednotlivých měst. Sídla jsou rozdělena do 4 regionů (kvadrantů) pro zajištění reprezentativní distribuce odběrů. V každém vybraném sídle se vzorky

odebírají ve 3 různých prodejnách potravin, jejichž velikost odráží nákupní preference spotřebitelů. Samotné odběry probíhají v osmi časových obdobích, aby byl zachycen vliv sezónních změn v nabídce potravin. Celkově tak jsou během dvouletého monitorovacího cyklu odebrány vzorky v 96 prodejnách. Většina druhů potravin rostlinného původu jsou nakupovány a analyzovány každý rok, jiné v dvouletém období (komodity méně významné z hlediska spotřeby a dietární expozice). Dvakrát ročně se testují konzumní brambory, aby byl zachycen vliv sezónnosti (SZÚ, 2022). Přehled nakoupených potravin je uveden v Tabulce č. 1.

Tabulka 1: Vzorky nakoupených potravin

Skupina potravin	Název potravin	Odběr	Tepelná úprava
Plodová zelenina	Meloun	Jaro/léto	ne
	Okurky salátové	Jaro/léto	ne
	Paprika	Jaro/léto	ne
	Rajčata	Jaro/léto	ne
Kořenová zelenina	Celer	Jaro/léto	ano
	Petržel	Jaro/léto	ano
	Mrkev	Jaro/léto	ano
	Ředkvičky	Jaro/léto	ne
	Brambory konzumní	Celoročně	ano
Listová zelenina	Salát hlávkový	Jaro/léto	ne
	Špenát	Jaro/léto	ano
Košťálová zelenina	Kapusta	Jaro/léto	ano
	Zelí čínské	Zima	ne
	Zelí hlávkové	Zima	ano
	Brokolice	Zima	ano
	Květák	Jaro/léto	ano
	Kedlubny	Jaro/léto	ne
Luštěniny a ostatní	Čočka	Zima	ano
	Fazole	Zima	ano
	Hrách	Zima	ano
	Zelenina cibulová	Jaro/léto	ano/ne *
	Houby	Jaro/léto	ano
	Rýže	Zima	ano
	Sója a sójové výrobky	Zima	ano

* Cibule – vaření; Pórek a česnek bez úpravy

V rámci preanalytické přípravy vzorků byly nejedlé části vzorků odstraněny a jedlé části podrobeny nejběžnějšímu způsobu kulinární úpravy identifikovaném v TDS. Před vlastní analýzou byly vzorky homogenizovány.

Homogenizované vzorky byly naváženy do polypropylenové zkumavky, doplněny deionizovanou vodou, extrahovány v ultrazvukové lázni a následně centrifugovány. Takto připravené extrakty byly filtrovány přes nylonové filtry a poté analyzovány metodou kapalinové chromatografie s detektorem diodového pole (HPLC-DAD).

Výsledky a diskuse

Analýzou různých druhů rostlinných vzorků potravin mezi lety 2006 a 2024 byly zjištěny velké rozdíly mezi jednotlivými druhy zeleniny a přidružených komodit. Díky kontinuálnímu monitoringu mohly být podchyceny trendy a případné koncentrační výkyvy v jednotlivých letech.

Obsah dusičnanů v plodové zelenině, reprezentované okurkami salátovými, rajčaty, paprikami a melounem, byl spolu s luštěninami a ostatními rostlinnými potravinami nejnižší. Vzhledem k tomu, že dusičnanové ionty se ukládají zejména v listech a kořenech rostlin, je nižší obsah dusičnanů v těchto typech rostlin odpovídající. Naměřené hodnoty jsou v souladu se sesbíranými daty EFSA z let 2000–2007 od 20 členských zemí EU a Norska (EFSA, 2008). Z plodové zeleniny nejvyšší koncentrace dusičnanů obsahovaly okurky salátové (průměrně $173 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), u ostatních druhů této skupiny se průměrné roční koncentrace pohybovaly v rozsahu $0\text{--}2,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Skupina kořenová zelenina byla zastoupena celerem, mrkví, petrželí, ředkvičkami a brambory konzumními. Průměrné roční koncentrace dusičnanů se u mrkve, celeru, petržele a brambor pohybovaly v rozsahu $67\text{--}411 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Výjimku tvořily ředkvičky s výrazně vyššími hladinami naměřených koncentrací v rozsahu $600\text{--}1423 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Tyto výsledky odpovídají koncentracím stanovených v ředkvičkách pěstovaných v Koreji (Chung et al., 2003). Vyšší průměrná hodnota u ředkviček ($1532 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) byla také zaznamenána v Polsku mezi lety 2012 a 2019 (Gajda-Wyrębek et al., 2021). Z dat dlouhodobého monitorování na CZVP zároveň vyplývá, že po roce 2017 došlo v ČR k poklesu průměrných koncentrací na hladiny $600\text{--}800 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Tento vývoj může souviset se změnami klimatických faktorů a snížením množství používaných hnojiv. Pozorovaný pokles by měl být nadále monitorován, aby bylo možné lépe porozumět jeho příčinám.

Listová zelenina je známá vyšším obsahem dusičnanů a maximální limity pro tuto komoditu jsou stanoveny legislativně. V analyzovaných vzorcích se průměrné roční obsahy dusičnanů ve špenátu pohybovaly v rozmezí $522\text{--}1167 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, což je bezpečně pod maximálními povolenými hranicemi stanovenými na $3500 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ pro čerstvý a $2000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ pro konzervovaný nebo mražený špenát (EK, 2023). Naměřené hodnoty jsou rovněž nižší než typické koncentrace uváděné v literatuře (Iammarino et al., 2014; FSA, 2022). Konečný obsah dusičnanů mohl být ovlivněn tepelnou úpravou špenátu (Chan, 2011).

Rozpětí ročních průměrných koncentrací dusičnanů v hlávkovém salátu během sledovaného období činilo $621\text{--}1740 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Kompozitní vzorek zahrnoval různé varianty salátu (hlávkový, ledový, listový a římský). Naměřená hodnota nepřekročila žádný z platných maximálních limitů stanovených pro tuto komoditu v EU, které se liší podle období sklizně, formy pěstování (skleník vs. otevřená plocha) a jsou zpřísněny pro ledový salát. Tyto limity se pohybují v rozmezí od 2000 do $5000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Výsledky potvrzují, že hlávkový salát patří mezi zeleninu s vyšším obsahem dusičnanů, avšak naměřené koncentrace zůstávají v rámci bezpečných limitů.

Košťálová zelenina byla zastoupena kapustou, zelím čínským, zelím hlávkovým, brokolicí, květákem a kedlubnou. Nejvyšší obsah dusičnanů byl zjištěn v čínském zelí, kde se hodnoty pohybovaly v rozmezí $575\text{--}1503 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, což jsou hodnoty obdobné, jako u hlávkového salátu a souvisí opět se způsobem asimilace NO_3^- v listech. Nejnižší hodnoty z této skupiny byly naměřeny u kvěťáku. U kapusty, zelí hlávkového a brokolice byly zjištěny podobné hladiny v rozmezí $152\text{--}715 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Všechna zjištění jsou v souladu s daty EFSA z let 2000–2007 (EFSA, 2008).

V případě luštěnin byly vyšší průměrné koncentrace zjištěny u sójových výrobků a fazolí (81,2 a 71,0 mg·kg⁻¹), podobné hodnoty vykazovaly také čočka a hrách (57,8 a 52,9 mg·kg⁻¹). Tyto hodnoty potvrzují, že luštěniny patří k potravinám s relativně nízkým obsahem dusičnanů ve srovnání s jinými sledovanými skupinami. Naměřené koncentrace jsou řádově srovnatelné s údaji ze zahraničních studií. Bahadoran et al. (2016) uvádí pro luštěniny konzumované v Íránu hodnoty od 103 mg·kg⁻¹ (sója) do 375 mg·kg⁻¹. Rozdíly mezi jednotlivými studiemi mohou být způsobeny jak odlišnostmi v kulinární úpravě, tak i variabilitou lokálních odrůd.

Nízké koncentrace dusičnanů byly zaznamenány také u hub, s průměrnou hodnotou 72,6 mg·kg⁻¹. Vzhledem k jejich omezené spotřebě lze však předpokládat jen zanedbatelný vliv na celkový příjem. Cibulová zelenina byla hodnocena jako kompozitní vzorek složený z pórků, česneku a vařené cibule, kde průměrná koncentrace činila 37,3 mg·kg⁻¹. Velmi podobnou hodnotu vykazovala i rýže (37,0 mg·kg⁻¹). Ačkoli je obsah dusičnanů v rýži nízký, může být vzhledem k její vysoké spotřebě příspěvek k příjmu dusičnanů relevantní.

Závěr

V rámci monitoringu dietární expozice v ČR bylo v letech 2006–2024 změřeno celkem 1600 vzorků zeleniny a dalších potravin rostlinného původu. Rozsah naměřených koncentrací se pohybuje od jednotek mg NO₃⁻/kg po nižší tisíce. Rozdíly mezi jednotlivými skupinami potravin jsou značné, což je zapříčiněno způsobem asimilace dusičnanů rostlinným pletivem z prostředí. Nejvyšší množství dusičnanů lze nalézt v listové a košťálové zelenině. Z ostatních druhů zeleniny s vysokým obsahem dusičnanů zaujímají významnou pozici ředkvičky. Přesto naměřené hodnoty nepřekračují legislativní limity pro dusičnany v listové zelenině stanovené nařízením Evropské komise z roku 2023. Pro ostatní druhy potravin rostlinného původu zatím nebyly stanoveny zákonné limity. Získaná data se nevyznačují odchylkami v porovnání s podobně zaměřenými studiemi. Z hlediska bezpečnosti potravin je pokračování monitoringu obsahu dusičnanů v potravinách zásadní. To umožňuje sledovat vývoj trendů, pružně reagovat na jejich změny a na tomto základě nastavit vhodný legislativní rámec pro ochranu veřejného zdraví.

Literatura

- Agostini, F., Tei, F., Silgram, M., Farneselli, M., Benincasa, P., Aller, M. F. 2010. Decreasing nitrate leaching in vegetable crops with better N management. In: Lichtfouse, E. (ed.) Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming. *Sustainable Agriculture Reviews*, vol. 4. Springer, Dordrecht, pp. 147–200. https://doi.org/10.1007/978-90-481-8741-6_6
- Ahmed, M., Rauf, M., Akhtar, M., et al. 2020. Hazards of nitrogen fertilizers and ways to reduce nitrate accumulation in crop plants. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 27, pp. 17661–17670. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08236-y>
- Bahadoran, Z., Mirmiran, P., Jeddi, S., Azizi, F., Ghasemi, A., Hadaegh, F. 2016. Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 51, pp. 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.06.006>
- Chan, T. Y. K. 2011. Vegetable-borne nitrate and nitrite and the risk of methaemoglobinaemia. *Toxicology Letters*, vol. 200, no. 1–2, s. 107–108. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2010.11.002>
- Chung, S. Y., Kim, J. S., Kim, M., Hong, M. K., Lee, J. O., Kim, C. M., Song, I. S. 2003. Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. *Food Additives & Contaminants*, vol. 20, no. 7, pp. 621–628. <https://doi.org/10.1080/0265203031000124146>
- D'Haene, K., Salomez, J., De Neve, S., De Waele, J., Hofman, G. 2014. Environmental performance of nitrogen fertiliser limits imposed by the EU Nitrates Directive. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 192, pp. 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.03.049>

Eisenbrand, G., Baum, M., Cartus, A. T., Diel, P., Engel, K. H., Engeli, B., Epe, B., Grune, T., Guth, S., Haller, D., Heinz, V., Hellwig, M., Hengstler, J. G., Henle, T., Humpf, H. U., Jäger, H., Joost, H. G., Kulling, S., Lachenmeier, D. W., Lampen, A., Leist, M., Mally, A., Marko, D., Nöthlings, U., Röhrdanz, E., Roth, A., Spranger, J., Stadler, R., Vieths, S., Wätjen, W., Steinberg, P. 2022. Salivary nitrate/nitrite and acetaldehyde in humans: potential combination effects in the upper gastrointestinal tract and possible consequences for the in vivo formation of N-nitroso compounds – a hypothesis. *Archives of Toxicology*, vol. 96, no. 6, pp. 1905–1914. <https://doi.org/10.1007/s00204-022-03296-0>

European Food Safety Authority (EFSA). 2008. Nitrate in vegetables - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. *EFSA Journal*, vol. 6, no. 6, pp. 1–79. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.689>

European Food Safety Authority, Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization (EFSA, FAO, WHO). 2011. Towards a harmonised Total Diet Study approach: a guidance document. *EFSA Journal*, vol. 9, no. 11, 2450. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2450>

Evropská komise (EK). 2023. Nařízení Komise (EU) 2023/915 ze dne 25. dubna 2023 o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách a o zrušení nařízení (ES) č. 1881/2006. Úřední věstník Evropské unie L 119, 5. 5. 2023, s. 103–157.

Food and Agriculture Organization, World Health Organization (FAO, WHO). 2002. Evaluation of certain food additives. Fifty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. *World Health Organization Technical Report Series*, no. 913, s. i–viii, pp. 1–153.

Food Standards Agency (FSA). 2022. Nitrate Surveillance Monitoring Program (Annual Report May 2021 – March 2022): Nitrate surveillance: Results. Dostupné z: <https://www.food.gov.uk/research/nitrate-surveillance-results>

Gajda-Wyrębek, J., Jarecka, J., Dmitruk, M. 2021. Monitoring survey of nitrate content in beetroot, radish and cabbage in Poland. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, vol. 72, no. 3, pp. 267–271. <https://doi.org/10.32394/rpzh.2021.0175>

Johnson, S. F. 2019. Methemoglobinemia: Infants at risk. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, vol. 49, no. 3, pp. 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2019.03.002>

Iammarino, M., Di Taranto, A., Cristino, M. 2014. Monitoring of nitrites and nitrates levels in leafy vegetables (spinach and lettuce): a contribution to risk assessment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 94, no. 4, pp. 773–778. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6439>

Karwowska, M., Kononiuk, A. 2020. Nitrates/nitrites in food – risk for nitrosative stress and benefits. *Antioxidants*, vol. 9, no. 3, pp. 1–17. <https://doi.org/10.3390/antiox9030241>

Kapil, V., Khambata, R. S., Jones, D. A., Rathod, K., Primus, C., Massimo, G., Fukuto, J. M., Ahluwalia, A. 2020. The noncanonical pathway for in vivo nitric oxide generation: The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway. *Pharmacological Reviews*, vol. 72, no. 3, pp. 692–766. <https://doi.org/10.1124/pr.120.019240>

Státní zdravotní ústav (SZÚ). 2022. Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí – Subsystem IV: Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců, dietární expozice. Odborná zpráva za rok 2021. Praha: Státní zdravotní ústav, září 2022.

Poděkování

Autoři by rádi poděkovali laboratoři preanalytické přípravy vzorků, která zajistila nákup a kulinární zpracování vzorků a také Ivaně Veselé a Marii Kilbergrové z laboratoře kapalinové chromatografie za zpracování vzorků.

Tato práce byla podpořena MZ ČR – RVO (Státní zdravotní ústav – SZÚ, 75010330).

Kontaktní adresa

Mgr. Jan Šmoldas, Státní zdravotní ústav, Centrum zdraví, výživy a potravin, Palackého třída 2952/3a, 612 00 Brno, Česká republika, e-mail: jan.smoldas@szu.gov.cz

Vplyv praženia a spracovania na kvalitatívne parametre výberovej kávy z Guatemaly

Effect of Roasting and Processing on the Quality Parameters of Specialty Coffee from Guatemala

Várady, M.¹, Tauchen, J.², Reitznerová, A.¹, Marcinčák, S.¹, Popelka, P.¹

¹Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie

²Katedra kvality a bezpečnosti potravín, Česká zemědělská univerzita v Praze

Súhrn

Cieľom tejto štúdie bolo zistiť vplyv metód spracovania, ako je prírodná (N), premytá (W), medová (H), anaeróbna fermentácia (AF) a karbonická macerácia (CM) a stupeň praženia (svetlé a tmavé) na antioxidačnú kapacitu (AC) a obsah celkových polyfenolov (TP), akrylamidu (AA), kyseliny 5-O-kofoeoylchinovej (5-O-CQA), kofeínu (CAF), kyseliny galovej (GA), kyseliny škoricovej (CNA) a kyseliny kávovej (CA) vo výberových kávach z Guatemaly (GUA). Spôsob spracovania a stupeň praženia neovplyvnili obsah TP ($p > 0,05$). Obsah AA v tmavo pražených kávach (GUA-W, GUA-AF-H a GUA-AF) sa vplyvom praženia a spracovania znižoval, pričom hodnoty dosiahli 53, 39 a 30 $\mu\text{g/kg}$. Interakcie medzi spracovaním a pražením sa zistili pre obsah 5-O-CQA, CAF, GA, CNA a CA v testovaných kávach. Obsahy 5-O-CQA, CAF a GA boli vyššie vo väčšine tmavo pražených káv. Výroba vysokokvalitnej a na bioaktívne látky bohatej kávy si vyžaduje dosiahnutie optimálnej úrovne praženia pre každý druh kávy v závislosti od spôsobu spracovania a pôvodu, a to aj v rámci jednej farmy, ale naša štúdia preukázala vysokú kvalitu a zdravotné prínosy všetkých testovaných výberových káv.

Kľúčové slová: *Arabica káva, akrylamid, bioaktívne zlúčeniny, inovatívne spracovanie kávy*

Abstract

The aim of this study was to determine the impacts of natural (N), washed (W), honey (H), anaerobic fermentation (AF), and carbonic maceration (CM) processing methods and of roasting level (light and dark) on the colour parameters, antioxidant capacity (AC), and the contents of total polyphenols (TP), acrylamide (AA), 5-O-caffeoylquinic acid (5-O-CQA), caffeine (CAF), gallic acid (GA), cinnamic acid (CNA), and caffeic acid (CA) in specialty coffees from Guatemala (GUA). Neither the method of processing nor roasting level affected their TP content ($P > 0.05$). The AA content in dark-roasted coffees (GUA-W, GUA-AF-H, and GUA-AF) decreased with the effects of roasting and processing, with values reaching 53, 39, and 30 $\mu\text{g/kg}$, respectively. Processing $\times$ Roasting interactions were found for the content of 5-O-CQA, CAF, GA, CNA and CA in the tested coffees. The content of 5-O-CQA, CAF and GA were higher in most dark roasted coffees. Producing high-quality and healthy coffee requires achieving the optimal level of roasting for each coffee, depending on processing method and origin, even within farms, but our study has demonstrated the high quality and health benefits of all the specialty coffees tested.

Key words: *Arabica coffee, acrylamide, bioactive compounds, innovative coffee processing*

Úvod

Káva je jedným z najobľúbenejších nápojov na svete, a to nielen vďaka účinkom kofeínu, ale aj kvôli svojim senzorickým vlastnostiam, ktoré sú úzko späté s jej kvalitou. Výberové kávy majú štandardizovaný výrobný proces, od farmy až po finálny nápoj, s veľkým dôrazom na pôvod a kvalitu. Dosiahnutie skóre 80 bodov alebo viac na 100-bodovej stupnici je jedným z najdôležitejších kritérií pre výberové kávy (Poltronieri and Rossi, 2016). Antioxidačná aktivita kávových zŕn závisí od vlastností prirodzene sa vyskytujúcich polyfenolových antioxidantov a pitie kávy je spojené s významnými zdravotnými výhodami. Predpokladá sa, že konzumácia kávy zohráva úlohu v primárnej prevencii ochorení súvisiacich so zápalom a oxidačným stresom, vrátane obezity, metabolického syndrómu a cukrovky 2. typu (Barrea et al., 2023). Praženie je jednou z hlavných fáz zodpovedných za hlavné chemické, fyzikálne a organoleptické vlastnosti konečného kávového produktu. Profily praženia vytvárajú nápoje so špecifickými chuťami, pričom sa kladie dôraz na intenzitu pri tmavých praženiach a na vyváženosť pri svetlých praženiach (Aytar and Aidin, 2025). Praženie pri vysokých teplotách zároveň vedie k tvorbe potenciálne toxických látok vrátane furánov a akrylamidu (AA), čo je spôsobené najmä Maillardovými reakciami (MR) medzi voľným asparagínom a redukovanými cukrami, ako je glukóza a fruktóza (Bonilla et al., 2025). Vývoj AA závisí od faktorov, ako je odroda kávy, triedenie kvality (vrátane skladovania), čas a teplota praženia (Yashwanth et al., 2024). AA sa vyvíja na začiatku praženia, dosahuje maximum okolo prvého prasknutia a potom začína klesať (Bertuzzi et al., 2020). V dôsledku MR počas spracovania, najmä zahrievania, sa výrazne mení aj chuť a farba (Liu et al., 2022). Nové inovatívne metódy spracovania, najmä anaeróbna fermentácia a karbonická macerácia, a stupne praženia kávových zŕn môžu ovplyvniť nielen zloženie bioaktívnych zlúčenín, ale aj farbu a obsah škodlivých látok, ako je AA. Cieľom tejto štúdie bolo preto určiť vplyv metódy spracovania a stupňa praženia na parametre kvality (antioxidačná kapacita, akrylamid, kyselina 5-O-kofoeoylchinová, kofeín, kyselina galová, kyselina škoricová a kyselina kávová) výberových káv z Guatemaly.

Materiál a metodika

Boli použité vzorky zŕn 100% kávy *Coffea arabica* z Guatemaly (GUA). Zrná boli spracované spontánnymi metódami, ako je prírodná (N) a premytá (W), a indukovanými metódami, ako je anaeróbna fermentácia (AF), anaeróbna fermentácia – medová (AF-H) a karbonická macerácia (CM). Zelené zrná boli pražené v rôznych stupňoch. Svetlé praženie prebiehalo pri konečnej teplote 203 °C počas 5 minút a čas vývoja bol 30 sekúnd. Pomer medzi časom vývoja a celkovým časom praženia pre každú vzorku bol 14 %. Tmavšie praženie prebiehalo pri konečnej teplote 207 °C počas 6 minút a čas vývoja bol 1 minúta a 15 sekúnd. Pomer medzi časom vývoja a celkovým časom praženia pre každú vzorku bol 25 %. Zrná boli pražené v dávkach po 50 g v pražičke vzoriek Ikawa PRO 100 (Ikawa Ltd., Londýn, Spojené kráľovstvo). Celkový obsah polyfenolov (TP) sa meral pomocou modifikovanej metódy analýzy fenolov a antioxidačná kapacita (AC) káv sa stanovila pomocou mierne modifikovaného testu na zachytávanie radikálov 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl (DPPH) (Tauchen et al., 2015). Obsah kyseliny chlorogénovej, kyseliny 5-O-kofoeoylchinovej (5-O-CQA), kofeínu (CAF), kyseliny galovej (GA), kyseliny škoricovej (CNA) a kyseliny kávovej (CA) vo vzorkách sa analyzoval systémom HPLC Ultimate 3000 (ThermoFisher Scientific, Waltham, USA). Obsah AA v pražených vzorkách sa stanovil pomocou chromatografu Dionex Ultimate 3000 (ThermoFisher Scientific, Waltham, USA). Zlúčeniny boli separované pomocou chromatografickej

kolóny C18 Waters Acquity UPLC BEH (2,1 × 100 mm, 1,7 μM, ThermoFisher Scientific, Waltham, USA).

Výsledky a diskusia

Praženie ovplyvnilo AC ($p = 0,018$), s nižšou hodnotou v tmavo praženej káve GUA-AF ako v svetlo praženej káve GUA-AF (21,2 μg TE/mg oproti 30,6 μg TE/mg, tab. 1). Praženie ($p < 0,001$) a spracovanie ($p < 0,001$) ovplyvnili obsah AA vo všetkých kávach okrem GUA-CM, s nižšími hodnotami v tmavo pražených GUA-W, GUA-AF-H a GUA-AF (53, 39 a 30 μg/kg). Interakcie medzi spracovaním a pražením boli detegované pre obsah 5-O-CQA, CAF, GA a CA ($p < 0,010$, $p < 0,014$ a $p < 0,001$). Všetky testované kávy obsahovali vysoké hladiny fenolových zlúčenín vrátane 5-O-CQA, kyseliny galovej, kyseliny škoricovej a kyseliny kávovej. Počas anaeróbnej fermentácie sú zrná viac času v kávových obaloch a kávové zlúčeniny sú viac chránené pred degradáciou počas praženia v porovnaní s prirodzene spracovanými zrnami, ale AC závisí aj od druhu kávy (Várady et al., 2022). Praženie však vo všeobecnosti ovplyvňuje oxidačnú aktivitu aj obsah TP, pričom svetlo a tmavo pražené kávy majú tendenciu mať najvyššiu a najnižšiu antioxidačnú aktivitu (Bobková et al., 2020). Spracovanie a/alebo praženie ovplyvnilo obsah AA vo vzorkách (GUA-W, GUA-AF, GUA-AF-H). Kvalita zelených zŕn je jedným z najdôležitejších faktorov pri tvorbe AA, čo zahŕňa niekoľkonásobné triedenie zŕn, aby sa zabezpečila kvalita, takže je nevyhnutné odstrániť nezrelé a nekvalitné zrná (Yashwanth et al., 2024). Chybné a nezrelé zrná obsahujú podstatne viac voľného asparagínu, jedného z primárnych prekursorov tvorby aminokyselín v MR, v porovnaní so zrelými zrnami (Kocadağlı et al., 2012), takže je dôležité znížiť hladiny asparagínu na počiatočné minimum.

Tabuľka 1: Vplyv spracovania (SP) a praženia (PR) na kvalitatívne parametre v káve (n = 3)

SP	PR	TP (μg GAE/mg)	AC (μg TE/mg)	AA (μg/kg)	5-O- CQA	CAF	GA	CNA	CA
					(μg/1000 μg)				
GUA-W	SV	40,6	29,4	79	53,3	79,7	1,66	1,30	0,15
	TM	39,7	22,6	53	47,2	78,2	2,07	1,32	0,12
GUA-AF	SV	39,5	30,6	49	52,7	78,4	1,36	1,46	0,13
	TM	34,5	21,2	30	57,5	99,2	1,47	1,46	0,16
GUA- CM	SV	37,7	30,0	31	50,4	86,4	1,43	1,58	0,14
	TM	39,8	25,8	22	42,5	79,0	1,52	1,42	0,13
GUA- AF-H	SV	37,5	23,9	74	47,7	84,2	1,56	1,70	0,14
	TM	37,0	22,4	39	58,6	91,3	1,70	1,43	0,13
SD		5,87	3,12	7,10	0,748	1,44	0,058	0,110	0,011
<i>P</i>									
SP		0,704	0,290	0,001	0,001	0,001	0,001	0,028	0,611
PR		0,618	0,018	0,001	0,255	0,001	0,001	0,077	0,627
SP×PR		0,705	0,192	0,056	0,001	0,001	0,010	0,221	0,014

Obsah AA bol najnižší v svetlom aj tmavo praženom GUA-CM (t. j. 31 oproti 22 μg/kg). Obsah AA je najnižší okolo prvého prasknutia počas praženia (keď zrná prechádzajú exotermickou reakciou, pri ktorej sa uvoľňuje uložená energia, para a oxid uhličitý). Stupeň praženia je však negatívne korelovaný s obsahom AA; čím svetlejšie je praženie,

tým vyšší je obsah AA. Naopak, obsah furfurylalkoholu, furánu a 5-hydroxymetylfurfuralu (Grosse et al., 2017) je vyšší v tmavšie praženej káve, pričom obsah je nepriamo úmerný obsahu AA (Lachenmeier et al., 2019).

Záver

Výsledky predloženej štúdie viedli k záveru, že všetky skúmané výberové kávy boli dobrým zdrojom antioxidantov a mali nízky obsah akrylamidu, bez ohľadu na spôsob spracovania a stupeň praženia. Spontánna fermentácia pri prírodnom spracovaní je stále vhodnou voľbou na zachovanie antioxidačných vlastností a indukované metódy si vyžadujú ďalší výskum. Kľúčom do budúcnosti je preto určiť optimálne úrovne praženia pre rôzne metódy spracovania, ktoré zachovávajú najvyššiu antioxidačnú aktivitu a zároveň minimalizujú obsah akrylamidu. Výroba vysoko kvalitnej a zdravej kávy si vyžaduje dosiahnutie optimálnej úrovne praženia pre každú kávu v závislosti od spracovania a pôvodu, a to aj v rámci fariem. Naša štúdia preukázala vysokú kvalitu a zdravotné prínosy všetkých testovaných výberových káv.

Literatúra

- Aytar, E.C., Aydın, B., 2025. Investigation of chemical composition, antioxidant properties, and molecular docking in different roasting stages of coffee beans. *Food Bioprocess Technology*, vol. 18, pp. 1464–1482. <https://doi.org/10.1007/s11947-024-03539-1>
- Barrea, L., Pugliese, G., Frias-Toral, E., El Ghoch, M., Castellucci, B., Chapela, S.P., Carignano, M.L.A., Laudisio, D., Savastano, S., Colao, A., Muscogiuri, G., 2023. Coffee consumption, health benefits and side effects: a narrative review and update for dietitians and nutritionists. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 63, pp. 1238–1261. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1963207>
- Bertuzzi, T., Martinelli, E., Mulazzi, A., Rastelli, S., 2020. Acrylamide determination during an industrial roasting process of coffee and the influence of asparagine and low molecular weight sugars. *Food Chemistry*, vol. 303, pp. 125372. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125372>
- Bobková, A., Hudáček, M., Jakabová, S., Belej, I., Capcarová, M., Čurlej, J., Bobko, M., Árvay, J., Jakab, I., Čapla, J., Demianová, A., 2020. The effect of roasting on the total polyphenols and antioxidant activity of coffee. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, vol. 55, no. 5, pp. 495–500. <https://doi.org/10.1080/03601234.2020.1724660>
- Bonilla, L.F., Sandoval-Aldana, A., Daza, L.D., 2025. Acrylamide: An approach to its knowledge and importance for roasted coffee. *Food Chemistry*, vol. 466, pp. 142247. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142247>
- Grosse, Y., Loomis, D., Guyton, K. Z., El Ghissassi, F., Bouvard, V., Benbrahim-Tallaa, L., Mattock, H., Straif, K., 2017. Some chemicals that cause tumours of the urinary tract in rodents. *Lancet Oncology*, vol. 18, pp. 1003–1004. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(17\)30505-3](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(17)30505-3)
- Kocadağlı, T., Göncüoğlu, N., Hamzalıoğlu, A., Gökmen, V., 2012. In depth study of acrylamide formation in coffee during roasting: role of sucrose decomposition and lipid oxidation. *Food Functionality*, vol. 3, no. 9, pp. 970–975. <https://doi.org/10.1039/c2fo30038a>

Lachenmeier, D.W., Schwarz, S., Teipel, J., Hegmanns, M., Kuballa, T., Walch, S.G., Breitling-Utzmann, C.M., 2019. Potential antagonistic effects of acrylamide mitigation during coffee roasting on furfuryl alcohol, furan and 5-hydroxymethylfurfural. *Toxics*, vol. 7, no. 1, pp. 1. <https://doi.org/10.3390/toxics7010001>

Liu, S., Sun, H., Ma, G., Zhang, T., Wang, L., Pei, H., Li, X., Gao, L., 2022. Insights into flavor and key influencing factors of Maillard reaction products: A recent update. *Frontiers in Nutrition*, vol. 9, pp. 973677. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.973677>

Poltronieri, P., Rossi, F., 2016. Challenges in specialty coffee processing and quality assurance. *Challenges*, vol. 7, p. 19. <https://doi.org/10.3390/challe7020019>

Tauchen, J., Maršík, P., Kvasnicová, M., Maghradze, D., Kokoška, L., Vaňek, T., Landa, P., 2015. In vitro antioxidant activity and phenolic composition of Georgian, Central and West European wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 41, pp. 113–121. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.12.029>

Várady, M., Tauchen, J., Frankova, A., Kloucek, P., Popelka, P. 2022. Effect of method of processing specialty coffee beans (natural, washed, honey, fermentation, maceration) on bioactive and volatile compounds. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 172, pp. 114245. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114245>

Yashwanth, B.S., Premachandran, M.S., Karkera, P.S., Murthy, P.S., 2024. Acrylamide in coffee: Strategies, research and future perspectives. *Food Control*, vol. 163, pp. 110484. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110484>

PodĎakovanie

Táto štúdia bola financovaná z prostriedkov EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09I03-03-V05-00017 a vedeckej grantovej agentúry MŠ SR a Slovenskej akadémie vied (VEGA 1/0038/25).

Kontaktná adresa

Mgr. Matúš Várady, PhD., Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: matus.varady@uvlf.sk

Vyhodnotenie efektívnosti zasúšania pomocou antibiotík na základe počtu somatických buniek u dojníc

Evaluation of the Effectiveness of Antibiotic Dry-off Based on Somatic Cell Count in Dairy Cows

Vršková, M.², Tančin, V.^{1,2}, Mačuhová, L.², Uhrinčat', M.², Tvarožková, K.¹

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

²Národné poľnohospodárske a potravinové centrum, VÚŽV Nitra

Súhrn

Mastitída sa zvyčajne lieči počas obdobia sucha pomocou plošnej terapie, kde všetky kravy dostávajú antibiotiká. Obavy z rezistencie na antibiotiká a potenciálneho šírenia zoonotických chorôb však viedli k vývoju presnejšej stratégie známej ako selektívna terapia suchých kráv, ktorá sa zameriava iba na kravy alebo štvrtky vemena, ktoré sú infikované, čím sa znižuje celkové používanie antibiotík a zároveň sa zachováva zdravie vemena a produktivita fariem. Cieľom práce bolo vyhodnotiť efektívnosť zasúšania na základe hodnoty PSB s použitím antibiotík na sledovanej farme.

Väčšina kráv (65,48 %) vykazovala hodnoty PSB pod 200 000 ml⁻¹ pred zasúšením. Pri hodnotení PSB počas celého obdobia laktácie zostalo pod touto hranicou až 78,57 % kráv. Po otelení sa podiel kráv v kategórii SCC ≤ 200 000 ml⁻¹ zvýšil na 73,81 %. Sledované dojnice holštajnského plemena vyprodukovali v priemere 12 213 litrov mlieka na laktáciu s koncentraciou tuku 3,57 % a bielkovín 3,35 %. Okrem toho sme u 70,24 % kráv po otelení pozorovali znížené hodnoty PSB ako dosiahli pri zasúšaní. Tieto zistenia potvrdzujú pozitívny vplyv intramamárnych antibiotík aplikovaných počas obdobia sucha na zdravie vemena, čo sa odráža v hodnotách SCC.

KLúčové slová: dojnica, produkcia a zloženie mlieka, počet somatických buniek, zasúšanie

Abstract

In this study, we evaluated the frequency distribution of dairy cows according to somatic cell count (SCC) classes at the time of drying-off and after calving in 2023. The majority of cows (65.48%) showed SCC values below 200,000 ml⁻¹ before drying-off. When assessing SCC throughout the entire lactation period, up to 78.57% of cows remained below this threshold. After calving, the proportion of cows in the SCC category ≤200,000 ml⁻¹ increased to 73.81%. The monitored holstein dairy cows produced an average of 12,213 liters of milk per lactation with a fat concentration of 3.57% and a protein concentration of 3.35%. Moreover, reduced SCC values after calving were observed in 70.24% of cows. These findings confirm the positive effect of intramammary antibiotics applied during the dry period on udder health, as reflected in the SCC values.

Key words: dairy cows, milk production and composition, somatic cell count, dry-off

Úvod

Kvalita mlieka sa posudzuje na základe viacerých parametrov, ktoré odrážajú jeho bezpečnosť pre konzumáciu i spracovanie na mliečne výrobky, ako aj zdravotný stav dojníc. Najvýznamnejším ukazovateľom, ktorý sa v tejto súvislosti medzinárodne uplatňuje, je počet somatických buniek (PSB) v jednom mililitri mlieka (Kelly et al., 2011). Úroveň bezpečnosti a vhodnosti mlieka na výrobu rôznych mliečnych produktov

sa hodnotí aj stanovením celkového počtu mikroorganizmov (CPM) alebo zisťovaním prítomnosti špecifických technologicky dôležitých baktérií. Mastitídy predstavujú závažný ekonomický problém, keďže spôsobujú pokles produkcie mlieka, zvyšujú náklady na liečbu a vedú k predčasnému vyradeniu kráv (Huijps et al., 2008).

Mastitída sa zvyčajne lieči počas obdobia sucha pomocou plošnej terapie, kde všetky kravy dostávajú antibiotiká. Obavy z rezistencie na antibiotiká a potenciálneho šírenia zoonotických chorôb však viedli k vývoju presnejšej stratégie známej ako selektívna terapia suchých kráv, ktorá sa zameriava iba na kravy alebo štvrtky vemena, ktoré sú infikované, čím sa znižuje celkové používanie antibiotík a zároveň sa zachováva zdravie vemena a produktivita fariem (Ut et al., 2025).

Obdobie zasušenia má pre dojnice zásadný význam. Umožňuje regeneráciu epitelového tkaniva mliečnej žľazy pred začiatkom novej laktácie a zároveň pripravuje organizmus na pôrod teľaťa. Výskumy ukázali, že kravy so skráteným obdobím zasušenia (10 – 40 dní) produkovali v nasledujúcej laktácii výrazne menej mlieka než tie, ktorých obdobie zasušenia trvalo 40 – 60 dní (Watters et al., 2008). Dostatočná proliferácia a diferenciácia sekrečného epitelu počas tohto obdobia je nevyhnutná pre optimálnu syntézu a sekréciu mlieka v ďalšej laktácii. Dĺžka tranzitného obdobia teda úzko súvisí s následnou úrovňou produkcie (Schukken et al., 2011).

V praxi sa pri liečbe klinickej a subklinickej mastitídy počas laktácie využívajú antibiotiká, pričom intramamárne prípravky sa aplikujú aj v období zasušenia medzi dvomi laktáciami. Pri správnej diagnostike infekcie jednotlivých štvrtí vemena by však bolo možné nahradiť antibiotickú terapiu mechanickou bariérou bez použitia antibiotík, ktorá chráni mliečnu žľazu pred environmentálnymi mikroorganizmami až do pôrodu (Higgins et al., 2017; Scherpenzeel et al., 2017).

Používanie antibiotík v prevencii chorôb je v živočíšnej výrobe prísne regulované a ich aplikácia počas obdobia zasušenia je stále viac obmedzovaná (Kuipers et al., 2016; Piddock, 2016). V súčasnosti sa odporúča cielene liečiť iba tie štvrtky vemena, ktoré sú infikované, pričom je potrebné identifikovať pôvodcov mastitídy a zohľadniť ich citlivosť na antibiotiká (Lopes et al., 2019).

Cieľom práce bolo vyhodnotiť efektívnosť zasušania na základe hodnoty PSB s použitím antibiotík na sledovanej farme.

Materiál a metodika

V práci sme analyzovali údaje z farmy dojníc v Trenčianskom regióne ukončené laktácie v rámci roku 2023, spolu 84 dojníc. Ide o farmu mliekového dobytku holštajnského plemena s priemernou úžitkovosťou za laktáciu v roku 2023 11 837 l mlieka (n=292 ks dojníc).

Údaje o mliekovej úžitkovosti dojníc sme získali z kontroly úžitkovosti zabezpečovanej Plemenárskymi službami SR, š.p. Bratislava. Zložky mlieka boli robené (DairySpec FT, Bentley Instruments, Inc., USA) a analýza počtu somatických buniek (Somacount FC, Bentley Instruments, Inc., USA).

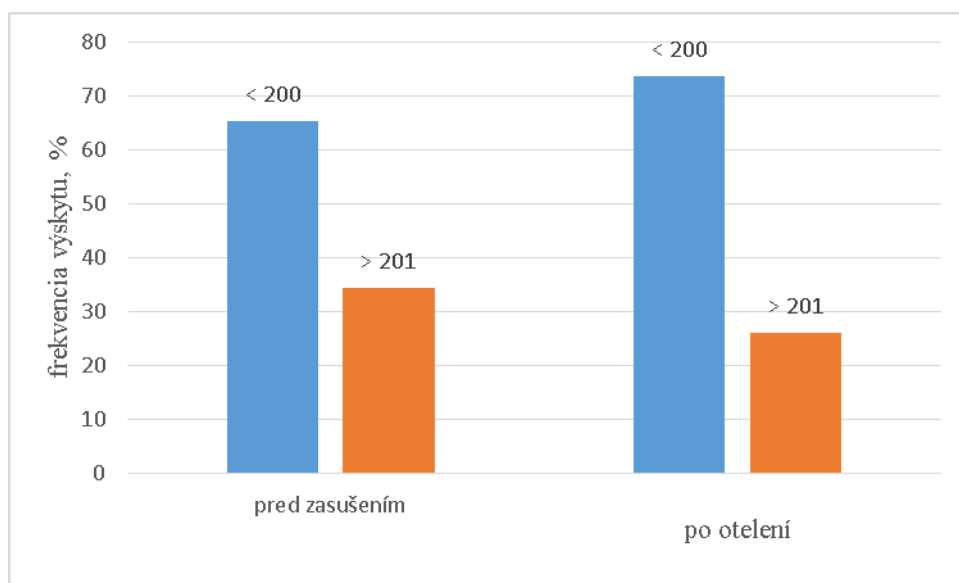
Sledovali sme hodnoty PSB v mesiaci zasušenia a prvé tri mesiace po otelení. Dojnice sme zaradili do kategórií PSB nasledovne: zdravé do $< 200 \times 10^3$ buniek/ml mlieka a mastitídne zvieratá $> 201 \times 10^3$ buniek/ml mlieka. Uvedená farma paušálne používa intramamárne antibiotiká s účinnou látkou *Cefquinomum* v rámci zasušania na konci laktácie k liečbe subklinických mastitíd a k prevencii nových bakteriálnych infekcií mliečnej žľazy vyvolaných nasledujúcimi baktériami: *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, koaguláza

negatívni stafylokoky. Na spracovanie štatistických údajov sme používali program Excel (Microsoft, USA).

Výsledky a diskusia

Obdobie zasušenia je pravdepodobne fázou, počas ktorej je mliečna žľaza najviac náchylná na vznik intramamárnych infekcií. V priebehu involučnej fázy je totiž žľaza naplnená mliekom, čo zvyšuje riziko prieniku patogénov. Z tohto dôvodu sa považuje metóda zasušania a plošné používanie antibiotík za dôležitý preventívny postup proti infekciám na začiatku obdobia sucha. Viaceré štúdie poukázali na to, že nižšia úroveň produkcie mlieka pri zasúšení je spojená s menším výskytom infekcií v úvodnej fáze tohto obdobia (Schukken et al., 2011). Podľa zistení Roberta et al. (2006) sa výskyt nových infekcií počas suchostojného obdobia u kráv, ktorým neboli aplikované antibiotiká, pohyboval v rozmedzí od 3,8 do 35,1 % štvrtí, pričom priemerná hodnota dosahovala približne 10 %.

V súčasnosti u prežúvavcov dominujú „environmentálne“ mastitídy spôsobené patogénnymi baktériami, ktoré ľahko prežívajú v prostredí, najmä koaguláza-negatívne stafylokoky. Na druhom mieste sú infekčné mastitídy spôsobené baktériami *Streptococcus agalactiae* a *Staphylococcus aureus*, ktoré sa šírili z dojnice na dojnicu pri dojení, pomocou dojacieho stroja a boli z veľkej časti eliminované preventívnymi opatreniami. V sledovanom chove sa na základe kultivácií vyskytovali nasledovné druhy mastitídnych baktérií: *Escherichia coli*, *Staphylococcus spp.*- koaguláza negat., *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*.



Graf 1: Frekvencia výskytu dojníc v PSB skupinách v sledovanom roku

V grafe 1 uvádzame frekvenciu výskytu dojníc v triedach na základe počtu somatických buniek v mesiaci zasušania a po otelení v danom roku 2023. Majoritná časť dojníc mala PSB v kategórii do 200 tisíc ml^{-1} (nad 65,48 %) pred zasúšením. Pri hodnotení PSB počas celej laktácie sme zistili až 78,57% dojníc do 200 000 v ml^{-1} .

Po otelení sa percento zastúpenia dojníc v kategórii PSB do 200 000 v ml^{-1} zvýšilo na 73,81% (graf 1). Znížené hodnoty PSB po otelení sme zistili u 70,24% dojníc.

Môžeme konštatovať pozitívny vplyv intramamárnych antibiotík v období zasušania na zdravotný stav mliečnej žľazy prostredníctvom hodnoty PSB.

Použitie antibiotík by malo byť indikované výlučne u štvrtiek s potvrdenou subklinickou mastitídou, pričom mikrobiologická kultivácia na konci laktácie sa realizuje na úrovni jednotlivých štvrtiek mliečnej žľazy (Lopes et al., 2019). Prevalencia subklinickej mastitídy v stáde, mlieková úžitkovosť kráv a poradie laktácie pred zasúšením predstavujú významné premenné, ktoré je potrebné zohľadniť pri stanovení hraničných hodnôt PSB a pri zavádzaní selektívneho zasušania dojníc na úrovni farmy (Lipkens et al., 2019). Krattley-Roodenburg et al. (2021) aj Ut et al. (2025) odporúčajú indikovať antibiotickú liečbu u kráv s vysokými hodnotami PSB a s anamnézou zdravotných problémov mliečnej žľazy, čiže selektívne Ustajnenie suchostojných kráv sa javí ako faktor s potenciálnym vplyvom na výskyt infekcií, avšak vyžaduje ďalšie vedecké overenie.

V tabuľke č. 1 uvádzame parametre mliekovej úžitkovosti v roku 2023 v rámci normovanej 305 dňovej laktácie. Sledované dojnice dosiahli v priemere 12 213 litrov mlieka pri koncentrácii tuku 3,57% a bielkovín 3,35%.

Tabuľka 1: Parametre mliekovej úžitkovosti v roku 2023 v rámci normovanej laktácie

	laktácia 305 dní (l)	tuk %	bielkoviny %	laktóza %
priemer	12213,41	3,57	3,35	4,80
min	9034,80	2,33	2,86	4,19
max	15228,40	5,05	3,81	5,04
sd	1418,07	0,56	0,20	0,17

Záver

Pre chovateľov dojníc zostáva kľúčovou úlohou rýchla identifikácia kráv so zvýšenou hodnotou PSB a presná diagnostika pôvodcov zápalov mliečnej žľazy. Implementácia cieľenej liečby na úrovni jednotlivých štvrtiek vemena, založenej na stanovení citlivosti izolovaných patogénov k antibiotikám, predstavuje efektívny prístup k redukcii spotreby antibiotík v živočíšnej výrobe a zároveň významne prispieva k prevencii šírenia rezistentných kmeňov. Naše výsledky potvrdili, že aplikácia antibiotickej terapie v období zasušenia redukovala hodnotu PSB na začiatku nasledujúcej laktácie.

Literatúra

Higgins H. M., Golding S. E., Mouncey J., Nanjiani I., Cook A. J. C. 2017. Understanding veterinarians' prescribing decisions on antibiotic dry cow therapy. *J Dairy Sci.* vol. 100, no. 4, pp. 2909–2916. <https://doi.org/365.10.3168/jds.2016-11923>

Huijps K., Lam T.J.G.M., Hogeveen H. 2008. Costs of mastitis: facts and perception. *J. Dairy Sci.*, vol. 75, pp. 113-120. <https://doi.org/10.1017/S0022029907002932>

Kelly, A. L., Leitner, G., Merin, U. 2011. Milk Quality and Udder Health (Test Methods and Standards). *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Second Edition), pp. 894-901, <https://doi.org/10.1016/B0-12-227235-8/00335-7>

Krattley-Roodenburg B, Huybens L.J, Nielen M, Van Werven T. 2021. Dry period management and new high somatic cell count during the dry period in Dutch dairy herds

under selective dry cow therapy. *J Dairy Sci.* vol. 104, no. 6, pp. 6975-6984 <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19133>

Kuipers A, Koops W.J, Wemmenhove H. 2016: Antibiotic use in dairy herds in the Netherlands from 2005 to 2012. *J Dairy Sci.* vol. 99, no. 2, pp. 1632–1648. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8428>

Lipkens Z, Piepers S, De Visscher A, De Vlieghe S. 2019: Evaluation of test-day milk somatic cell count information to predict intramammary infection with major pathogens in dairy cattle at drying off. *J Dairy Sci.* vol. 102, no. 5, pp. 4309-4321. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15642>

Lopes, L. O., Lima, A. M. C. 2019: Rational Decision On the Use of Antibiotics During the Dry Period in Dairy Cows, *bioRxiv*. 667873; doi: <https://doi.org/10.1101/667873>

Piddock L.J.V. 2016. Reflecting on the final report of the O'Neill Review on Antimicrobial Resistance. *The Lancet Infectious Diseases.* pp. 767–768. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30127-X](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30127-X)

Robert, A., Bareille, N, Roussel, P., Poutrel, B., Heuchel, V., Seegers, H. 2006. Interdependence of udder quarters for new intramammary infection during the dry period in cows submitted to selective antibiotic therapy. *J Dairy Res.* vol. 73 no. 3, pp. 345-352. <https://doi.org/10.1017/S0022029906001981>.

Scherpenzeel, C. G. M., Hogeveen, H., Maas, L., Lam, T. J. G. M. 2018. Economic optimization of selective dry cow treatment. *Journal of dairy science*, vol. 101, no. 2, pp. 1530-1539. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13076>

Schukken, Y. H., Gurjar, A., & Moroni, P. 2011. Physiology and patho-physiology of the mammary gland during the dry period. *Large Animal Review*, pp. 1-11.

Watters Rd, Guenther Jn, Brickner Ae, Rastani Rr, Crump Pm, Clark Pw, Grummer RR. 2008. Effects of dry period length on milk production and health of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, vol. 91, no. 7, pp. 2595-2603. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0615>

Ut, I. D., Berean, D. I., Bogdan, L. M., Ciupe, S., Gog Bogdan, S. 2025. Selective Dry Cow Therapy in Modern Dairy Management: Balancing Udder Health and Antimicrobial Stewardship. *Veterinary Sciences*, vol. 12, no. 6, p. 580. <https://doi.org/10.3390/vetsci12060580>

PodĎakovanie

Práca bola realizovaná v rámci programov na podporu Výskumu a Vývoja - APVV-18-0121 a v rámci partnerstva AGROECOLOGY prostredníctvom iniciatívy „Fostering Agroecology at Farm and Landscape Levels“. Identifikačný kód CUP I53C24002990006. Názov projektu "Agroecological Transition of the European Dairy Farming System (TEDY)".

Kontaktná adresa

Ing. Martina Vršková, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: martina.vrskova@nppc.sk

Ovčie syry ako zdroj baktérií čeľade *Enterobacteriaceae* *Sheep Cheeses as a Source of Enterobacteriaceae*

Výrostková, J.¹, Regecová, I.¹, Zigo, F.¹, Vargová, M.¹, Lovayová, V.²

¹Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach,

²Univerzita Pavla Jozefa Šafárika Košice

Súhrn

Cieľom tejto štúdie bolo sledovať prevalenciu baktérií z čeľade *Enterobacteriaceae* vo vzorkách ovčích syrov vyrobených z nepasterizovaného mlieka bez pridania štartovacej kultúry. Taxonomická identifikácia izolátov bola vykonaná pomocou systému MALDI-TOF. Celkovo bolo mikrobiologickým vyšetrením získaných 60 enterobaktérií z 15 analyzovaných vzoriek syrov. Všetky kmene boli identifikované pomocou MALDI-TOF, pričom bolo určených osem druhov z čeľade *Enterobacteriaceae*. Konkrétne išlo o: 19 kmeňov *Enterobacter cloacae* (32,75 %), 6 kmeňov *Raoultella ornithinolytica* (10,34 %), 1 kmeň *Raoultella terrigena* (1,72 %), 25 kmeňov *Klebsiella oxytoca* (43,10 %) a 2 kmene *Enterobacter asburiae* (3,44 %).

Kľúčové slová: *Enterobacteriaceae*, ovčie syry, mikrobiológia

Abstract

The aim of this study was to monitor the prevalence of bacteria from the *Enterobacteriaceae* family in samples of sheep and goat cheeses made from unpasteurized milk without the addition of a starter culture. Taxonomic identification of isolates was performed using the MALDI-TOF system. A total of 60 enterobacteria were obtained by microbiological examination from 15 analyzed cheese samples. All strains were identified using MALDI-TOF, and eight species from the *Enterobacteriaceae* family were determined. Specifically: 19 strains were *Enterobacter cloacae* (32.75%), 6 strains were *Raoultella ornithinolytica* (10.34%), 1 strain was *Raoultella terrigena* (1.72%), 25 strains were *Klebsiella oxytoca* (43.10%) and 2 strains were *Enterobacter asburia* (3.44%).

Keywords: *Enterobacteriaceae*, ewe's cheese, microbiology

Úvod

Mikrobiálne zloženie každého syra je špecifické a nie je úplne určované prídavkom štartovacích kultúr ani cielene aplikovanými sekundárnymi mikroorganizmami, ako sú plesne či kvasinky. V syroch sa nachádzajú nielen prospešné mikroorganizmy, ktoré priaznivo ovplyvňujú ich vlastnosti, ale aj nežiaduce druhy, ktoré môžu mať negatívny vplyv na senzorickú a mikrobiologickú kvalitu produktu (Beresford, 2001).

Monitorovanie výskytu koliformných baktérií v mliečnom priemysle je nevyhnutné na odhaľovanie ich prítomnosti v surovom mlieku a mliečnych výrobkoch, ktoré mohli byť vystavené nekvalitným hygienickým podmienkam. Koliformné baktérie – predstavujúce čeľad' *Enterobacteriaceae* – sú Gram-negatívne, nesporelujúce tyčinkové mikroorganizmy, aeróbne alebo fakultatívne anaeróbne, schopné fermentácie laktózy s tvorbou plynu počas 24-48 hodín pri teplotách okolo 35-37 °C. Mlieko je najčastejším zdrojom kontaminácie syrov. Ak v surovom mlieku nájdeme vysoké čísla koliformných baktérií (>1 000 KTJ/ml), naznačuje to nedostatočné hygienické postupy na farme. Druhy ako *Klebsiella* sp., *Enterobacter* sp. a *Citrobacter* sp. sú často spájané s fekálnym znečistením z prostredia, a viacerí autori poukazujú na to, že ich prítomnosť môže slúžiť

ako spoľahlivý indikátor hygienických nedostatkov pri spracovaní mlieka a mliečnych produktov (Brooks, 2012; Martin, 2016).

Na základe uvedených skutočností bolo cieľom práce sledovať prítomnosť baktérií z čeľade Enterobacteriaceae v ovčom syre vyrobenom z nepasterizovaného mlieka bez použitia štartovacej kultúry a následne ich taxonomicky identifikovať pomocou systému MALDI-TOF.

Materiál a metodika

Vzorky na mikrobiologické vyšetrenie boli odoberané z ovčieho syra raz mesačne v období od mája do septembra 2023, a to v súlade s normou STN EN ISO 6887-5. Izolácia baktérií z čeľade Enterobacteriaceae prebiehala podľa normy STN EN ISO 21528-2. Z celkového počtu 15 vzoriek syrov sa podarilo získať 75 kolónií. Odpichnuté kolónie boli overené z hľadiska čistoty a následne analyzované hmotnostnou spektrometriou MALDI-TOF podľa štandardného protokolu prípravy vzoriek, pričom ako matrica bol použitý nasýtený roztok HCCA (Bruker Daltonics, 2008).

Výsledky a diskusia

Kultivačným mikrobiologickým vyšetrením analyzovaných syrov sa podarilo získať 60 izolátov patriacich do čeľade Enterobacteriaceae. Na základe identifikačného skóre systému MALDI-TOF boli tieto izoláty zatriedené nasledovne: 19 kmeňov bolo priradených k druhu *Enterobacter cloacae* (32,75 %), 6 kmeňov bolo identifikovaných ako *Raoultella ornithinolytica* (10,34 %), 1 kmeň ako *Raoultella terrigena* (1,72 %), 25 kmeňov patrilo k druhu *Klebsiella oxytoca* (43,10 %) a 2 kmene boli zaradené k druhu *Enterobacter asburiae* (3,44 %). Najvyšší podiel izolátov tvoril druh *Klebsiella oxytoca* (43,10 %), čo je v súlade s výsledkami uvádzanými Gundoganom (2013). Podľa niektorých autorov predstavuje tráviaci trakt alebo ruky personálu významný rezervoár baktérií rodu *Klebsiella* a druhu *E. coli* (Alqurashi et al., 2025).

Hodnota dosiahnutého identifikačného skóre pri izolátoch dosahovala až 2,361. Skóre ≥ 2 bolo zaznamenané u 60,34 % izolátov, zatiaľ čo 39,65 % kmeňov vykazovalo skóre v intervale 1,99 – 1,7.

Štúdia Cho et al., 2018 testovala identifikačné schopnosti MALDI-TOF pre viacero druhov vrátane *Klebsiella oxytoca* a iných baktérií z čeľade Enterobacteriaceae. Výsledky potvrdili, že za optimálnych podmienok sa presnosť identifikácie blížila k 98-100 % pri druhu „na úrovni druhu”. Diskusia tejto štúdie spomína dôležitosť dobrého skóre (obvykle $\geq 2,0$) pre spoľahlivú identifikáciu. Tie nižšie (napr. 1,7-1,99) môžu znamenať nižšiu istotu alebo potrebu overenia inou metódou.

V práci Ozdikmenli et al., 2023 zo 173 vzoriek surového mlieka bolo izolovaných 92 kmeňov Enterobacterales. Medzi identifikované druhy patrili aj *Enterobacter asburiae*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter braakii*, *Citrobacter freundii*, *Hafnia alvei*, *Klebsiella oxytoca*, *Serratia fonticola*, *Serratia liquefaciens*, *Serratia marcescens* identifikované metódou MALDI-TOF. Masiello et al., 2016 uvádzajú, že v mlieku sa najčastejšie detegujú baktérie z rodov *Enterobacter*, *Hafnia*, *Citrobacter*, *Serratia* a *Raoultella*.

Záver

V súčasnom syrárstve je prioritou zabezpečenie vysokej zdravotnej bezpečnosti a kvality syrov. Produkty vyrábané zo surového mlieka bez použitia štartovacích kultúr však môžu predstavovať potenciálne zdravotné riziko, keďže pôvodná mikroflóra nie je presne známa ani z kvantitatívneho, ani z kvalitatívneho hľadiska. Naše výsledky poukazujú na

pretrvávajúcu dôležitosť sledovania výskytu baktérií z čeľade Enterobacteriaceae vo výrobnom procese ovčích a kozích syrov, a to najmä v súvislosti s dodržiavaním hygienických zásad pri ich spracovaní.

Okrem toho je nevyhnutné pravidelne monitorovať mikrobiologickú kvalitu surového mlieka a finálnych produktov, aby sa minimalizovalo riziko prítomnosti patogénov a potenciálnych zdravotných problémov pre spotrebiteľa. Zavedenie štandardizovaných výrobných postupov, dôkladná sanitácia zariadení a školenie personálu v oblasti hygieny predstavujú kľúčové faktory pre zníženie kontaminácie.

PodĎakovanie

The study was conducted as part of the Visegrad Fund project no. 22430046: Control of antimicrobial resistance by the Integrated Farm System within "Farm to Fork" strategy. The project is co-financed by the governments of Czechia, Hungary, Poland and Slovakia through Visegrad Grants from the International Visegrad Fund. The mission of the fund is to advance ideas for sustainable regional cooperation in Central Europe.

Literatúra

- Beresford, T. P., Fitzimons, N. A., Brennan, N. L., Cogan T. M. 2001. Recent advances in cheese microbiology. *Microbiol. Int. Dairy J.*, vol. 11, pp. 259-274. ISSN 0958-6946.
- Brooks, J. C., Martinez, B., Stratton, J., Bianchini, A., Krokstrom, R., and Hutkins, R. 2012. Survey of raw milk cheeses for microbiological quality and prevalence of foodborne pathogens. *Food Microbiol.* vol. 31, pp. 154-158. ISSN 0740-0020.
- Martin, N. H., Trmci A., Hsieh, T. H., Boor, K. J., Wiedmann, M. 2016. The Evolving Role of Coliforms As Indicators of Unhygienic Processing Conditions in Dairy Foods. *Frontiers in Microbiology*, vol. 7, pp. 1-8. ISSN 1663-4365.
- STN EN ISO 6887-5:2011. Mikrobiológia potravinového reťazca — Príprava skúšobných vzoriek, počiatočných suspenzií a desiatkových riedení pre mikrobiologické vyšetrenie — Časť 5: Špecifické pravidlá pre prípravu mlieka a mliečnych výrobkov. Slovenský ústav technickej normalizácie, Bratislava, 2011.
- STN EN ISO 21528-2:2017. Mikrobiológia potravinového reťazca — Skupina Enterobacteriaceae — Časť 2: Metódy detekcie a počítania priameho počtu kolónií. Slovenský ústav technickej normalizácie, Bratislava, 2017.
- Gundogan, N., Avcı, E. 2013. Prevalence and antibiotic resistance of extended-spectrum β -lactamase (ESBL) producing *Escherichia coli* and *Klebsiella species* isolated from foods of animal origin in Turkey. *African Journal of Microbiology Research*, vol. 7, no. 31, pp. 4059-4064.
- Alqurashi, M. S., Sawan, A. A., Berekaa, M. M., Hunasemarada, B. C., Al Shubbar, M. D., Al Qunais, A. A., & El-Badry, A. A. 2025. Hospital Hygiene Paradox: MRSA and Enterobacteriaceae Colonization Among Cleaning Staff in a Tertiary Hospital in Saudi Arabia. *Medicina*, vol. 61, no. 3, p. 384.
- Cho, Y. E., Choi, B. H., Chang, J., Sung, H., & Kim, M. N. 2018. Performance of MALDI Biotyper for Species Identification of Carbapenem-Resistant Enterobacteriaceae by Media Types and Incubation Time. *Journal of Laboratory Medicine and Quality Assurance*, vol. 40, no. 3, pp. 155-160.
- Ozdikmenli Tepeli, S., Numanoglu Cevik, Y., Tosun, M. N., Taylan Yalcin, G., Kaya, B., Ipek, D., & Zorba, N. N. 2023. Carbapenem resistance and biofilm formation status of Enterobacterales isolated from raw milk via molecular versus phenotypic methods. *Antonie van Leeuwenhoek*, vol. 116, no. 1, pp. 67-80.

Masiello SN., Martin NH., Trmči A., Wiedmann M. Boor., KJ. 2016. Identifikácia a charakterizácia psychrotolerant koliformných baktérií izolovaných z pasterizovaného mlieka tekutín. *J. Dairy Sci.* vol. 99, pp. 130-140. ISSN 0022-0302.

Kontaktná adresa

doc. MVDr. Jana Výrostková, PhD., Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81, Košice, Slovensko, e-mail: jana.vyrostkova@uvlf.sk

Analýza kvality, arómy a nutričného potenciálu korenín *Analysis of the Quality, Aroma and Nutritional Potential of Spices*

**Zahumenská, J., Ondrašovičová, S., Gubová, M., Dudriková, E., Kováčová, M.,
Megyesy Eftimová, Z.**

*Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita
veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice,
Slovenská republika*

Súhrn

V experimente bolo analyzovaných 40 rôznych druhov korenia ($n = 57$), zakúpených v obchodnej sieti v období rokov 2024–2025. Analýzy vzoriek korenia ukázali významné rozdiely v chemickom zložení a kvalite. Vlhkosť sa pohybovala prevažne medzi 7–13 % hmotn., pričom petržlenová vňať ju mala najnižšiu (2,3 %), klinčeky vykázali najvyššie hodnoty vlhkosti (23–26,5 %), čo ovplyvňuje ich stabilitu a mikrobiálne riziko. Obsah vápnika bol extrémne vysoký u muškátového orecha (2199 mg/kg) a zázvoru (876 mg/kg), zatiaľ čo éterické oleje dominovali v klinčekoch (16–20 %). Popol nerozpustný v HCl a prímеси boli väčšinou nízke, s výnimkou niektorých vzoriek rasce. Štipľavé papriky mali vyšší obsah kapsaicínu (0,059–0,091 %), zatiaľ čo sladké papriky vykazovali vyššiu farbiacu schopnosť (137–252 ASTA). Výsledky podčiarkujú nutnosť komplexného hodnotenia korenín kombináciou senzorických a fyzikálno-chemických metód, pričom zohľadňujú ich bezpečnosť, kvalitu a technologické vlastnosti.

Kľúčové slová: *kvalita, korenie, kapsaicín, farbivo, éterický olej*

Abstract

In the experiment, 40 different types of spices ($n = 57$) purchased from the retail network in the period 2024–2025 were analyzed. The analyses of the spice samples showed significant differences in chemical composition and quality. The moisture ranged mainly between 7–13% wt., with parsley having the lowest (2.3%), and cloves the highest (23–26.5%), which affects their stability and microbial risk. The calcium content was extremely high in nutmeg (2199mg/kg) and ginger (876mg/kg), while essential oils dominated in cloves (16–20%). Ash insoluble in HCl and impurities were mostly low, with the exception of some cumin samples. Hot peppers had higher capsaicin content (0.059–0.091%), while sweet peppers showed higher coloring power (137–252 ASTA). The results underline the need for comprehensive evaluation of spices by combining sensory and physicochemical methods, taking into account their safety, quality and technological properties.

Key words: *quality, pepper, capsaicin, dye, essential oil*

Úvod

Koreniny predstavujú významnú skupinu poľnohospodárskych produktov rastlinného pôvodu, ktoré sa už po stáročia využívajú nielen na dochucovanie jedál, ale aj na zlepšenie ich vône a vzhľadu (Novák, 2020; Liñán-Atero et al., 2024). Väčšinou ide o sušené časti rastlín, ako sú plody, semená, korene, kôra, listy či púčiky. Okrem svojich senzorických vlastností sú koreniny známe aj biologicky aktívnymi účinkami – podporujú trávenie, pôsobia antimikrobiálne a mnohé z nich majú tradičné uplatnenie v ľudovom liečiteľstve (Rathore and Pati, 2023; Zeiner et al., 2025).

Kvalitu korenín zásadne ovplyvňuje celý reťazec ich produkcie a spracovania – od botanického pôvodu a podmienok pestovania, cez zber a technologické postupy sušenia, až po samotné skladovanie (Novák, 2020). Nedodržanie správnych postupov môže viesť k strate charakteristických aromatických látok, zníženiu farbiacej schopnosti či dokonca k mikrobiálnej kontaminácii. Z tohto dôvodu je nevyhnutné hodnotiť koreniny komplexne, a to prostredníctvom kombinácie senzorických a laboratórnych analytických metód.

Medzi základné ukazovatele kvality patria vzhľad, farba, čistota, aróma, chuť a typická ostrosť alebo sladkosť. Dôležitú úlohu zohráva aj obsah prchavých látok, napríklad éterických olejov či kapsaicínu v prípade papriky a čili, ako aj obsah vlhkosti, ktorý významne ovplyvňuje stabilitu a trvanlivosť produktu. Okrem senzorických charakteristík sa hodnotí aj technologická čistota korenín, vyjadrená obsahom popola, nerozpustného popola či minerálnych prímiesí, ktoré majú význam nielen z hľadiska kvality, ale aj bezpečnosti spotrebiteľa (Zeiner et al., 2025).

Senzorická analýza je dôležitým nástrojom pri hodnotení korenín, keďže spotrebiteľ vníma predovšetkým vzhľad, vôňu a chuť. Posudzuje sa intenzita a charakter arómy, ostrosť, horkosť, sladkosť a ďalšie špecifické vlastnosti (Novák, 2020). V prípade papriky je dôležitým parametrom aj jej farbiaca schopnosť, ktorá priamo ovplyvňuje vizuálnu atraktivitu pripravovaných pokrmov. Keďže senzorická analýza je do určitej miery subjektívna, dopĺňa sa fyzikálno-chemickými metódami, ktoré poskytujú objektívne a reprodukovateľné údaje (Liñán-Atero et al., 2024).

Fyzikálno-chemické rozborý predstavujú kľúčový nástroj na komplexné posúdenie kvality. Medzi najčastejšie sledované parametre patria obsah vlhkosti, éterických olejov, kapsaicínu, karotenoidov, popola, nerozpustného popola či minerálnych látok. Tieto ukazovatele umožňujú nielen porovnávanie jednotlivých vzoriek, ale aj posúdenie zhody s platnými normami. Kombinácia senzorickej a fyzikálno-chemickej analýzy je preto nevyhnutná pre komplexné hodnotenie kvality korenín. Kým senzorické vlastnosti odzrkadľujú vnímanie spotrebiteľa, fyzikálno-chemické parametre poskytujú objektívny základ pre overiteľné a porovnateľné výsledky. Spojením týchto prístupov je možné zabezpečiť nielen vysokú kvalitu a stabilitu korenín, ale aj ich bezpečnosť z pohľadu verejného zdravia.

Materiál a metodika

V experimente bolo analyzovaných 40 rôznych druhov korenín ($n = 57$), zakúpených v obchodnej sieti v období rokov 2024–2025 (Tabuľka 1). Vzorky boli dodané v rôznych predajných obaloch a vo viacerých formách (celé, mleté, údené a iné).

Príprava vzoriek

Vzorky boli pripravené homogenizáciou (mletie, preosievanie) a následne podrobené fyzikálno-chemickému vyšetreniu zahŕňajúcemu 12 analytických postupov. Analýzy sa uskutočnili na Veterinárnom a potravinovom ústave v Košiciach v spolupráci s Katedrou hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín UVLF a Katedrou biológie a fyziológie. Všetky analýzy boli realizované akreditovanými metódami. Pri stanovení organických látok (piperín, kapsaicín, tuk, éterické oleje) sa používali vhodné rozpúšťadlá a dodržiavali sa zásady bezpečnosti práce. Vzorky boli podrobené aj senzorickej analýze. Pre potreby analýzy posúdenia kvality jednotlivých vzoriek korenín sme zvolili metódu profilového testu (Maľa, 2012). Panel posudzovateľov bol vybraný a vyškolený podľa noriem ISO (ISO, 1993).

Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR č. 309/2015 Z. z. o pochutinách, jedlej soli, dehydrovaných pokrmoch, polievkových prípravkoch a ochucovadlách stanovuje pre koreniny limity (vlhkosť, popol, cudzie prímеси, triedy pálivosti papriky a i.), avšak neurčuje konkrétne analytické metódy. Preto boli jednotlivé veličiny stanovené podľa relevantných ISO/EN ISO noriem.

Použité analytické metódy

Pre stanovenie vápnika (EN 13805) sa vzorka korenia mineralizovala kyselinou dusičnou a následne sa jeho obsah analyzoval pomocou atómovej absorpčnej spektrometrie (AAS). Obsah vlhkosti (ISO 939:2021) sa určil gravimetrickou metódou, kedy sa odvážená vzorka sušila pri 105 °C. Celkový obsah oxidu siričitého (SO₂) sa stanovil jodometrickou titráciou, pričom SO₂ reagoval s jódovým roztokom a výsledný jodid sa titroval thiosíranom.

Prímеси a nečistoty, vrátane cudzích prímесí (ISO 927), sa zisťovali mechanickým triedením a mikroskopickým vyšetrením, pričom sa vážil podiel nečistôt.

Obsah éterických olejov (STN EN ISO 6571) sa určil destiláciou vo vodnej pare pomocou Clevengerovho aparátu a objem oleja sa odmeral po destilácii.

Celkový obsah popola (ISO 928) sa určil gravimetricky, kedy sa vzorka spaľovala pri 500–600 °C do bieleho popola a jeho hmotnosť predstavovala obsah minerálnych látok.

Popol nerozpustný (ISO 930) v 10% HCl sa stanovil tak, že sa vzorka spálila, popol sa premyl 10% HCl a nerozpustný zvyšok sa zvážil.

Obsah tuku ISO 11085:2015 sa stanovil Soxhletovou extrakciou pomocou vhodného rozpúšťadla (napr. hexánu), po ktorom sa rozpúšťadlo odparilo a tuk sa zvážil.

Obsah piperínu (STN ISO 11027) sa stanovoval HPLC metódou, pričom sa piperín extrahoval organickým rozpúšťadlom a kvantifikoval chromatograficky. Obsah kapsaicínu v sušine sa stanovil HPLC metódou (ISO 7543-2), pričom sa kapsaicín extrahoval vhodným rozpúšťadlom (etanol, acetón) a kvantifikoval sa chromatograficky s UV detektorom.

Anorganické prímеси (ISO 930) sa stanovovali pomocou indukčne viazanej plazmy s optickou emisnou spektrometriou (ICP-OES) po mineralizácii vzorky, čo umožnilo stanovenie jednotlivých minerálnych prvkov.

Farbivosť sa určovala spektrálnou metódou (ISO 7541), kedy sa farbivá extrahovali rozpúšťadlami ako acetón alebo hexán a absorbancia sa merala pri špecifickej vlnovej dĺžke.

Výsledky a diskusia

Nutričný potenciál

Analýzy korenín ukázali významné rozdiely v chemickom zložení a kvalite vzoriek.

Vlhkosť

Väčšina korenín vykazovala hodnoty vlhkosti medzi 7–13 % hmotn., čo je typické pre dobre usušené vzorky s dostatočnou trvanlivosťou. Najnižšiu vlhkosť mala petržlenová vňať (2,3 % hmotn.), čo poukazuje na intenzívne sušenie. Naopak, klinčeky vykazovali prirodzene vysokú vlhkosť (23–26,5 % hmotn.), ktorá znižuje ich stabilitu a zvyšuje riziko mikrobiálneho rastu (Liňán-Atero et al., 2024). Bobkový list mal vlhkosť 6–8 % hmotn., čierne korenie 9–13 % hmotn. a paprika mletá 9–12 % hmotn., pričom pri paprike je vyššia vlhkosť spojená s rizikom degradácie farbív.

Obsah vápnika

Väčšina vzoriek obsahovala menej ako 20 mg/kg Ca, avšak mletý zázvor (876 mg/kg) a najmä mletý muškátový oriešok (2199 mg/kg) dosiahli extrémne vysoké hodnoty, ktoré môžu poukazovať aj na riziko falšovania. Tieto hodnoty naznačujú ich nutričný význam ako zdrojov minerálnych látok (Zeiner et al., 2025). Porovnanie celého a mletého korenia ukázalo iba malé rozdiely, pričom štatistická analýza ANOVA potvrdila hraničnú nevýznamnosť rozdielov ($p \approx 0,052$).

Tabuľka 1: Zoznam použitých vzoriek korenia a ich formy

Druh koreniny	Formy	Druh koreniny	Formy
Chilli	mleté, údené mleté, drvené, celé, jalapeño drvené	Paprika sladká	mletá, špeciál 500 g
Vanilka	mletá	Paprika štiplavá	mletá
Tymián	sušený	Paprika údená	sladká mletá
Cibuľa	sušená granulovaná	Estragón	sušený
Paradajka	prášok	Kurkuma	mletá
Čierne korenie	celé, mleté, štandard, mix v „4 farbách“	Aníz	celý
Biele korenie	celé, mleté	Klinček	celý
Rasca	celá, mletá, drvená	Saturejka	sušená
Rímska rasca	celá, mletá	Oregano	sušené
Bobkový list	celý, jemne drvený, vo vrečku	Zelené korenie	celé
Muškatový kvet	mletý	Ligurček	sušený
Zázvor	mletý	Badián	celý
Petržlenová vňať	sušená	Bazalka	sušená
Škorica	mletá, cejlónska mletá	Majorán	sušený
Nové korenie	celé, mleté	Šalvia	sušená
Rozmarín	sušený	Červené korenie	celé
Muškatový orech	celý, mletý	Kajenská paprika	mletá
Kardamón	mletý	Koriander	celý, mletý
Fenikel	celý	Horčičné semienko	celé
Pažitka	sušená	Kôpor	sušený

Muškatový orech a zázvor majú extrémne vysoký obsah vápnika, čo ich odlišuje od ostatných korenín ($p < 0,05$). Klinček má najvyšší obsah éterických olejov, čo korešponduje s jeho intenzívnou arómou ($p < 0,05$).

Popol nerozpustný v HCl

Väčšina vzoriek vykazovala nízke hodnoty (0,01–0,3 % hmotn.), avšak niektoré vzorky rasce dosahovali až 11 % hmotn., čo naznačuje prítomnosť minerálnych nečistôt alebo nedostatočné technologické spracovanie.

Kapsaicín

Hodnoty sa pohybovali medzi 0,005–0,091 % hmotn. Najvyšší obsah mala štiplavá paprika (0,091 % hmotn.), čo ju radí medzi najvýraznejšie pálivé vzorky, zatiaľ čo sladké papriky obsahovali iba stopové množstvá (0,005–0,006 % hmotn.) (Othman et al., 2011).

Farbiaca schopnosť

Najvyššia hodnota (252 ASTA jednotiek) bola zistená u sladkej papriky, ďalšie vzorky dosahovali 137–219 ASTA jednotiek. Tieto výsledky korešpondujú s technologickým využitím papriky ako prírodného farbiva (Ferrando et al., 2024). Čili papriky síce nevykazovali vysokú farbiacu schopnosť (Tabuľka 2), ich charakteristickým atribútom je však pálivosť.

Tabuľka 2: Obsah kapsaicínu a farbiacej schopnosti u papriek (porovnanie sladkých vs. štiplavých papriek)

Paprika	Kapsaicín (%)	Farbivosť
Paprika sladká mletá	0,006	219
Paprika sladká	0,007	252
Paprika štiplavá	0,091	160
Paprika štiplavá	0,059	160

Tabuľka 3: Priemerné výsledky sledovaných parametrov u analyzovaných vzoriek korenín

Parameter	Min	Max	Priemer	±SD
Vápnik (mg/kg)	2,3	876,0	104,9	157,5
Vlhkosť (%)	5,6	13,2	9,7	1,5
Celkový SO ₂ (mg/kg)	0,00	23,0	1,3	3,9
Prímesi a nečistoty (mg/kg)	0,00	20,03	2,5	4,5
Éterické oleje (mg/kg)	0,00	35,0	6,2	8,0
Popol nerozpustný v 10% HCl (mg/kg)	0,00	13,0	4,1	3,6
Tuk (mg/kg)	0,00	8,00	2,4	2,0
Popol (mg/kg)	0,00	252,0	6,3	24,0
Piperín (mg/kg)	0,0	7,5	1,9	2,2
Ostatné nečistoty (mg/kg)	0,00	14,0	1,5	3,0
Anorganické prímesi (mg/kg)	0,00	0,92	0,1	0,2
Kapsaicín v sušine (mg/kg)	0,0	160,0	15,5	25,0
Cudzie prímesi (mg/kg)	0,0	0,00	0,0	0,0
Farbivosť (E150)	0,00	252,0	36,0	58,5

Štiplavé papriky majú výrazne vyšší obsah kapsaicínu než sladké ($p < 0,01$). Sladké papriky majú vyššiu farbiacu schopnosť, čo zodpovedá ich technologickému využitiu ako prírodného farbiva ($p < 0,05$).

Prímesi

Väčšina vzoriek mala cudzie a anorganické prímеси nulové alebo minimálne (0,2–0,9 % hmotn.) (Tabuľka 3). Výnimku predstavovala rasca s vyšším obsahom nerozpustného popola, čo poukazuje na nižšiu čistotu alebo technologické nedostatky pri spracovaní.

Éterické oleje

Najvyšší obsah bol nameraný v klinčekoch (16–20 % hmotn.), badiáne (7,3 % hmotn.) a muškátovom orechu (8,1 % hmotn.). Tieto výsledky objektívne potvrdzujú ich intenzívnu arómu, t.z., že tieto druhy sú nositeľmi intenzívneho aromatického profilu, ktorý je determinovaný prchavými látkami s vysokým podielom terpenoidov a fenolických zlúčenín (Liñán-Atero et al., 2024). Koreniny ako čierne korenie či škoricu vykazovali nižší obsah éterických olejov (0,18–1,40 %), čo však zodpovedá ich stabilnému charakteru a odlišnej skladbe aromatických látok. Naopak, rasca a koriander mali podstatne nižšie hodnoty, čo zodpovedá ich miernejšiemu aromatickému profilu. V tabuľke 4 uvádzame porovnanie typických korenín s nízkym a vysokým obsahom vápnika a olejov.

Tabuľka 4: Obsah vápnika a éterických olejov u vybraných korenín

Korenina	Vápnik (mg/kg)	Éterické oleje (%)
Muškatový orech mletý	2199	4,45
Zázvor mletý	876	1,59
Klinček celý	26,5	20,03
Rasca mletá	7,7	1,41
Bobkový list drvený	6,1	0,35

Záver

Celkovo možno konštatovať, že analyzované koreniny sa vyznačovali výraznými a špecifickými chemickými a senzorickými charakteristikami, ktoré odrážajú ich botanický pôvod, technologické spracovanie a podmienky skladovania. Klinčeky sa odlišovali vysokým obsahom éterických olejov (16–20 % hmotn.), čo je v súlade s ich typicky intenzívnou arómou a senzorickými vlastnosťami. Muškátový orech a mletý zázvor dosahovali extrémne vysoký obsah vápnika (2199 mg/kg resp. 876 mg/kg), čo poukazuje na ich potenciálny nutričný prínos ako zdroj minerálnych látok, ale zároveň môže naznačovať potrebu overenia autenticity a kontroly pri spracovaní.

Štipľavé papriky vykazovali obsah kapsaicínu až do 0,091 % hmotn., čo korešponduje s ich pálivým profilom a technologickým využitím v potravinárstve, zatiaľ čo sladké papriky boli charakteristické vysokou farbiacou schopnosťou (max. 252 ASTA jednotiek), čo potvrdzuje ich význam nielen ako koreniny, ale aj ako prírodné farbivo. Vlhkosť analyzovaných vzoriek sa pohybovala prevažne v rozmedzí 7–13 % hmotn., s výnimkou klinčekov a petržlenovej vňate, čím sa zohľadňuje ich odlišná hygroskopická schopnosť a stabilita pri skladovaní.

Analýza popola nerozpustného v HCl a cudzieho materiálu potvrdila väčšinou nízke množstvá minerálnych a organických nečistôt (0,01–0,9 % hmotn.), čo svedčí o dobrej kvalite spracovania a hygienickej čistote vzoriek. Výnimky, ako napríklad vysoký obsah nerozpustného popola v rasci, upozorňujú na potrebu dôkladnejšieho čistenia a kontroly technologických postupov.

Tieto výsledky zdôrazňujú prirodzenú variabilitu medzi jednotlivými druhmi korenín, ako aj vplyv spracovania a skladovania na kvalitu a senzorické vlastnosti. Z praktického hľadiska poskytujú informácie pre výrobcov, kontrolné laboratória a spotrebiteľov: správne skladovanie a sušenie sú kľúčové pre zachovanie kvality, zatiaľ čo špecifické chemické zložky, ako sú éterické oleje, kapsaicín, vápnik či farbiace látky, môžu byť využité na hodnotenie autenticity, monitorovanie kvality a optimalizáciu technologických procesov. Taktiež výsledky naznačujú, že koreniny sú nielen zdrojom výraznej arómy a typickej chuti, ale aj významných nutričných a bioaktívnych látok s pozitívnym účinkom na zdravie človeka.

V budúcnosti by bolo vhodné rozšíriť štúdiu o **dlhodobé sledovanie stability bioaktívnych zložiek**, vplyv rôznych spôsobov spracovania (mletie, sušenie, údenie) a sezónne alebo geografické rozdiely vo vzorkách, aby bolo možné stanoviť presnejšie štandardy kvality a bezpečnosti korenín na trhu.

Literatúra

- Ferrando, B. O., et al. 2024. Changes in carotenoids and quality parameters of sweet paprika. *Journal of Food Science*, vol. 89, no. 3, pp. 1245–1253.
- Kováčová, M. 2019. *Fyziologické a biologické účinky rastlinných korenín*. Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva.
- Liñán-Atero, R., et al. 2024. Clove essential oil: Chemical profile, biological activities, and potential applications. *Frontiers in Nutrition*, vol. 13, no. 4, pp. 488.
- Maľa, P. 2012. Sensory analysis of food. Košice, University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice, 158 p. ISBN 978-80-8077-297-0
- Novák, J. 2020. Koreniny a ich senzorické vlastnosti: komplexná analýza kvality. Bratislava: Slovenská poľnohospodárska univerzita.
- Othman, Z. A., et al. 201. Determination of capsaicinoids and dihydrocapsaicins in various Capsicum species. *Journal of Food Science*, vol. 76, no. 5, pp. 777–783.
- Rathore S, Pati R. 2023. Spices as natural preservatives: A review on antimicrobial properties and applications. *Food Sci Hum Wellness*, vol. 13, no. 1, pp. 112-123. doi:10.1007/s43555-024-00046-4
- Zeiner, M., Fiedler, H., Toma, D., Nemet, I., & Cindrić, I. J. (2025). Elemental composition of ginger (*Zingiber officinale* L.)—Analytical approach and assessment of 29 analytes according to classification approaches. *Microchemical Journal*, vol. 212, 113333.
- Vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR č. 309/2015 Z. z. o pochutinách, jedlej soli, dehydrovaných pokrmoch, polievkových prípravkoch a ochucovadlách. Bratislava: Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, 2015.

PodĎakovanie

Práca bola podporená projektom KEGA 007UVLF-4/2024.

Kontaktná adresa:

MVDr. Jana Zahumenská, PhD., Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice. E-mail: jana.zahumenska@uvlf.sk

Zvýšení obsahu aminokyselin v kuřecím mase po přidavku pelyňku pravého do diety

Increase in Amino Acid Content in Chicken Meat after the Addition of Wormwood to the Diet

Zapletal, D., Šimek, V., Kost'uková, M., Rozsypalová, L., Dobšíková, R.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem práce bylo zhodnotit vliv 3% začlenění moučky z pelyňku pravého do diet na zastoupení aminokyselin (AA) v prsním mase brojlerových kuřat na konci výkrmu. Přestože nebyl zjištěn rozdíl v obsahu hrubého proteinu v prsním svalu vykrmovaných kohoutů, dietární začlenění pelyňku pravého vedlo k výraznému zvýšení obsahu všech hodnocených AA (+24,6%) v jejich mase. Zvýšení celkového obsahu cenných esenciálních AA bylo u dietárně suplementované skupiny brojlerů v úrovni +25,2%. Z výsledků práce vyplývá, že 3% dietární začlenění pelyňku pravého mělo zásadní vliv na proteosyntézu brojlerových kuřat cíleně infikovaných kokcidiózou a vedlo k výraznému zvýšení nutriční hodnoty kuřecího masa.

Klíčová slova: *brojlerové kuře, prsní maso, aminokyseliny, fytogenní aditivum*

Abstract

The aim of the study was to evaluate the effect of 3% inclusion of wormwood meal in the diet on the amino acid (AA) content in the breast meat of broiler chickens at the end of the fattening period. Although no difference was found in the crude protein content in the breast meat of fattened cockerels, dietary inclusion of wormwood led to a considerable increase in the content of all evaluated AAs (+24.6%) in their meat. The increase in the total content of valuable essential AAs was at the level of +25.2% in the dietary supplemented group of broilers. The results of the study show that 3% dietary inclusion of wormwood had a substantial impact on protein synthesis in broiler chickens that were intentionally infected with *Eimeria* oocysts and led to a noticeable increase in the nutritional value of chicken meat.

Key words: *broiler chicken, breast meat, amino acids, phytogenic additive*

Úvod

Aminokyseliny (AA) představují základní stavební jednotky bílkovin a z pohledu masné výroby je jejich obsah v produkovaném mase zásadním ukazatelem ovlivňující jak nutriční, tak i funkční vlastnosti masných výrobků. V souvislosti s kvalitou masných výrobků (často šunek) je v posledním období diskutován pokles obsahu AA, respektive tzv. čistých svalových bílkovin, v produkovaném mase. Aminokyseliny v mase (zejména esenciální) mají významný dopad na vlastní nutriční hodnotu masa, dále i chuť, aroma a technologické vlastnosti vyráběných masných výrobků (Ou et al., 2025; Savas, 2025). Vlastní obsah AA v mase jatečných zvířat je ovlivněn řadou endogenních a exogenních faktorů a jejich vzájemnými interakcemi. Předpokládá se, že rozdíly v AA složení masa drůbeže souvisí především s druhem drůbeže, genofondem, typem svalu, věkem, pohlavím a také s výživou (Straková et al., 2015; Boz et al., 2019). Co se výživy týče, bylo v nedávné době zjištěno, že k významné alteraci svalových AA může dojít v případě dietárního začlenění některých bylin a z nich pocházejících produktů (Greene et al., 2021; Luo et al., 2024). Pelyněk pravý (*Artemisia absinthium* L.), patřící do čeledi Asteraceae,

byl, co by fyto­genní dietární aditivum u drůbeže, studován zejména v souvislosti s jeho účinky na zdraví a produkční ukazatele (Kostadinović et al., 2016; Zapletal et al., 2024). Doposud jsou však poměrně limitní informace o jeho případném působení na kvalitativní ukazatele produkovaného drůbežího masa. Cílem této práce bylo zhodnotit vliv 3% začlenění moučky z pelyňku pravého do diet na zastoupení AA v prsním masu brojlerových kuřat na konci výkrmu.

Materiál a metodika

Celkem 104 jednodenních brojlerových kohoutků hybridní kombinace Ross 308 bylo náhodně rozděleno do dvou dietárních skupin (K a P3, 52 a 52 ks; resp.) a naskladněno do podlahových boxů na hluboké podestýlce v experimentální stáji Ústavu chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, VETUNI Brno. Všechna kuřata byla vykrmována za shodných podmínek a managementu, v řízených podmínkách prostředí dle doporučení pro výkrm brojlerů genofondu Ross 308. Pro výživu brojlerů v obou dietárních skupinách byl uplatněn tří­fázový systém výživy s podáváním startérové krmné směsi (BR1) do 14. dne věku, růstové krmné směsi (BR2) od 15. do 28. dne věku a finišerové krmné směsi (BR3) od 29. do 42. dne věku. Kontrolní skupina (K) přijímala krmné směsi (KS) bez přídavku pelyňku a kokcidostatika. Kuřata v pokusné skupině (P3) byla krmena KS s podílem 3% moučky z celé sušené byliny pelyňku pravého. Nutriční složení KS BR1, BR2 a BR3 bylo pro obě dietární skupiny navrženo tak, aby byly KS vždy izonitrogenní a izoenergetické (Tabulka 1). K cílenému vyvolání mírné infekce kokcidiózou byla v 16. den věku všechna kuřata infikována desetinásobnou dávkou vakcíny LIVACOX T s atenuovanými oocystami *Eimeria* sp.

Tabulka 1: Nutriční složení testovaných diet

Živina (%)	Dieta					
	K			P3		
	BR1	BR2	BR3	BR1	BR2	BR3
Hrubý protein	20,6	19,0	18,7	20,6	19,1	18,7
Vláknina	3,5	3,3	4,1	3,7	3,2	3,7
Tuk	3,1	8,0	6,3	3,5	8,0	6,4
Škrob	35,4	35,2	35,4	34,5	35,5	34,7
Popeloviny	5,9	5,5	5,2	5,9	5,4	5,1
Ca	0,81	0,89	0,76	0,89	0,83	0,70
Anorganický P	0,57	0,49	0,46	0,56	0,48	0,48
ME (MJ)	12,8	13,9	13,5	12,9	14,0	13,5

K: kontrolní skupina; P3: pokusná skupina krmená s podílem 3% moučky z pelyňku pravého; ME: metabolizovatelná energie.

Na konci pokusu (42. den věku) bylo náhodně vybráno 8 brojlerů z každé dietární skupiny. Po jejich zabití a jatečné disekci byly odebrány vzorky prsní svaloviny. Vzorky prsního masa byly zabaleny, zamrazeny a uchovávány při teplotě –20 °C až do okamžiku vlastní analýzy. Po rozmrazení byl u vzorků stanoven obsah hrubého proteinu podle Kjeldahla. Stanovení obsahu jednotlivých AA bylo provedeno pomocí automatického aminoanalyzátoru AAA 400 (Ingos a.s., ČR), dle metodiky popsané ve studii Straková et al. (2015). V případě esenciálních aminokyselin (EAA), byl stanoven obsah lyzinu, metioninu, izoleucinu, leucinu, treoninu, valinu, histidinu, argininu a fenylalaninu. Co se

týče neesenciálních aminokyselin (NEAA), byl stanoven obsah kyseliny asparagové, serinu, kyseliny glutamové, prolinu, glycinu, alaninu, cysteinu a tyrozinu. Obsahy jednotlivých AA i jejich skupin jsou vyjádřeny v g na 100 g masa (v původní hmotě). Statistické zhodnocení bylo provedeno pomocí jednofaktorové ANOVY, k následnému post-hoc testování byl použit Tukeyův HSD test.

Výsledky a diskuze

Přestože nebyl zjištěn rozdíl v obsahu hrubého proteinu v prsním masu mezi hodnocenými skupinami kuřat (Tabulka 2), dietární začlenění 3% pelyňku pravého vedlo k vyššímu obsahu jak jednotlivých AA ($P < 0,001$; $P < 0,01$), tak všech EAA (+25,2%), všech NEAA (+23,9 %) a celkově všech hodnocených AA (+24,6%) ve srovnání s kuřaty kontrolní skupiny ($P < 0,001$).

Tabulka 2: Vliv diety na obsah hrubého proteinu a profil aminokyselin (g/100g masa) v prsním masu brojlerových kuřat

Ukazatel	Dietární skupina		SEM	Změna (%)	Signifikance
	K	P3			
Hrubý protein (g/kg masa)	186	212	6,473	+14,0	NS
Lyzin	1,33	1,59	0,048	+19,6	**
Metionin	0,27	0,37	0,019	+37,0	**
Izoleucin	0,74	0,90	0,028	+21,6	**
Leucin	1,16	1,50	0,051	+29,3	***
Treonin	0,68	0,81	0,025	+19,1	**
Valin	0,76	0,95	0,031	+25,0	***
Histidin	0,80	0,96	0,029	+20,0	**
Arginin	0,88	1,23	0,050	+39,8	***
Fenylalanin	0,59	0,73	0,023	+23,7	***
Suma EAA	7,21	9,03	0,293	+25,2	***
Kyselina asparagová	1,54	1,82	0,053	+18,2	**
Serin	0,58	0,69	0,021	+19,0	**
Kyselina glutamová	2,31	2,99	0,110	+29,4	***
Prolin	0,52	0,65	0,021	+25,0	***
Glycin	0,67	0,82	0,026	+22,4	***
Alanin	0,87	1,08	0,034	+24,1	***
Cystein	0,11	0,15	0,006	+36,4	***
Tyrozin	0,50	0,61	0,020	+22,0	**
Suma NEAA	7,10	8,80	0,283	+23,9	***
Suma všech AA	14,31	17,83	0,573	+24,6	***

K: kontrolní skupina; P3: pokusná skupina krmená s podílem 3 % moučky z pelyňku pravého; SEM: střední chyba průměru; NS: není signifikantní; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; EAA: esenciální aminokyseliny; NEAA: neesenciální aminokyseliny; AA: aminokyseliny.

V případě konkrétních AA, došlo k nejvýraznějšímu zvýšení v obsahu u velmi ceněného argininu (+39,8%) a metioninu (+37,0%), a dále také u cysteinu (+36,4%). Výsledky této práce zjistily překvapivě výrazný vliv dietárně předkládaného pelyňku pravého na vlastní

proteosyntézu u brojlerových kuřat cíleně infikovaných kokcidiózou. Obdobně, byl i v naší dřívější studii nalezen příznivý účinek podávání této byliny na zvýšení obsahu některých AA v mase brojlerových kuřic; byl použit přídatek 5% pelyňku pravého k basální dietě (Zapletal et al., 2024). Ve studiích Greene et al. (2021) a Luo et al. (2024) vyvolala suplementace diet extrakty z některých bylin také vyšší zastoupení AA v mase, což dokazuje významnou roli některých dietárně podávaných bylin v proteosyntéze kuřat. Celkový obsah všech EAA, všech NEAA a všech hodnocených AA v prsním mase brojlerů v této práci byl obecně nižší než jejich obsah zjištěný v naší předchozí studii na brojlerových kuřicích (Zapletal et al., 2024). Ve zmiňované studii však nebyly kuřice cíleně vystaveny infekci kokcidiózou, což může poukazovat na negativní vliv této infekce na následný pokles svalových proteinů v produkovaném kuřecím mase.

Závěr

Ačkoli nebyl zjištěn průkazný rozdíl v obsahu hrubého proteinu v prsním mase vykrmovaných brojlerových kohoutů, dietární začlenění 3% moučky z pelyňku pravého vedlo v jejich mase k výraznému zvýšení obsahu všech hodnocených AA (+24,6%). Zvýšení celkového obsahu cenných EAA bylo u suplementované skupiny brojlerů pak v úrovni +25,2%. V případě konkrétních AA, došlo k nejvýraznějšímu zvýšení v obsahu u velmi ceněného argininu a metioninu, a dále také u neesenciálního cysteinu. Z výsledků této práce vyplývá, že 3% dietární začlenění pelyňku pravého mělo zásadní vliv na vlastní proteosyntézu brojlerových kuřat cíleně infikovaných kokcidiózou a vedlo k výraznému zvýšení nutriční hodnoty, potažmo ke zlepšení kvalitativních charakteristik kuřecího masa.

Literatura

- Boz, M. A., Oz, F., Yamak, U. S., Sarica, M., Cilavdaroglu, E. 2019. The carcass traits, carcass nutrient composition, amino acid, fatty acid, and cholesterol contents of local Turkish goose varieties reared in an extensive production system. *Poultry Science*, vol. 98, no. 7, pp. 3067–3080. <https://doi.org/10.3382/ps/pez125>
- Greene, E. S., Maynard, C., Owens, C. M., Meullenet, J. F., Dridi, S. 2021. Effects of herbal adaptogen feed-additive on growth performance, carcass parameters, and muscle amino acid profile in heat-stressed modern broilers. *Frontiers in Physiology*, vol. 12, 784952. Doi:10.3389/fphys.2021.784952
- Kostadinović, L. J. M., Popović, S. J., Puvača, N. M., Čabarkapa, I. S., Kormanjoš, Š. M., Lević, J. D. 2016. Influence of *Artemisia absinthium* essential oil on antioxidative system of broilers experimentally infected with *Eimeria* oocysts. *Veterinarski Arhiv*, vol. 86, no. 2, pp. 253-264.
- Luo, Y., Bi, Y., Xu, Z., Shan, L., He, J., Wang, K., Zhou, Z., Yu, L., Jiang, X., Yang, J., et al. 2024. Exploring possible benefits of *Litsea cubeba* Pers. extract on growth, meat quality, and gut flora in white-feather broilers. *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 10, 1335208. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1335208>
- Ou, T., Zeng, Y., Wang, Y., Huang, X., Xu, X., Tian, X. 2025. Amino acid, fatty acid, and metabolomic profiling of Mi pigs and crossbred pigs: Implications for meat quality. *Microchemical Journal*, vol. 215, 114194. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2025.114194>.
- Savas, A. 2025. Effects of different cooking parameters on various quality criteria, lipid oxidation, mineral composition, and free amino acid profile of chicken breast. *Processes*, vol. 13, 1602. <https://doi.org/10.3390/pr13051602>

Straková, E., Suchý, P., Navrátil, P., Karel, K., Herzig, I. 2015. Comparison of the content of crude protein and amino acids in the whole bodies of cocks and hens of Ross 308 and Cobb 500 hybrids at the end of fattening. *Czech Journal of Animal Science*, vol. 60, no. 2, pp. 67-74. Doi: 10.17221/7976-CJAS

Zapletal, D., Dobšíková, R., Šimek, V., Kameník, J., Ježek, F. 2024. Growth performance, carcass composition, physico-chemical traits and amino acid profile of meat depending on wormwood (*Artemisia absinthium* L.) dietary supplementation in broilers. *Archives Animal Breeding*, vol. 67, no. 1, pp. 1-12. doi: 10.5194/aab-67-1-2024.

Poděkování

Tato práce byla podpořena z prostředků projektu ITA VETUNI Brno, s registračním číslem FVHE 2022ITA26.

Kontaktní adresa

prof. Ing. David Zapletal, Ph.D., VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: zapletald@vfu.cz

Zmeny obsahu dusičnanov v brokolici v dôsledku tepelnej úpravy a zmrazovania

Changes in Nitrate Content in Broccoli due to Thermal Processing and Freezing

Zeleňáková, L., Jakabová, S., Šnirc, M., Mendelová, A.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

V experimente bol sledovaný vplyv rôznych metód tepelného spracovania a zmrazovania na obsah dusičnanov v brokolici. Vzorky (*Brassica oleracea* var. *italica*) boli podrobené ôsmim spôsobom úpravy: čerstvá (bez úpravy), varenie, varenie v pare, varenie v tlakovom hrnci, sous-vide, blanšírovanie, mikrovlnný ohrev, dusenie. Každá úprava bola analyzovaná v dvoch variantoch, a to bezprostredne po tepelnej úprave, resp. po tepelnej úprave (A) a následnom zmrazení (Z) pri -18 °C a skladovaní do analýzy (4 týždne). Stanovenie obsahu dusičnanov v prefiltrovaných výluhoch brokolice sa realizovalo pomocou priamej potenciometrie s použitím dusičnanej iónovo selektívnej metódy (ISE). Vo všetkých prípadoch bol obsah dusičnanov vyšší v čerstvých vzorkách (A) než v zmrazených (Z), čo naznačuje, že zmrazovanie vedie k ich zníženiu. Najvyšší priemerný obsah bol zaznamenaný v čerstvej brokolici bez úpravy ($75,11 \pm 18,05$ mg/kg), najnižší v zmrazenej brokolici po varení v tlakovom hrnci ($5,57 \pm 1,66$ mg/kg). Štatisticky významný rozdiel ($p < 0,05$) medzi A a Z sa prejavil len pri metóde sous-vide. Koeficient variability (16 – 29 %) poukázal na stabilnú, no nezanedbateľnú variabilitu meraní.

Kľúčové slová: brokolica, dusičnany, ISE metóda, tepelná úprava, zmrazovanie

Abstract

The experiment investigated the effect of various thermal processing methods and freezing on nitrate content in broccoli. Samples (*Brassica oleracea* var. *italica*) were subjected to eight processing methods: fresh (untreated), boiling, steaming, pressure cooking, sous-vide, blanching, microwave heating, and stewing. Each treatment was analyzed in two variants: immediately after thermal processing (A) and after thermal processing followed by freezing (Z) at -18 °C and storage until analysis (4 weeks). The determination of nitrate content in filtered broccoli extracts was carried out using direct potentiometry with a nitrate ion-selective electrode (ISE) method. In all cases, nitrate content was higher in fresh samples (A) than in frozen ones (Z), suggesting that freezing leads to a reduction in nitrate levels. The highest mean content was recorded in fresh, untreated broccoli (75.11 ± 18.05 mg/kg), while the lowest was found in frozen broccoli after pressure cooking (5.57 ± 1.66 mg/kg). A statistically significant difference ($p < 0.05$) between A and Z was observed only for the sous-vide method. The coefficient of variation (16 – 29 %) indicated stable yet non-negligible variability of the measurements.

Key words: broccoli, nitrate content, ISE method, thermal processing, freezing

Úvod

Brokolica (*Brassica oleracea* var. *italica*) je dvojročná rastlina patriaca do čeľade Brassicaceae, ktorá je konzumovaná ako zelenina po celom svete. Najväčším

producentom brokolice je Čína, po nej nasleduje India, Spojené štáty americké, Španielsko, Mexiko a Taliansko (Nagraj et al., 2020).

Brokolica sa na našom trhu nachádza len vo výhonkovej forme. Vytvára vrcholovú ružicu zelenej či zeleno-fialovej farby o priemere 0,25 m. Bočné, menšie, sekundárne ružice, ktoré vyrastajú v pazuchách listov po zbere hlavnej ružice, majú rovnakú nutričnú hodnotu ako hlavná vrcholová ružica (Šlosár a Uher, 2011).

Brokolica obsahuje vysoké množstvo vitamínov, antioxidantov a antikarcinogénnych zlúčenín a bola opísaná ako zelenina s vysokou nutričnou hodnotou. Dôležité bioaktívne zlúčeniny ako polyfenoly, flavonoidy, karotenoidy, sulforafan, glukozinoláty a mnohé ďalšie sú tiež prítomné v brokolici. Brokolica je jednou z najbohatších zelenín pre svoj vysoký obsah minerálnych látok, ako sú K, Ca, P, Mg či Na. Je tiež dobrým zdrojom sacharidov. Je to jedna z najvýživnejších zelenín a jej konzumáciu na dennej báze odporúčajú všetky potravinové autority na celom svete. Tieto zlúčeniny si získali pozornosť pre svoju úlohu v prevencii kardiovaskulárnych ochorení a rakoviny (Syed et al., 2023).

Brokolica je po zbere veľmi rýchlo sa kaziaca zelenina, ktorá v priebehu niekoľkých dní stráca svetlozelenú farbu. Zvýšenie relatívnej vlhkosti (do 95 – 100 %) a zníženie teploty (do 0 – 4 °C) predĺži trvanlivosť zeleniny na jeden až dva týždne (Latté et al., 2011).

Dusičnany sú prirodzene sa vyskytujúcou formou dusíka a sú neoddeliteľnou súčasťou kolobehu dusíka v životnom prostredí. Dusičnany sa tvoria z hnojív, hnojúcich rastlín, hnoja a iných organických zvyškov. Dusík (N) je životne dôležitá živina pre rastliny, ktorá priamo ovplyvňuje rast a výkonnosť rastlín. Avšak dusičnany, primárna forma dusíka absorbovaného rastlinami, sa môže hromadiť v jedlých častiach zeleniny, čo predstavuje zdravotné riziko pre ľudí (Hasheminasab et al., 2025).

Podľa odhadu Svetovej zdravotníckej organizácie sa uvádza, že u väčšiny európskej populácie je priemerná denná spotreba dusičnanov na úrovni od 81 do 106 mg/deň z čoho zelenina predstavuje zhruba 80 % (FAO/WHO, 2013).

Existujú rozdiely v schopnosti kumulácie dusičnanov medzi jednotlivými druhmi zeleniny. Z tohto pohľadu možno zeleninu rozdeliť do troch skupín:

- S vysokým obsahom dusičnanov: nad 1000 mg NO₃/kg čerstvej hmoty (listové zeleniny, červená repa, reďkovka, kaleráb)
- So stredným obsahom: 400 – 1000 mg NO₃/kg čerstvej hmoty (hlúbová a koreňová zelenina, tekvice, patizóny, melóny a zemiaky)
- S nižším obsahom dusičnanov: pod 400 NO₃/kg čerstvej hmoty (cibuľa, rajčiaky, zeleninová paprika, uhorky, kukurica, baklažány, strukoviny) (Zelenáková et al., 2025).

Maximálne limity pre dusičnany v určitých potravinách stanovuje platná európska a národná legislatíva, Nariadenie Komisie (EÚ) 2023/915 z 25. apríla 2023 o maximálnych limitoch pre niektoré kontaminanty v potravinách, ktorým sa zrušuje nariadenie (ES) č. 1881/2006. Limity sa pohybujú od 2000 do 7000 mg/kg v závislosti od druhu plodiny, ako napríklad čerstvý šalát vrátane ľadového šalátu, mrazený špenát či rukola.

Cieľom práce bolo vyhodnotiť vplyv tepelnej úpravy a zmrazovania na obsah dusičnanov v brokolici.

Materiál a metódy

Na experimentálne účely bola použitá brokolica (*Brassica oleracea* var. *italica*), z ktorej sa analyzovalo zelené súkvetie pozostávajúce z nerozkvitnutých kvetných pukov. Vzorky brokolice boli zakúpené deň pred analýzou a skladované v chladničkových podmienkach (4 ± 1 °C) až do samotnej prípravy. Následne boli ošetrené 7 metódami vlhkého tepla, pričom každá úprava bola analyzovaná v dvoch variantoch, a to bezprostredne po tepelnej úprave, resp. po tepelnej úprave a následnom zmrazení (-18 °C) a skladovaní do analýzy (4 týždne). Na účely prehľadného spracovania a analýzy boli vzorky brokolice označené kódom, ktorý reflektuje spôsob tepelnej úpravy a stav vzorky (pred A a po zmrazení Z). Spôsoby tepelnej úpravy: 1 – čerstvá vzorka (bez úpravy), 2 – varenie, 3 – varenie v pare, 4 – varenie v tlakovom hrnci, 5 – sous-vide, 6 – blanšírovanie, 7 – mikrovlnný ohrev, 8 – dusenie. Tento systém umožňuje jednoduchú identifikáciu každej vzorky a zabezpečuje logickú organizáciu dát počas celého experimentu. Analyzovaných bolo celkovo 48 vzoriek (8 úprav $\times$ 2 formy $\times$ 3 opakovania).

Čerstvé vzorky brokolice boli podrobené vizuálnej kontrole s cieľom odstránenia mechanicky poškodených častí, exogénnych nečistôt a nepotravinových častí rastliny, ako sú vonkajšie listy. Vzorky boli prepláchnuté pod tečúcou pitnou vodou, aby sa eliminovali povrchové kontaminanty a prípadne rezíduá agrochemikálií. Homogénna konzistencia vzoriek bola dosiahnutá ich rozmixovaním v nádobe pomocou sekacieho noža.

Stanovenie obsahu dusičnanov vo prefiltrovaných výluhoch brokolice sa realizovalo pomocou priamej potenciometrie s použitím dusičnanovej iónovo selektívnej metódy (ISE). Metóda je založená na meraní elektrického potenciálu vytváraného na membráne dusičnanovej ISE v závislosti od aktivity dusičnanových iónov.

Na analýzu bol použitý prístroj SI Analytics Lab 845 s dusičnanovou iónovo selektívnou elektródou, ktorá funguje ako pH meter s možnosťou merania v móde ISE. Elektróda sa pred meraním aktivovala obnovovacím roztokom s koncentráciou 1 mmol/l. Vzorky brokolice sa homogenizovali, navážili v množstve 10 g do kadičiek a pridalo sa 100 ml horúceho zmesného roztoku obsahujúceho 1 % síranu hlinitého a 0,1 % síranu strieborného. Vzorky sa varili 5 minút vo vodnom kúpeli a následne prefiltrovali.

V prefiltrovaných vzorkách sa po vychladnutí zmeral elektrický potenciál pomocou ISE elektródy v mV. Namerané hodnoty sa prepočítali na obsah dusičnanov v čerstvej hmote ($\text{mg NO}_3^-/\text{kg}$) pomocou kalibračnej krivky v programe Microsoft Excel.

Všetky analýzy sa uskutočnili v laboratóriu Katedry hygieny a bezpečnosti potravín na Ústave potravinárstva FBP SPU v Nitre.

Na štatistické spracovanie údajov o obsahu dusičnanov v brokolici boli použité rôzne metódy. Normalita rozdelenia bola overená Shapiro-Wilkovou skúškou. Pri p -hodnote $<0,05$ sa použili neparametrické testy. Pre porovnanie dvoch skupín (napr. čerstvé vs. zmrazené) bol použitý t-test nezávislých výberov.

Výsledky a diskusia

Vo Výnose MP SR a MZ SR z 11. septembra 2006 č. 18558/2006-SL, ktorým sa vydáva hlava PK SR upravujúca kontaminanty v potravinách, v znení neskorších doplnkov a zmien, sú stanovené národné limity najvyšších prípustných množstiev pre dusičnany v hlúbavej zelenine, mrkve, zemiakoch (okrem skorých) a červenej repe (od 300 do 3000 mg/kg).

Na základe výsledkov analýzy obsahu dusičnanov v jednotlivých vzorkách brokolice (tab. 1) možno konštatovať, že vo všetkých prípadoch bol obsah dusičnanov vyšší

v čerstvých vzorkách (A) v porovnaní so zmrazenými (Z). Rozdiely medzi jednotlivými spôsobmi úpravy boli hodnotené pomocou t-testu, pričom štatisticky významný rozdiel ($p < 0,05$) bol zaznamenaný iba pri piatej úprave (sous-vide). V ostatných prípadoch bol rozdiel medzi čerstvou a zmrazenou vzorkou menej výrazný, hoci trend poklesu obsahu dusičnanov po zmrazení bol zrejmý. Najvyšší priemerný obsah dusičnanov bol nameraný vo vzorke A pri úprave 1 (čerstvá brokolica), a to $75,11 \pm 18,05$ mg/kg, zatiaľ čo najnižší priemerný obsah vykazovala zmrazená vzorka Z pri úprave 4 (varenie v tlakovom hrnci), a to $5,57 \pm 1,66$ mg/kg.

Tabuľka 1: Variabilita obsahu dusičnanov v brokolici vplyvom ošetrenia

Vzorka (n=3)		$\bar{x} \pm s_x$	$X_{\min}$	$X_{\max}$	v (%)	Preukaznosť podľa t-testu
1	A	75,11 ± 18,05	60,09	95,13	24,03	2,92 ⁻
	Z	40,27 ± 10,06	31,90	51,43	24,98	
2	A	30,56 ± 6,17	25,69	37,48	20,20	0,84 ⁻
	Z	26,11 ± 6,81	20,44	33,67	26,10	
3	A	46,85 ± 9,12	39,53	57,06	19,46	2,02 ⁻
	Z	32,50 ± 8,28	25,61	41,68	25,47	
4	A	12,17 ± 3,62	9,16	16,18	29,71	2,87 ⁻
	Z	5,57 ± 1,66	4,24	7,43	29,75	
5	A	42,46 ± 10,56	33,67	54,17	24,87	4,05*
	Z	16,39 ± 3,61	13,50	20,44	22,03	
6	A	20,69 ± 4,39	17,17	25,61	21,21	0,99 ⁻
	Z	17,39 ± 3,79	14,35	21,64	21,81	
7	A	34,30 ± 8,69	27,07	43,95	25,34	2,70 ⁻
	Z	18,58 ± 5,08	14,35	24,22	27,36	
8	A	15,44 ± 3,44	12,68	19,30	22,29	1,31 ⁻
	Z	12,07 ± 2,83	9,80	15,24	23,44	

Vysvetlivky (t-test):

*** štatisticky veľmi vysoko preukázaný rozdiel medzi skupinami podľa t-testu ($p < 0,001$)

** štatisticky vysoko preukázaný rozdiel medzi skupinami podľa t-testu ($p < 0,01$)

* štatisticky preukázaný rozdiel medzi skupinami podľa t-testu ($p < 0,05$)

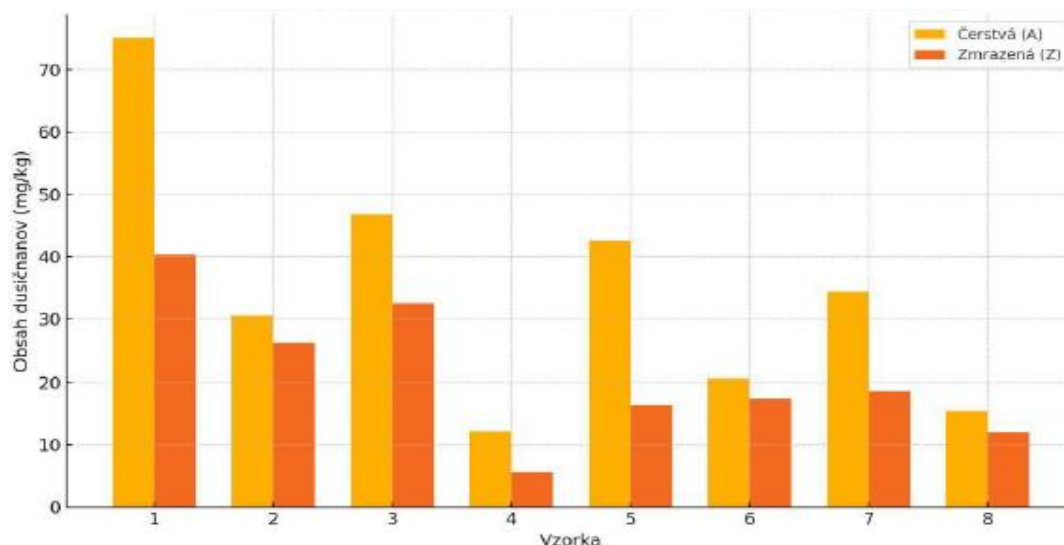
⁻ štatisticky nepreukázaný rozdiel medzi skupinami podľa t-testu ($p > 0,05$)

V grafe 1 je znázornené porovnanie obsahu dusičnanov (v mg/kg) v brokolici medzi dvoma formami: čerstvá (A) a zmrazená (Z) pri ôsmich rôznych tepelných úpravách. Po zmrazení (Z) sa obsah dusičnanov výrazne znížil najmä v čerstvej vzorke (1), pri varení v pare (3) a pri metóde sous-vide (5), čo poukazuje na možný vplyv zmrazenia na rozklad dusičnanov. Najnižšie hodnoty dusičnanov boli zaznamenané vo vzorkách 4 (varenie v tlakovom hrnci) a 8 (dusenie). Graf jasne ukazuje, že zmrazenie znižuje obsah dusičnanov v brokolici vo všetkých prípadoch.

Nerdy a Putra (2018) zistili, že obsah dusičnanov v karfirole dosahoval až 438,34 mg/kg, zatiaľ čo v brokolici to bolo 323,71 mg/kg pri použití chemických hnojív. Tieto rozdiely poukazujú na to, že akumulácia dusičnanov je výrazne závislá od pestovateľských podmienok.

Hľubová zelenina, medzi ktorú patrí aj brokolica, je známa nielen svojou výživovou hodnotou, ale aj schopnosťou akumulovať dusičnany v závislosti od pestovateľských podmienok a spôsobu spracovania. Podľa výskumu Kalifornského oddelenia pre

poľnohospodárstvo (Smith et al., 2011), brokolica absorbuje približne 337,4 libier dusíka na akre, čo zodpovedá približne 378 kg dusíka na hektár.



Graf 1: Porovnanie obsahu dusičnanov v brokolici – čerstvá vs. zmrazená

Wu et al. (2021) vo svojej štúdii uvádzajú, že varenie znižuje obsah dusičnanov v zelenine až o 25 %, v dôsledku vylúhovania týchto zlúčenín do vody. Rovnako aj výskum Leszczyńska et al. (2009) potvrdil, že blanšírovanie a varenie znižujú obsah dusičnanov v hlúbavej zelenine, pričom však dusitanové hodnoty ostávajú stabilné.

Tlakové varenie a varenie vo vode tiež výrazne ovplyvňujú obsah dusičnanov. Dusičnany sa veľmi dobre vylučujú do varnej vody, takže dlhšie varenie môže obsah dusičnanov v brokolici zredukovať až o 22 – 79 %. Potencionálnym negatívom je, že pri mikrovlnnom varení „suchým“ spôsobom zostáva v zelenine vysoký podiel dusičnanov, pretože sa nedostanú do varnej vody (Wu et al., 2021). Celkovo však štúdie ukazujú, že pri správnej príprave (priemerná vlhkosť a čas) je mikrovlnné varenie efektívna a šetrná metóda – zachová väčšinu vitamínu C a zachováva dusičnany najmä v porovnaní s varením vo vode (Ahmed and Ali, 2013).

Záver

Analýza obsahu dusičnanov v čerstvej (A) a zmrazenej (Z) brokolici ukázala konzistentný trend – čerstvé vzorky vykazovali vyššie hodnoty vo všetkých prípadoch, čo naznačuje, že proces zmrazovania vedie k ich zníženiu. Najvyšší priemerný obsah bol zaznamenaný pri čerstvej brokolici upravenej metódou 1 ($75,11 \pm 18,05$ mg/kg), zatiaľ čo najnižší priemerný obsah sa objavil pri zmrazenej brokolici po úprave 4 – varenie v tlakovom hrnci ($5,57 \pm 1,66$ mg/kg). Vo väčšine úprav rozdiely medzi A a Z neboli štatisticky významné ($p \geq 0,05$), výnimkou bola úprava 5 (sous-vide), kde bol rozdiel medzi čerstvou a zmrazenou brokolicou signifikantný ($p < 0,05$). Napriek tomu je vo všetkých úpravách zreteľný trend poklesu obsahu dusičnanov po zmrazení. Koeficient variability sa pohyboval približne od 16 % do 29 %, čo poukazuje na relatívne stabilnú, no nie zanedbateľnú variabilitu medzi replikátmi meraní. Prakticky to znamená, že zmrazovanie môže prispieť k zníženiu obsahu dusičnanov v brokolici, avšak intenzita tohto efektu závisí aj od predchádzajúcej kulinárskej úpravy, pričom metódy ako varenie, tlakový hrniec či sous-vide môžu výsledné hodnoty ďalej modifikovať.

PodĎakovanie: Analýzy a príspevok boli podporené projektom KEGA č. 002SPU-4/2025.

Literatúra

- Ahmed, F. A., Ali, R. F. M. 2013. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Fresh and Processed White Cauliflower. In *Biomed Research International*, (Online). <https://doi.org/10.1155/2013/367819>
- FAO/WHO. 2013. Nitrate (and potential endogenous formation of N – nitroso compounds. In *Who Food Addictive series World Health Organization*. (Online). 2013.
- Hasheminasab, K. S. et al. 2025. Evaluation of nitrate determination techniques in fresh vegetables: A comparison of spectrophotometric and chromatography methods. In *Journal of Agriculture and Food Research*, (Online). vol. 19. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101638>
- Latté, K. P. et al. 2011. Health benefits and possible risks of broccoli – An overview. In *Food and Chemical Toxicology*, (Online). vol. 49, no. 12, pp. 3287-3309. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.08.019>
- Leszczyńska, T. et al. 2009. Effects of some processing methods on nitrate and nitrite changes in cruciferous vegetables. In *Journal of Food Composition and Analysis*, (Online). vol. 22, no. 4, pp. 315-321. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.10.025>
- Nagraj, G. S. et al. 2020. Broccoli. In *Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables*, (Online). pp. 5-17. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812780-3.00001-55>
- Nariadenie komisie (EÚ) 2023/915 z 25. apríla 2023 o maximálnych limitoch pre niektoré kontaminanty v potravinách, ktorým sa zrušuje nariadenie (ES) č. 1881/2006.
- Nerdy, N., Putra E. 2018. Spectrophotometric Method for Determination of Nitrite and Nitrate Levels in Broccoli and Cauliflower with Different Fertilization Treatment. In *Oriental Journal of Chemistry*, (Online). vol. 34, no. 6. <https://doi.org/10.13005/ojc/340639>
- Smith, R. et al. 2011. Nitrogen uptake and partitioning in broccoli and cauliflower. In *California Department of Food and Agriculture – Fertilizer Research and Education Program (FREP)*. https://www.cdaf.ca.gov/is/ffldrs/frep/pdfs/completedprojects/11-0558-SA_Smith.pdf
- Syed, R. U. et al. 2023. Broccoli: A Multi-Faceted Vegetable for Health: An In-Depth Review of Its Nutritional Attributes, Antimicrobial Abilities, and Anti-inflammatory Properties. In *Antibiotics*, (Online). vol. 12, no. 7. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12071157>
- Šlosár, M., Uher, A. 2011. *Vplyv výživy a hnojenia na vybrané obsahové látky v brokolici*. 1. vyd. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, ISBN 978-80-552-0691-2 5.
- Výnos MP SR a MZ SR z 11. septembra 2006 č. 18558/2006-SL, ktorým sa vydáva hlava PK SR upravujúca kontaminanty v potravinách
- Wu, S. et al. 2021. Assessment of Potential Nitrite Safety Risk of Leafy Vegetables after Domestic Cooking. In *Foods*, (Online). vol. 10, no. 12, pp. 2953. <https://doi.org/10.3390/foods10122953>
- Zeleňáková, L., Fikselová, M., Žiarovská, J., Golian, J., Bobková, A. 2025. *Epidemiológia a ochorenia z potravín*. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2025. 372 s. ISBN 978-80-552-2838-9

Kontaktná adresa

doc. Ing. Lucia Zelenáková, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. Slovenská republika. E-mail: Lucia.Zelenakova@uniag.sk, [ORCID https://orcid.org/0000-0003-1387-7410](https://orcid.org/0000-0003-1387-7410)

Vplyv legislatívne stanoveného času uchovávaní pokrmov na ich mikrobiotu vo vybranom reštauračnom zariadení

Impact of Legally Mandated Holding Time on the Microbiota of Meals in a Selected Restaurant Establishment

Zeleňáková, L., Fikselová, M., Kolesárová A.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Cieľom práce bolo vyhodnotiť vplyv legislatívne stanoveného času uchovávaní pokrmov na ich mikrobiotu. Analyzovaných bolo 22 vzoriek pokrmov odobratých v pravidelných intervaloch z vybranej reštaurácie v okrese Komárno. Odber prebiehal bezprostredne po výdaji a po 3 hodinách uchovávaní v bufetových pultoch pri podmienkach zodpovedajúcich platnej legislatíve. Celkový počet mikroorganizmov sa po uchovávaní mierne zvýšil (z 2,6 a 3,6 log KTJ/g na 3,1 a 3,6 log KTJ/g). Najvyšší nárast koliformných baktérií po 3 hodinách bol zaznamenaný v tarhoni ($5,4 \cdot 10^1$ KTJ/g), zeleninovej polievke ($6,2 \cdot 10^1$ KTJ/g) a zemiakovej kaši ($7,2 \cdot 10^1$ KTJ/g). Až na tri jedlá (pečený pstruh, maďarská zemiaková polievka a zemiaková kaša) sa vlákňité mikroskopické huby v jedlách nevyskytovali. Množstvo kvasiniek bolo v čerstvých vzorkách nízke, v troch jedlách sa ich počet počas uchovávaní zvýšil, najviac v zemiakovej kaši ($9,8 \cdot 10^1$ KTJ/g). Výsledky poukazujú na význam sledovania legislatívne stanovených limitov pre výskyt mikroorganizmov v pokrmoch v kontexte ochrany zdravia stravníkov.

Kľúčové slová: jedlo, reštaurácia, mikroorganizmy, teplota, legislatíva

Abstract

The aim of the study was to evaluate the impact of legislatively defined holding times on the microbiota of meals. A total of 22 meal samples were analyzed, collected at regular intervals from a selected restaurant in the Komárno district. Samples were taken immediately after serving and after 3 hours of holding in buffet counters under conditions compliant with current legislation. The total microbial count slightly increased after holding (from 2.6 to 3.6 log CFU/g to 3.1 to 3.6 log CFU/g). The highest increase in coliform bacteria after 3 hours was observed in tarhonya (5.4×10^1 CFU/g), vegetable soup (6.2×10^1 CFU/g), and mashed potatoes (7.2×10^1 CFU/g). Filamentous microscopic fungi were absent in all dishes except for three: baked trout, Hungarian potato soup, and mashed potatoes. Yeast counts were low in freshly prepared samples, but increased during holding in three dishes, most notably in mashed potatoes (9.8×10^1 CFU/g). The results point to the importance of monitoring legislatively established limits for the occurrence of microorganisms in food in the context of protecting the health of diners.

Key words: meal, restaurant, microorganism, temperature, legislation

Úvod

Bezpečnosť pokrmov závisí od správneho priebehu prípravy pokrmov. Práve preto tepelné opracovanie potravín patrí ku kritickým bodom pri príprave pokrmov. Je dôležité pri tepelnom opracovaní merať teplotu a čas prípravy a tiež čas ukončenia tepelnej úpravy. Pri nedostatočnom tepelnom opracovaní surovín môže dôjsť k prežitiu zdraviu škodlivých mikroorganizmov. Teplota pokrmu v strede musí byť 70 °C, dostatočné

tepelné opracovanie a dodržanie technologických postupov zabezpečuje zdravotnú bezpečnosť a zachovanie najvyššej nutričnej hodnoty pokrmov (Zeleňáková a kol., 2018). Hlavné typy kontaminantov, ktoré sa vyskytujú v potravinách, sú relevantné kontaminanty biologického pôvodu, ako sú mikroorganizmy. Nebezpečné potraviny obsahujúce patogénne baktérie, vírusy, parazity a toxíny spôsobujú alimentárne ochorenia. Mikrobiálna kontaminácia potravín sa môže vyskytnúť v rôznych krokoch výroby a spracovania. Stratégie na kontrolu prítomnosti mikroorganizmov v potravinách sú nevyhnutné (Maurya et al., 2021).

Bacillus cereus, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. *Campylobacter* spp. *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae* sú mikroorganizmy, ktoré by mohli ovplyvniť ľudské zdravie (Gutiérrez-del-Río et al., 2018).

Ponechanie jedla príliš dlho pri izbovej teplote môže spôsobiť, že baktérie ako *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli* a *Campylobacter* rastú na nebezpečných úrovniach, ktoré môžu spôsobiť ochorenie. Baktérie rastú veľmi rýchlo v rozmedzí teplôt medzi 5 °C a 60 °C. Tento rozsah teplôt sa často nazýva nebezpečná zóna. Agentúry pre bezpečnosť potravín, ako je Food Safety and Inspection Service (FSIS), definujú nebezpečnú zónu ako približne 5 – 60 °C. FSIS navrhuje, aby sa potenciálne nebezpečné potraviny neskladovali v tomto rozsahu, aby sa zabránilo kontaminácii potravín baktériami. Potraviny skladované v tomto rozsahu dlhšie ako 2 hodiny by sa nemali konzumovať (Singh et al., 2019).

Potravinové mikroorganizmy rýchlo rastú v strede zóny, medzi 21 °C a 47 °C. Kontrola času a teploty je veľmi dôležitá pre bezpečnosť potravín. Aby sa znížilo poškodenie, musí sa minimalizovať čas skladovania potravín v nebezpečnej zóne. Baktérie potrebujú čas aj správnu teplotu, aby sa rozmnožili (Forsythe, 2020).

Mikrobiálne spóry môžu prežívať tepelné opracovanie a sú odolnejšie voči vysokým teplotám. Po tepelnom opracovaní sa musia uchovávať hotové hutné pokrmy nad 60 °C a tekuté pokrmy nad 65 °C. Pri týchto teplotách sa dá predísť vyklíčeniu mikrobiálnych spór (Zajác a kol., 2009).

Stravníkovia sa hotové pokrmy musia podávať hneď po ukončení tepelnej úpravy, najneskôr do 3 hodín po ukončení tepelného spracovania. Po uplynutí tohto času pokrmy musia byť vylúčené. Nie je možné ani ich skladovanie, ohrievanie, schladzovanie ani zmrazovanie (Zeleňáková a kol., 2018).

Cieľom práce bolo vyhodnotiť vplyv legislatívne stanoveného času uchovávania pokrmov vo vybranej reštaurácii na ich mikrobiotu.

Materiál a metódy

Pokrmy boli pripravené a podávané v rámci obedového menu v reštaurácii v okrese Komárno.

Za sledované obdobie bolo v pravidelných intervaloch odobraných a následne analyzovaných 22 vzoriek pokrmov (tab. 1). Odber prebiehal bezprostredne po výdaji a po 3 hodinách uchovávaní v bufetových pultoch pri podmienkach zodpovedajúcich platnej legislatíve (Vyhláška 533/2007), a to pri 60 °C (tuhé pokrmy) a 65 °C (tekuté pokrmy). Na mikrobiologické analýzy boli vzorky odobrané z troch rôznych miest bufetového pultu, pričom sa sledoval celkový počet mikroorganizmov, počet koliformných baktérií, ako aj vláknitých mikroskopických húb a kvasiniek (obr. 2).

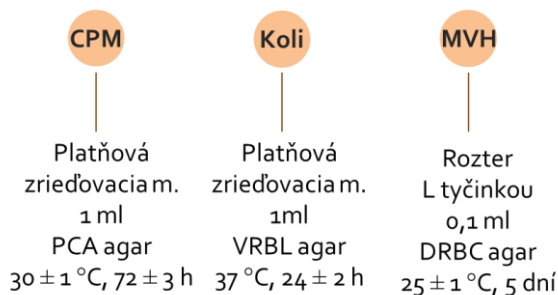


Obrázok 1: Odber vzoriek pokrmov

Vzorky pokrmov boli odobrané do sterilných sklenených nádob so zátkou pomocou sterilných lyžíc alebo naberačiek, vyvarených pri 100 °C počas 15 minút. Každá vzorka vážiaca aspoň 50 g bola zakrytá alobalom a uzavretá zátkou (obr. 1). Označené nádoby boli následne uložené do transportných chladničiek pri teplote 2 – 6 °C a za prísnych hygienických podmienok dopravené do mikrobiologického laboratória Ústavu potravinárstva FBP SPU v Nitre.

Tabuľka 1: Charakteristika vzoriek pokrmov podávaných v reštaurácii

				Čas odberu vzorky	
Druh jedla		Druh jedla		11:00	14:00
1	Segedínsky guláš	12	Maďarská zemiaková polievka	A	B
2	Tarhoňa	13	Perkelt z bravčového mäsa	A	B
3	Dolnozemský slepačí vývar	14	Bravčová roštenka s cibuľou a hribmi	A	B
4	Španielsky vtáčik	15	Halušky	A	B
5	Pečené koleno	16	Rozmarínové pečené zemiaky	A	B
6	Pečený pstruh	17	Hrášková polievka	A	B
7	Zeleninová polievka	18	Hrstková polievka	A	B
8	Syrové fašírky	19	Kuracie prsia na čínsky spôsob	A	B
9	Vyprážaná cuketa	20	Kuracie soté s hráškom	A	B
10	Ryža	21	Plnená kapusta	A	B
11	Cibuľovo-zemiakové krokety	22	Zemiaková kaša	A	B



Obrázok 2: Charakteristika mikrobiologických analýz pokrmov

Výsledky mikrobiologických analýz boli vyhodnotené v rámci príslušných noriem a porovnávané s mikrobiologickými ukazovateľmi uvedenými v Potravinovom Kódexe SR. Okrem základných matematicko-štatistických charakteristík boli zisťované preukazne rozdiely (t-test) medzi pokrmami vplyvom uchovávaní po dobu 3 hodín.

Výsledky a diskusia

Stanovenie prítomnosti celkového počtu mikroorganizmov vo výrobkoch je dôležité, pretože poskytuje informáciu o úrovni mikrobiálnej čistoty (Anshuman, 2024).

Hoci podľa aktuálne platného Výnosu č. 06267/2006 – SL MP SR a MZ SR o mikrobiologických kritériách sa hodnotenie CPM pri hotových pokrmoch neuvádza, zaujímalo nás, aký vplyv má táto hodnota na mikrobiologickú bezpečnosť pokrmov v čerstvom stave a po troch hodinách uchovávaní. Výsledky sú uvedené v tab. 2 a líšili sa v závislosti od druhu pokrmu. Hodnoty CPM v hotových pokrmoch bezprostredne po výdaji sa pohybovali v rozmedzí 2,59 – 3,60 log KTJ/g, zatiaľ čo po 3 hodinách uchovávaní dosahovali hodnoty 3,06 – 3,61 log KTJ/g. Priemerná hodnota bola po výdaji 3,20 log KTJ/g a po uchovávaní 3,31 log KTJ/g. Variačný koeficient sa pohyboval v intervale 1,73 – 2,19 %.

Štatisticky veľmi vysoko preukazný rozdiel ($p < 0,001$) medzi skupinami A a B bol zaznamenaný pri týchto pokrmoch: segedínsky guláš (č. 1), dolnozemský slepačí vývar (vzorka č. 3), pečené koleno (č. 5), pečený pstruh (č. 6), vyprážaná cuketa (č. 9), ryža (č. 10), cibuľovo-zemiakové krokety (č. 11), bravčová roštenka s cibuľou a hubami (č. 14), rozmarínové pečené zemiaky (č. 16), hrášková polievka (č. 17), kuracie soté s hráškom (č. 20), plnená kapusta (č. 21) a zemiaková kaša (č. 22). Štatisticky nepreukazný rozdiel medzi skupinami bol zaznamenaný iba pri tarhoni (vzorka č. 2).

Indikátorové mikroorganizmy slúžia na hodnotenie hygieny a sanitácie zariadení, povrchov, kvality produktov, kontroly technologického procesu a rizika kazení potravín. V potravinárskom priemysle sa najčastejšie sledujú: celkový počet životaschopných buniek, kvasinky a vláknité mikroskopické huby. Osobitne aj *Enterobacteriaceae*, koliformné baktérie *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* spp. a enterokoky. Ich stanovenie poskytuje rýchlu a spoľahlivú informáciu o prípadnom zlyhaní spracovania, kontaminácii z prostredia či všeobecnej úrovni hygieny a umožňuje monitorovať prítomnosť potravinových patogénov v celom potravinovom reťazci (Batt et al., 2014). Prítomnosť koliformných baktérií bola zistená v niektorých sledovaných pokrmoch. Zvýšený počet týchto mikroorganizmov bol vo vzorke č. 2 (tarhoňa) s priemernou hodnotou $5,4 \cdot 10^1$ KTJ/g, vo vzorke č. 7 (zeleninová polievka) s priemerom $6,2 \cdot 10^1$ KTJ/g a vo vzorke č. 22 (zemiaková kaša) s priemerom $7,2 \cdot 10^1$ KTJ/g po trojhodinovom uchovávaní.

V nasledujúcich pokrmoch bol počet narastených kolónií nižší ako $4,0 \cdot 10^1$ KTJ/g. Išlo o dolnozemský slepačí vývar – č. 3, pečené koleno – č. 5, ryža – 10, vyprážaná cuketa – č. 9, halušky – č. 15 a rozmarínové pečené zemiaky – č. 16.

V 13 vzorkách nebol výskyt koliformných baktérií detegovaný; všetky hodnoty boli pod stanoveným legislatívnym limitom, čo svedčí o dodržaní hygienických požiadaviek. Napriek tomu prítomnosť koliformných baktérií vo viacerých jedlách poukazuje na možné nedostatky v sanitácii alebo na nižšiu mikrobiologickú kvalitu použitých surovín.

Výsledky mikrobiologických analýz vláknitých mikroskopických húb ukázali, že ich zvýšený počet bol zistený vo vzorkách č. 6 (pečený pstruh), č. 12 (maďarská zemiaková polievka) a č. 22 (zemiaková kaša), a to ako v čerstvo pripravených pokrmoch, tak aj po troch hodinách od ich prípravy. Po trojhodinovom uchovávaní bol zvýšený počet vláknitých mikroskopických húb zaznamenaný aj vo vzorkách č. 2 (tarhoňa), č. 9 (vyprážaná cuketa), č. 10 (ryža) a č. 11 (cibuľovo-zemiakové krokety), pričom vo všetkých prípadoch hodnoty nepresiahli $4,0 \cdot 10^1$ KTJ/g. V 15 vzorkách sa výskyt vláknitých mikroskopických húb nezistil.

Tabuľka 2: Matematicko-štatistické ukazovatele pre hodnotenie CPM v hotových pokrmoch (n=3)

Celkový počet mikroorganizmov [log KTJ/g]																						
Číslo vzorky	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11											
Ukazovateľ	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	
x	3,08	3,24	3,60	3,19	3,21	3,30	3,15	3,21	3,50	3,58	2,83	3,20	3,36	3,37	2,59	3,00	3,29	3,47	2,90	3,17	3,28	3,35
t-test	0,977 ⁺⁺⁺	0,329 ⁻	0,858 ⁺⁺⁺	0,781 ⁺⁺	0,851 ⁺⁺⁺	0,945 ⁺⁺⁺	0,772 ⁺⁺	0,680 ⁺⁺	0,815 ⁺⁺⁺	0,974 ⁺⁺⁺	0,810 ⁺⁺⁺											
Číslo vzorky	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22											
x	3,40	3,43	3,37	3,46	2,91	3,15	3,50	3,54	3,20	3,26	3,11	3,17	3,26	3,31	3,58	3,61	2,82	3,06	3,21	3,38	3,17	3,33
t-test	0,789 ⁺⁺	0,774 ⁺⁺	0,950 ⁺⁺⁺	0,742 ⁺⁺	0,828 ⁺⁺⁺	0,840 ⁺⁺⁺	0,796 ⁺⁺	0,721 ⁺⁺	0,886 ⁺⁺⁺	0,882 ⁺⁺⁺	0,826 ⁺⁺⁺											

Výsvetlivky: A-odber vzoriek hneď po výdaji, B-odber vzoriek po 3 hodinách

+++ : štatisticky veľmi vysoko preukázaný rozdiel medzi skupinami podľa t-testu ($p < 0,001$),

++ : štatisticky vysoko preukázaný rozdiel medzi skupinami podľa t-testu ($p < 0,01$),

+ : štatisticky preukázaný rozdiel medzi skupinami podľa t-testu ($p < 0,05$),

- : štatisticky nepreukázaný rozdiel medzi skupinami podľa t-testu ($p > 0,05$).

Mikroskopické huby sú známe schopnosťou prežívať aj v extrémnych podmienkach, vrátane veľmi kyslého prostredia a nízkej vlhkosti. Niektoré druhy však majú významné hospodárske využitie – ich metabolity sú cennými zložkami pri výrobe potravín (napr. syrov) a liečiv (napr. antibiotík). Napriek tomu existujú druhy húb spôsobujúce závažné ochorenia. Najmä vláknité huby môžu produkovať toxické sekundárne metabolity, známe ako mykotoxíny (Hanson, 2024).

Vo všetkých analyzovaných vzorkách bol celkovo zaznamenaný nízky počet kvasiniek. Po troch hodinách od ukončenia tepelnej úpravy sa ich prítomnosť detegovala iba vo vzorkách č. 2 (tarhoňa) – $6,0 \cdot 10^1$ KTJ/g, č. 4 (španielsky vtáčik) – $6,3 \cdot 10^1$ KTJ/g a č. 22 (zemiaková kaša) – $9,8 \cdot 10^1$ KTJ/g.

Keďže väčšina kvasiniek dobre rastie aj pri nízkych teplotách, chladenie nedokáže úplne zabrániť ich rozmnožovaniu, ale iba spomaľuje proces kazenia. Prevencia a minimalizácia kontaminácie preto predstavujú kľúčové opatrenia pri riadení kazenia spôsobeného kvasinkami (Fleet, 2011).

Záver

Mikrobiologické analýzy preukázali, že v sledovanej reštaurácii neboli dôsledne dodržané zásady správnej výrobnjej praxe. Zistená prítomnosť mikroorganizmov poukazuje na primárnu a sekundárnu kontamináciu pokrmov, nedostatočné čistenie a dezinfekciu pracovných pomôcok a zariadení, ako aj na nedodržanie správnych teplôt pri uchovávaní a chladení hotových jedál.

Na základe týchto zistení odporúčame:

- zabezpečiť pravidelné školenie personálu o zásadách správnej výrobnjej praxe, sanitácie a osobnej hygieny,
- dodržiavať stanovené teploty počas tepelného spracovania, uchovávaní a výdaja pokrmov,
- prísne kontrolovať čas a teplotu pri bufetových pultoch.

Majiteľ reštaurácie bol s výsledkami oboznámený a prisľúbil realizáciu opatrení na zlepšenie hygienicko-technologických podmienok výroby jedál.

PodĎakovanie: Analýzy a príspevok boli podporené projektom KEGA č. 002SPU-4/2025.

Literatúra

- Anshuman, K. P. 2024. Potential use of fungi as biofertilizer in sustainable agriculture. In Shukla, A. C. *Entrepreneurship with Microorganisms*, Academic Press, pp. 279-292, ISBN 978-044-31-9049-0. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-19049-0.00005-0>
- Batt, C. A, Tortorello, M. L. 2014 *Encyclopedia of Food Microbiology*, Academic Press, pp. 358-363, ISBN 978-0-12-384733-1. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00396-7>
- Fleet, G. H. 2011. Yeast Spoilage of Foods and Beverages. In Kurtzman, P. C. – Fell, J. W. – Boekhout, T. *The Yeasts* (Fifth Edition), Elsevier, pp. 53-63, ISBN 978-0-444-52149-1. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52149-1.00005-7>
- Forsythe, S. J. 2020. *The Microbiology of Safe Food*. Blackwell Publishing, pp. 608. ISBN 978-11-194-0501-6
- Gutiérrez-Del-Río, I., Fernández, J., Lombó, F. 2018. Plant nutraceuticals as antimicrobial agents in food preservation: Terpenoids, polyphenols and thiols. In

International Journal of Antimicrobial Agents, vol. 52, no. 3.
<https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2018.04.024>

Hanson, M. E. 2024. 4 Major Biological Hazards in Food: Causes, Examples, Prevention Tips. <https://www.fooddocs.com/post/biological-hazards-in-food>

Maurya, A., Prasad, J., Das, S., Dwivedy, A. K. 2021. Essential oils and their application in food safety. In *Frontiers in Sustainable Food Systems*, vol. 5, ISSN 2571-581X. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.653420>

Singh, R. L., Mondal, S. 2019. *Food Hazards: Physical, Chemical and Biological*. 2019. Food Safety and Human Health, Academic Press, pp. 15-65, ISBN 978-01-281-6333-7. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816333-7.00002-3>

Výnos MP a MZ SR č. 06267/2006-SL zo 6. februára 2006, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu Slovenskej republiky upravujúca mikrobiologické požiadavky na potraviny a na obaly na ich balenie.

Vyhláška MZ SR zo 16. augusta 2007 č. 533/2007 Z. z. o podrobnostiach o požiadavkách na zariadenia spoločného stravovania.

Zajác, P., Čapla, J., Golian, J., Zelenáková, L., Vietoris, V. 2009. *Príručka správnej výrobnnej praxe pre zariadenia spoločného stravovania*. Nitra : HACCP Consulting, 2009. 220 s. ISBN 978-80-970214-8-1

Zelenáková, L., Čapla, J., Zajác, P. 2018. *Hygiena výživy a stravovania*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2018. 303 s. ISBN 978-80-552-1806-9

Kontaktná adresa

doc. Ing. Lucia Zelenáková, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. Slovenská republika. E-mail: Lucia.Zelenakova@uniag.sk, [ORCID https://orcid.org/0000-0003-1387-7410](https://orcid.org/0000-0003-1387-7410)

Výskyt stafylokokov na farmách dojníc a šírenie ich rezistencie v rámci zdravotného konceptu „One health“
The occurrence of staphylococci on dairy farms and the spread of their resistance within the framework of the concept “One health”

Zigo, F.¹, Regecová, I.², Výrostková, J.², Łozicki, A.³, Pavlík, A.⁴, Ozbey, G.⁵

¹*Department of Animal Nutrition and Husbandry, University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Košice, Slovakia*

²*Department of Hygiene, Technology and Food Safety, University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Košice, Slovakia*

³*Division of Animal Nutrition, Institute of Animal Sciences, Warsaw University of Life Sciences, Poland*

⁴*Department of Animal Morphology, Physiology and Genetics, Faculty of Agri Sciences, Mendel University in Brno, Czech Republic*

⁵*Department of Medical Services and Techniques, Vocational School of Health Services, Firat University, Turkey*

Súhrn

Štúdia sa zaoberá vyhodnotením prevalencie mastitíd a etiológiou bakteriálnych patogénov izolovaných zo živočíšnych a environmentálnych zdrojov na 6 produkčných farmách lokalizovaných na východnom Slovensku so zameraním na prenos rezistentných stafylokokov v rámci konceptu „Jedno zdravie“. Výsledky štúdie poukazujú na zvýšené riziko výskytu stafylokokov na monitorovaných farmách dojníc ako aj ich prenosu do potravinového reťazca. Z 900 testovaných dojníc, 140 vzoriek nepasterizovaného kravského mlieka a 81 sterov z prostredia dojárne bolo 217 pozitívnych vzoriek na stafylokoky (19% 217/1121), pričom koaguláza-negatívne stafylokoky (CoNS) tvorili až 80% podiel. *S. aureus* a CoNS: *S. warneri*, *S. chromogenes* a *S. xylosus*, vykazovali najviac faktorov virulencie (tvorba hemolýzy, biofilmu a rezistencia na antibiotiká). Okrem toho sa u izolátoch *S. aureus* a CoNS zistila rezistencia na tri alebo viac tried antimikrobiálnych látok. Testovanie citlivosti na antibiotiká metódou diskovej difúzie ukázalo, že izoláty *S. aureus* zo vzoriek kravského mlieka s mastitídou boli rezistentné na β-laktámové antibiotiká. Výsledky tejto štúdie ukázali, že gén *mecA* bol detegovaný u 4 izolátoch zo všetkých testovaných stafylokokov (1,8 %, 4/217), vrátane dvoch izolátov *S. aureus* a dvoch izolátov *S. chromogenes* zo vzoriek mlieka od kráv s mastitídou. Tieto zistenia môžu viesť k vážnym komplikáciám v liečbe dojníc a predstavujú významné zdravotné riziko pre konzumentov mlieka.

Kľúčové slová: mlieko, mastitídy, prostredie, dojnice, stafylokoky, faktory virulencie

Abstract

This study assessed the prevalence of bacterial pathogens from animal and environmental sources and evaluated antimicrobial resistance in staphylococci within the framework of the One Health approach in eastern Slovakia, with emphasis on dairy cattle. A total of 3600 quarter milk samples from 900 cows across six herds, 140 raw milk samples from milk automats, and 81 environmental swabs were examined. Staphylococci confirmed by cultivation and biochemical tests were analyzed for biofilm formation, hemolysin production, and susceptibility to 14 antimicrobials using the disk diffusion method. Phenotypically resistant *S. aureus* and coagulase-negative staphylococci (CoNS) were further tested for the presence of the *mecA* gene by PCR. Of the 900 cows, 28% (252/900)

were CMT-positive; bacterial growth was detected in 87% of these, with CoNS (52.1%) being most frequent, followed by *S. aureus* (19.1%), *E. coli* (9.1%), and streptococci (5.9%). In raw milk samples from milk automats, CoNS (6.4%), *S. aureus* (3.5%), and *Bacillus subtilis* (2.8%) predominated. Environmental swabs most often yielded *E. coli* (38.3%), *S. aureus* (16%), and *Enterococcus faecalis* (11.3%). Antimicrobial resistance was confirmed in 52 *S. aureus* and 56 CoNS isolates, mainly to β -lactams. The *mecA* gene was detected in four isolates (two *S. aureus* and two *S. chromogenes*). These findings highlight the high prevalence of antimicrobial-resistant staphylococci in dairy cows and their environments, posing serious challenges for mastitis treatment and potential risks to public health.

Key words: *milk, mastitis, environment, dairy cows, staphylococci, virulence factors*

Úvod

V prvovýrobe mlieka sa chovatelia často stretávajú so zvýšeným rizikom prenosu patogénov do potravinového reťazca. Z tohto dôvodu je riešenie rastúceho výskytu ochorení u ľudí i zvierat vážnou výzvou pre vedu aj prax, pričom koncept „Jedno zdravie“, ktorý zdôrazňuje prepojenie zdravia ľudí, zvierat a životného prostredia, zohráva kľúčovú úlohu (Garcia a kol., 2019).

Jedným z najčastejších infekčných ochorení dojníc je mastitída, ktorá negatívne ovplyvňuje nielen zdravotný stav zvierat, ale aj kvalitu a bezpečnosť produkovaného mlieka. Len v USA spôsobuje toto ochorenie ročné ekonomické straty vo výške približne 2 miliardy dolárov a patrí medzi hlavné problémy mliekarenského sektora (Cobirka a kol., 2020).

V posledných rokoch sa ukázalo, že významným pôvodcom mastitíd sú koaguláza-negatívne stafylokoky (CoNS). Ich schopnosť tvoriť biofilm umožňuje lepšiu adhéziu na epitel mliečnej žľazy, čím sa zvyšuje ich virulencia a rezistencia voči antimikrobiálnym látkam. Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) zaradila *Staphylococcus aureus* medzi patogény s vysokou prioritou, keďže je stále zodpovedný za veľké množstvo klinických aj chronických mastitíd. Okrem toho aj niektoré druhy CoNS môžu prejavovať porovnateľný patogénny potenciál vďaka tvorbe biofilmu, hemolýze, produkcii enzýmov (želatináza, DN-áza) a schopnosti multirezistencie (Taponen a kol., 2009).

Nebezpečenstvo stafylokokov spočíva aj v ich možnosti prenosu medzi ľuďmi priamym kontaktom alebo prostredníctvom predmetov, ako aj zoonotickým spôsobom zo zvierat či živočíšnych produktov, vrátane surového mlieka a mäsa. Ich dlhodobé prežívanie v prostredí, pôde, vode či exkrementoch z nich robí významné baktérie s vysokým rizikom pre verejné zdravie (Szczyka a kol., 2022).

Cieľom štúdie bolo zistiť prevalenciu bakteriálnych patogénov a úroveň kontaminácie stafylokokmi na farmách dojníc vo východoslovenskom regióne v kontexte zdravotného prístupu „One Health“.

Materiál a metodika

Chovy dojníc a odber vzoriek

Praktická časť štúdie bola realizovaná na 6 farmách dojníc situovaných na východnom Slovensku. Na všetkých 6 farmách je dobytok chovaný systémom voľného ustajnenia na hlbokú podstielku s voľným prístupom k vode a kŕmené TMR v súlade s nutričnými požiadavkami pre dojnice o hmotnosti 650 kg (NRC, 2001). Pre komplexné vyšetrenie mliečnej žľazy bolo 900 ks dojníc podrobených klinickému vyšetreniu a mlieko z každej štvrte vemena bolo podrobené senzorickému vyšetreniu. NK-test (nepriamy diagnostický

test, Krause, Dánsko) sa vykonával na všetkých štvrtiach vemena kráv podľa Jackson a Cockcroft (2002). Následne od pozitívnych dojníc na NK-test bol vykonaný aseptický odber 12 ml zmesnej vzorky mlieka na laboratórne analýzy bakteriálnych patogénov.

Vzorky z povrchov dojárne (n = 81): podlahy, ceckových násadcov a fixačných zábran pre kravy vo všetkých 6 monitorovaných chovoch boli odoberané počas samotného procesu dojenia. Pomocou sterilného vatového tampónu, navlhčeného vo fyziologickom roztoku, boli vykonané mikrobiologické stery z povrchov (5 × 2 cm²) v troch opakovaníach, odobraté z rovnakých povrchov, aby sa zachytili mikroorganizmy (Vargová a kol., 2023).

Tri farmy zo šiestich predávali mlieko cez mliečny automat. Z týchto automatov bolo v 40 cykloch odobraných 140 vzoriek nepasterizovaného mlieka pre laboratórne analýzy. Následne, všetky odobraté vzorky mlieka od pozitívnych kráv, z mliečnych automatov ako aj stery z prostredia dojárne boli ochladené na 4 °C a ihneď transportované do laboratória a analyzované nasledujúci deň. Bakteriologické vyšetrenie bolo prevedené s identifikáciou stafylokokov, streptokokov a enterokokov pomocou biochemických testov a softvérovej identifikácie (Sztachañska a kol., 2016).

Detekcia faktorov virulencie u stafylokokov

Potvrdené stafylokoky boli testované na tvorbu biofilmu a produkciu hemolýzínov podľa štúdie Vasil' a kol. (2017). Typy hemolýzy boli fenotypovo charakterizované na základe zóny lýzy každého stafylokokového izolátu na platniach s krvným agarom s prídavkom 5% ovčej krvi po 24 a 48 hodinách inkubácie pri 37 °C (Moraveji a kol., 2014). Citlivosť stafylokokov bola testovaná *in vitro* voči 14 antimikrobiálnym látkam pomocou diskovej difúznej metódy a inhibičné zóny boli klasifikované ako citlivé, intermediálne alebo rezistentné (CLSI, 2018). Ako kontrola v testoch slúžili referenčné kmene *S. aureus* CCM 4750 a *S. chromogenes* CCM 3386 (CCM, Masarykova univerzita, Brno, CZ).

Fenotypovo pozitívne CoNS a *S. aureus* na základe ich antimikrobiálnej rezistencie na β -laktámové antimikrobiálne látky boli podrobené PCR na prítomnosť rezistentného génu na meticilín (*mecA*) podľa Hein a kol. (2005).

Výsledky a diskusia

Z 900 testovaných dojníc bolo 252 (28 %, 252/900) pozitívnych na NK-test. Z odobratých vzoriek od pozitívnych dojníc na NK-test bol bakteriálny rast pozorovaný v 87 % prípadov (219/252), pričom najčastejšie izolovanými organizmami boli koaguláza-negatívne stafylokoky (CoNS) (52,1 %, 131/252), nasledované *S. aureus* (19,1 %, 48/252), *E. coli* (9,1 %, 23/252) a streptokokmi (5,9 %, 15/252). Zo 140 vzoriek nepasterizovaného kravského mlieka odbraného z mliečnych automatov boli najčastejšie izolované CoNS (6,4 %, 9/140), *S. aureus* (3,5 %, 5/140) a *Bacillus subtilis* (2,8 %, 4/140). Z 81 sterov bola najčastejšie izolovaná *E. coli* (38,3 %, 31/81), nasledovaná *S. aureus* (16 %, 13/81) a *Enterococcus faecalis* (11,3 %, 14/81). Z výsledkov vyplýva, že z vyhodnotených vzoriek tvoria najväčšie zastúpenie stafylokoky (Tab. 1; 46,1%).

Doteraz bolo charakterizovaných viac ako 50 druhov a poddruhov stafylokokov rozdelených na koaguláza-pozitívne a koaguláza-negatívne stafylokoky na základe ich schopnosti koagulovať plazmu (Condas a kol., 2017). Z našich výsledkov vyplýva, že zo vzoriek mastitídneho mlieka kráv, dojární a nepasterizovaného mlieka z mliečnych automatov bolo izolovaných 6 rôznych druhov CoNS: *S. chromogenes*, *S. xylosus*, *S. simulans*, *S. warneri*, *S. haemolyticus* a *S. epidermidis*, ktoré tvorili 31,9 % zo všetkých vzoriek.

Podľa Holko a kol. (2019) po poklese výskytu mastitíd spôsobených hlavnými patogénmi bol na farmách zaznamenaný nárast prípadov spôsobených CoNS. Tieto baktérie vykazujú rastúcu odolnosť voči bežným antibiotikám a dezinfekčným prostriedkom, pričom tvorba biofilmu je považovaná za najdôležitejší faktor ich patogenity.

Tabuľka 1: Výsledky identifikácie bakteriálnych izolátov zo vzoriek

Patogén	Počet izolátov n (%)	Mastídne dojnice n (%)	Mliečny automat n (%)	Prostredie dojárne n (%)
CoNS	151 (31,9)	131 (52,1)	9 (6,4)	11 (13,6)
<i>S. aureus</i>	67 (14,2)	48 (19,1)	5 (3,5)	14 (17,3)
<i>Escherichia coli</i>	55 (11,6)	23 (9,1)	1 (0,7)	31 (38,3)
<i>Streptococcus</i> spp.	15 (3,2)	15 (5,9)	0	0
<i>Enterococcus</i> spp.	24 (5,1)	11 (4,4)	0	13 (16)
<i>Bacillus</i> spp.	12 (2,5)	8 (3,2)	4 (2,8)	0
<i>Aerococcus</i> <i>viridans</i>	7 (1,5)	7 (2,8)	0	0

Poznámka: CoNS – koaguláza-negatívne stafylokoky (*S. chromogenes*, *S. xylosus*, *S. simulans*, *S. warneri*, *S. haemolyticus* a *S. epidermidis*).

Biofilm chráni baktérie pred účinkami antibiotík a dezinfekčných prostriedkov, čo komplikuje liečbu infekcií (Vargová a kol., 2023). Výsledky štúdie poukazujú na schopnosť tvorby biofilmu u izolovaných stafylokokov, čo sťažuje ich elimináciu z prostredia. Navyše u všetkých izolátov schopných tvoriť biofilm sa preukázala multirezistencia na testované antibiotiká (Tab. 2).

Tabuľka 2: Faktory virulencie u izolovaných stafylokokov

Staphylococcus spp.	Kategória n	Hemolýza n (%)	Biofilm n (%)	Rezistencia			mecA gén
				R1 n (%)	R2 n (%)	MDR n (%)	
<i>S. aureus</i> (n=67)	Dojnice (48)	25 (52,1)	22 (45,8)	25 (52,1)	9 (18,8)	4 (8,3)	2 (4,1)
	Automat (5)	3 (60)	4 (80)	1 (20)	2 (40)	1 (20)	0
	Dojareň (14)	6 (42,8)	2 (14,3)	5 (35,7)	3 (21,4)	2 (14,3)	0
CoNS (n=151)	Dojnice (131)	27 (20,6)	51 (38,9)	23 (17,6)	14 (10,7)	5 (3,8)	2 (1,5)
	Automat (9)	2 (22,2)	3 (33,3)	2 (22,2)	3 (33,3)	0	0
	Dojareň (11)	4 (36,4)	4 (36,4)	5 (45,5)	4 (36,4)	0	0

Poznámka: CoNS – koaguláza-negatívne stafylokoky (*S. chromogenes*, *S. xylosus*, *S. simulans*, *S. warneri*, *S. haemolyticus* a *S. epidermidis*), MDR – multirezistencia na tri alebo viac tried antimikrobiálnych látok.

Nedávne výskumy tiež poukazujú na prítomnosť multirezistentných stafylokokov, najmä na β -laktámové antibiotiká, vrátane meticilín-rezistentných stafylokokov (MRS), ktoré boli detegované v mliečnych výrobkoch, vrátane surového mlieka a syrov. Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie predstavujú kmene MRS, ktoré oportunisticky spôsobujú mastitídy, hrozbu pre verejné zdravie (Poulsen, 2003).

Naše zistenia o šírení rezistentných stafylokokov v prvovýrobe mlieka sa potvrdili u 21 testovaných izolátov *S. aureus* a 27 CoNS, u ktorých bola zaznamenaná rezistencia na dve alebo viac antimikrobiálnych látok s detekciou *mecA* génu u dvoch izolátov *S. aureus* a dvoch izolátov *S. chromogenes*.

Záver

Výsledky štúdie poukazujú na zvýšené riziko výskytu stafylokokov na farmách dojníc a ich prenosu do potravinového reťazca. Zo 1121 analyzovaných vzoriek (900 dojníc, 140 vzoriek nepasterizovaného mlieka a 81 sterov) bolo 217 (19 %) pozitívnych na stafylokoky, pričom **CoNS tvorili až 80 %**. Najviac virulentných faktorov (hemolýza, tvorba biofilmu, antibiotická rezistencia) vykazovali *S. aureus* a CoNS (*S. warneri*, *S. chromogenes* a *S. xylosus*). U viacerých izolátov sa potvrdila multirezistencia, najmä voči β -laktámom. Gén *mecA* bol detegovaný v 4 izolátov (1,8 %), z toho v dvoch *S. aureus* a dvoch *S. chromogenes*. Tieto nálezy signalizujú riziko komplikovanej liečby mastitíd aj potenciálne ohrozenie zdravotnej bezpečnosti mlieka.

Acknowledgment

The study was conducted as part of the Visegrad Fund project no. 22430046: Control of antimicrobial resistance by the Integrated Farm System within "Farm to Fork" strategy. The project is co-financed by the governments of Czechia, Hungary, Poland and Slovakia through Visegrad Grants from the International Visegrad Fund. The mission of the fund is to advance ideas for sustainable regional cooperation in Central Europe.

This work was also supported by the Slovak Research and Development Agency under the Contract no. **APVV-22-0457** and project **VEGA no. 1-0162-23: Reduction in antibiotic use in dairy mastitis control programs**.

Použitá literatúra

- CLSI document M2–A13. 2018. Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests, Thirteenth informational supplement. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA, USA, 92 p.
- Cobirka, M., Tancin, V., Slama, P. 2020. Review epidemiology and classification of mastitis animals. *Animals*, vol. 10, p. 2212. <https://doi.org/10.3390/ani10122212>
- Condas, L.A.Z., De Buck, J., Nobrega, D.B., Carson, D.A., Roy, J.P., Keefe, G.P., DeVries, T.J., Middleton, J.R., Dufour, S., Barkema, H.W. 2017. Distribution of non-aureus staphylococci species in udder quarters with low and high somatic cell count, and clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, vol. 100, no. 7, pp. 5613-5627. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12479>
- Garcia, S.N., Osburn, B.I., Cullor, J.S. 2019. A one health perspective on dairy production and dairy food safety. *One Health*, vol. 7, p. 9. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2019.100086>
- Hein, I., Jørgensen, H.J., Loncarevic, S., Wagner, M. 2005. Quantification of *Staphylococcus aureus* in unpasteurised bovine and caprine milk by real-time PCR. *Res. Microbiol.*, vol. 156, pp. 554–563. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2005.01.003>
- Holko, I., Tančin, V., Tvarožková, K., Supuka, P., Supuková, A., Lucia, M. 2019. Occurrence and antimicrobial resistance of common udder pathogens isolated from sheep milk in Slovakia. *Slovak J. Food Sci.*, vol. 13, no. 1, pp. 258–261. <https://doi.org/10.5219/1067>

- ackson, P., Cockcroft, P. 2002. *Clinical Examination of Farm Animals*. Oxford, UK, Blackwell Science Ltd, Wiley-Blackwell, pp. 154–166.
- Moraveji, Z., Tabatabaei, M., Shirzad Aski, H., Khoshbakht, R. 2014. Characterization of hemolysins of *Staphylococcus* strains isolated from human and bovine, southern Iran. *Iran J. Vet. Res.*, vol. 15, pp. 326–330. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4789207/>
- NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th ed. WASHINGTON, USA: The National Academies Press, National Research Council. 381 p.
- Poulsen, A. B., Skov, R., Pallesen, L. V. 2003. Detection of methicillin resistance in coagulase-negative staphylococci and in staphylococci directly from simulated blood cultures using the EVIGENE MRSA Detection Kit. *J. Antimicrob. Chemother.* vol. 51, pp. 419–421. <https://doi.org/10.1093/jac/dkg084>
- Szczuka, E., Porada, K., Wesołowska, M., Łęska, B. 2022. Occurrence and Characteristics of *Staphylococcus aureus* Isolated from Dairy Products. *Molecules* (Basel, Switzerland), vol. 27, no. 14, p. 4649. <https://doi.org/10.3390/molecules27144649>
- Sztachañska, M., Barański, W., Janowski, T., Pogorzelska, J., Zduńczyk, S. 2016. Prevalence and etiological agents of subclinical mastitis at the end of lactation in nine dairy herds in North-East Poland. *Polish J. of Vet. Sciences*, vol. 19, pp. 119–124. <https://doi.org/10.1515/pjvs-2016-0015>
- Taponen, S., Simojoki, H., Haveri, M., Larsen, H. D., Pyörälä, S. 2006. Clinical characteristics and persistence of bovine mastitis caused by different species of coagulase-negative staphylococci identified with API or AFLP. *Veterinary Microbiology*, vol. 115, pp. 199–207. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.02.001>
- Vargová, M., Zigo, F., Výrostková, J., Farkašová, Z., Rehan, I. F. 2023. Biofilm-Producing Ability of *Staphylococcus aureus* Obtained from Surfaces and Milk of Mastitic Cows. *Veterinary Sci.*, vol. 10, no. 6, p. 386. <https://doi.org/10.3390/vetsci10060386>
- Vasil', M., Farkasova, Z., Elecko, J., Illek, J., Zigo, F. 2017. Comparison of biofilm formation by *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis* strains isolated from sheep milk using three diagnostic methods. *Pol. J. Vet. Sci.* vol. 20, pp. 795–801. <https://doi.org/10.1515/pjvs-2017-0100>
- Zigo, F., Vasil', M., Elečko, J., Zigo, M., Farkašová, Z. 2018. Mastitis pathogens and their resistance against antimicrobial agents in herds of dairy cows situated in marginal parts of Slovakia. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 12, no. 1, pp. 285–291. <https://doi.org/10.5219/905>

Kontaktná adresa

doc. MVDr. František Zigo, PhD., Univerzita Veterinárskeho Lekárstva a Farmácie v Košiciach, Katedra výživy a chovu zvierat, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská Republika; E-mail: frantisek.zigo@uvlf.sk

Germinace a růst *Clostridium perfringens* v hovězím burgeru a rybím filé

Germination and Growth of Clostridium Perfringens in the Beef Burger and Fish Filet

Zouharová, A., Dušková, M., Čutová, M., Králová, M., Macharáčková, B.,
Kameník, J.

Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta
veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Alimentární onemocnění vyvolaná toxigenními sporogenními bakteriemi s vyšším potenciálem přežívání v nepříznivých teplotních podmínkách představují vážný problém v ochraně veřejného zdraví. V této práci jsme se zabývali problematikou germinace a růstu sporogenních a toxigenních bakterií *Clostridium perfringens* v uměle kontaminovaných pokrmech. V rámci studie byly připraveny hovězí burgery a rybí filé, u kterých byla zjištěna hodnota pH, aktivita vody (a_w) a obsah NaCl, což jsou parametry ovlivňující germinaci spor a růst bakterií. Připravené pokrmy byly následně kontaminovány sporovou suspenzí *Clostridium perfringens* a skladovány v různých teplotních podmínkách (60 °C; 50 °C; 40 °C) a po různě dlouhou dobu (0,0 h; 1,0 h; 2,0 h; 2,5 h; 3,0 h; 4,0 h; 6,0 h). Pro kvantitativní stanovení bakterií *C. perfringens* v pokrmech byla použita metodika podle ČSN EN ISO 15213-2:2024. Z našich výsledků vyplývá, že pokud jsou pokrmy skladovány při teplotě 40 a 50 °C, spory *Clostridium perfringens* vyklíčí, ale až minimálně po 2 hodinách skladování v případě hovězího burgeru a po 2,5 hodinách v případě rybího filé. V následujících hodinách skladování se vegetativní buňky dále množí až na hodnoty 6,5 log KTJ/g v případě hovězího burgeru a 3 log KTJ/g u rybího filé po 6 hodinách skladování. Pokud byly pokrmy skladovány v 60 °C, nedošlo ke germinaci spor po celou dobu skladování. Z výsledků je zřejmé, že možnost germinace spor a následný růst *Clostridium perfringens* v teplých pokrmech je reálné riziko, zejména pokud se teplý pokrm neudrhuje při doporučené teplotě minimálně 60 °C.

Klíčová slova: *kličení, spory, teplý pokrm, umělá kontaminace*

Abstract

Foodborne diseases caused by toxigenic sporogenic bacteria with a higher potential for survival in unfavorable temperature conditions pose a serious problem for public health. In this study, we investigated the germination and growth of spore-forming and toxigenic *Clostridium perfringens* bacteria in deliberately contaminated foods. Beef burgers and fish fillets were prepared for the study, and their pH, water activity (a_w), and NaCl content were determined, as these parameters influence spore germination and bacterial growth. The prepared meals were then contaminated with a *Clostridium perfringens* spore suspension and stored at different temperatures (60 °C; 50 °C; 40 °C) for varying lengths of time (0.0 h; 1.0 h; 2.0 h; 2.5 h; 3.0 h; 4.0 h; 6.0 h). The methodology according to ČSN EN ISO 15213-2:2024 was used for the quantitative determination of *C. perfringens* bacteria in the dishes. Our results show that when meals are stored at 40 and 50 °C, *Clostridium perfringens* spores germinate, but only after at least 2 hours of storage in the case of beef burgers and 2.5 hours in the case of fish fillets. In the following hours of storage, the vegetative cells continue to multiply to values of 6.5 log CFU/g in the case

of beef burgers and 3 log CFU/g in the case of fish fillets. If the meals were stored at 60 °C, no spore germination occurred during the entire storage period. The results clearly show that the possibility of spore germination and subsequent growth of *Clostridium perfringens* in hot meals is a real risk, especially if the hot meal is not kept at the recommended minimum temperature of 60 °C.

Key words: spores, hot dishes, artificial contamination

Úvod

Bakterie *Clostridium perfringens* jsou anaerobní (aerotolerantní) grampozitivní tyčinky se schopností produkovat toxiny vyvolávající alimentární onemocnění (Duan et al., 2016). Jsou řazeny do III. skupiny čeledi *Bacillaceae* a díky schopnosti produkovat spory jsou hojně rozšířeny v životním prostředí i ve střevech lidí a zvířat (Park et al., 2019). Kontaminace syrového masa bakteriemi *C. perfringens* je běžná a vyskytuje se přirozeně ve vysoké míře u různých druhů masa (Duan et al., 2016). Onemocnění z potravin způsobené *C. perfringens* se projevuje průjmami a břišními křečemi a je vyvoláno konzumací potravin kontaminovaných *C. perfringens* v množství 8 log KTJ/g. V současné době je tento patogen jednou z nejčastějších příčin bakteriálních alimentárních onemocnění (Park et al., 2019). V roce 2023 byl dle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) zaznamenán velký nárůst případů onemocnění způsobených toxiny *C. perfringens*. Celkem 140 ohnisek onemocnění bylo nahlášeno 9 členskými státy, z toho ve Španělsku byla 2 velká ohniska spadající do kategorie „strong-evidence“, která zahrnovala 426 a 165 případů. Jako vehikulum byly zjištěné potraviny z kategorie „maso a masné výrobky“ a jako příčina nedostatečné chlazení či nedostatečné tepelné opracování (EFSA, 2024).

Pro prevenci růstu mikroorganismů v potravinách je obecně uznávané pravidlo „40-140“, které doporučuje potraviny uchovávat buď při teplotách pod 40 °F (4,4 °C), nebo naopak nad 140 °F (60 °C) (Matthews et al., 2017). Teplé pokrmy se uvádějí do oběhu tak, aby se dostaly ke spotřebiteli co nejdříve, a to za teploty nejméně 60 °C (Vyhláška č. 137/2004 Sb.), což odpovídá také požadavkům FDA na uchovávání teplých potravin při teplotách 140 °F nebo vyšších (FDA, 2017). Protože spory *C. perfringens* dokáží přežít tepelnou úpravu potravin (Juneja et al., 2003 uvádějí hodnotu $D_{100\text{ }^{\circ}\text{C}}$ mezi 15,5 - 21,4 min), rozhodující roli pro teplé pokrmy hraje jejich teplota a doba od přípravy do konzumace.

V posledních letech se ve velkých městech v Evropě rozšířila distribuce pokrmů kurýrními službami (Simoni and Winkenbach, 2023). Zatímco v provozovnách stravovacích služeb lze při servírování pokrmů docílit minimální teplotu 60 °C, při distribuci na větší vzdálenosti spojené s delším časovým úsekem je to prakticky nemožné. Může proto existovat riziko růstu nežádoucích bakterií, včetně *C. perfringens*.

Cílem této studie bylo posoudit germinaci a růst *C. perfringens* v hovězím burgeru a rybím filé. Součástí této studie bylo také zjistit, zda různá doba a teplota skladování ovlivní detekci *C. perfringens* v teplém pokrmu a potvrdit nebo vyloučit možné riziko při transportu pokrmů kurýrními službami.

Materiál a metody

Příprava pokrmů

Hovězí burger (složení: hovězí maso, sůl) byl připraven v konvektomatu v módu gril s použitím vpichové sondy, která zajistila prohřátí vnitřní části masa na 71 °C. Rybí filé (složení: aljašská treska, sůl, máslo) byla připravena dle receptu Runštuk et al. (2015).

Kontaminace pokrmů

Ke kontaminaci hotových pokrmů byla využita komerční směs spor BIOBALL HighDose 10K (Biomérieux, Francie). Připravené pokrmy byly kontaminované suspenzí spor *Clostridium perfringens* NCTC 8798 a to na hladinu 40 spor/g pokrmu. Aktivace spor v kontaminovaných pokrmích proběhla tepelným záhřevem (80 °C/15 min).

Balení a skladování kontaminovaných pokrmů

Jednotlivé vzorky pokrmu byly vloženy do polypropylenových misek a zabaleny bez výměny atmosféry na baličce T-190 (MetalPack, dodavatel Maso-profit, s.r.o., Praha) s horní folií PET/PP 185 mm (síla 52 µm; dodavatel Maso-profit s.r.o.) a svařovací teplotou 180 °C. Následovalo temperování v termostatech na teploty 40; 50 a 60 °C a skladování v těchto teplotách. V průběhu 6 h byly odebírány jednotlivé vzorky a sledována růstová aktivita *Clostridium perfringens*. K mikrobiologickému vyšetření byly odebrány vzorky bezprostředně po zabalení a dále po 1,0; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 a 6,0 h z nastavených teplot.

Paralelně byla vyšetřena také nezaočkovaná kontrola daného pokrmu. Experiment s každým pokrmem byl proveden dvakrát.

Fyzikálně-chemické analýzy

Hodnota pH byla měřena ve vodném roztoku vzorku (1:10) pomocí kombinované elektrody a pH metru 211 (Hanna Instruments, USA) při teplotě 25 ± 1 °C. Aktivita vody (a_w) byla stanovena v dobře homogenizovaném vzorku pomocí a_w -metru LabMaster (Novasina AG, Švýcarsko) při teplotě $25,0 \pm 0,1$ °C. Obsah sodíku byl stanoven atomovou absorpční spektrometrií. Do 0,25 g vzorku bylo přidáno 6 ml koncentrované kyseliny dusičné (65 % obj.) a 2 ml peroxidu vodíku (30 % obj.) a byla provedena mineralizace pomocí mikrovlnné laboratorní stanice Ethos SEL (Milestone, Itálie) při 200 °C po dobu 30 minut. Obsah sodíku byl poté měřen pomocí plamenové atomizace vzduch-acetylen v atomovém absorpčním spektrometru contraAA 700 (Analytik Jena, Německo). Všechny vzorky byly měřeny ve třech vyhotoveních a získané hodnoty byly zpracovány softwarem Aspect CS verze 2.1, z čehož vzešla jedna konečná hodnota pro každý vzorek (šarží produktu). Obsah solí na bázi Na (v %) byl vypočten použitím převodního koeficientu 2,5 v souladu s nařízením č. 1169 (2011).

Mikrobiologická analýza

S použitím sterilních nástrojů bylo do sterilních homogenizačních sáčků naváženo 25 g vzorku. Vzorky byly naředěny v poměru 1:9 pufovanou peptonovou vodou a zhomogenizovány ve Stomacheru Star Blender LB 400 (VWR, Radnor, USA). Z tohoto primárního ředění (homogenát) byla podle potřeby připravena další desetinásobná ředění vzorků.

Pro stanovení bakterií *C. perfringens* byl použit Tryptone-sulphite-cycloserine agar (TSC agar; OXOID, UK) podle ČSN EN ISO 15213-2:2024 při 37 °C/48 h anaerobně. Pro vytvoření anaerobního prostředí byly využity anaerostaty a vyvíječe atmosféry AnaeroGen 2,5L (Oxoid, UK).

Výsledky a diskuse

Fyzikálně-chemické parametry připravených pokrmů

Podle tabulky 1 je zřejmé, že ani jeden ze sledovaných fyzikálně chemických ukazatelů nedosahoval hodnot, které by byly limitní pro růst *C. perfringens*. Sůl se běžně využívá ke zlepšení chuťových vlastností pokrmů a současně má i omezené antimikrobiální účinky. Odborná literatura uvádí, že *C. perfringens* dokáže přežívat a růst v koncentraci soli 4-6 % (Zaika et al., 2003), přičemž obsah soli v námi připravených pokrmích se pohyboval do 1,5 %. Li et al. (2012) sledovali germinaci a růst *C. perfringens* během chlazení roast beefu zaočkovaného sporovou suspenzí a zjistili, že už 2 % soli efektivně brání germinaci a růstu *C. perfringens* během 9 hodin chlazení. V případě obsahu soli 1 % a 1,5 % došlo k růstu *C. perfringens* na hodnoty 2,2 a 1,1 log KTJ/g.

Tabulka 1: Hodnoty pH, vodní aktivity a_w a podíly soli v připravených teplých pokrmech

pokrm	pH	a_w	NaCl (%)
burger	6,06 ± 0,17	0,973 ± 0,016	1,46 ± 0,11
filé	6,61 ± 0,09	0,977 ± 0,003	1,31 ± 0,08

Minimální hodnoty vodní aktivity a_w , které umožňují růst *C. perfringens* se pohybují v hodnotách 0,95-0,97 (Park et al., 2019), přičemž nejnižší hodnota a_w naměřená v naší studii byla 0,968 pro hovězí burger a 0,974 pro rybí filé. Dalším fyzikálně-chemickým parametrem, který byl sledován v naší studii bylo pH, které se pohybovalo od hodnoty 5,84 u hovězího burgeru až po 6,7 u rybího filé. *C. perfringens* jsou schopny růstu v prostředí s pH 5,0-8,0 (Park et al., 2019), což je v rozmezí námi naměřených hodnot.

Růst C. perfringens po umělé kontaminaci sporovou suspenzí

V této části experimentu byla prováděna přímá kultivace ze vzorků zabalených pokrmů skladovaných v různých teplotách (40; 50 a 60 °C) simulující pokles teploty při transportu pokrmů kurýrními službami.

Tabulka 2: Růst *Clostridium perfringens* po umělé kontaminaci hovězího burgeru při 40, 50 a 60 °C po dobu 0–6 hodin (průměrné hodnoty v log KTJ/g)

teplota	kmen	0 h	1 h	2 h	2,5 h	3 h	4 h	6 h
40	kontrola	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7
	NCTC 8798	<1,7	<1,7	<1,7	1,7 ± 0,4	2,3 ± 1,3	4,8 ± 1,6	5,8
50	kontrola	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7
	NCTC 8798	<1,7	<1,7	2,0 ± 0,8	2,5 ± 0,4	2,3 ± 0,8	4,5 ± 0,9	6,5
60	kontrola	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7
	NCTC 8798	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7

Jak je vidět v tabulce 2, přestože pokrmy byly kontaminované sporovou suspenzí, tak růst *C. perfringens* v hovězím burgeru byl zaznamenán až po minimálně 2 hodinách skladování v 50 °C. Během skladování v teplotě 40 °C byl růst vegetativních buněk zaznamenán po 2,5 hodinách. Během dalšího skladování docházelo k množení *C. perfringens* až na hodnoty 5,8 log KTJ/g ve 40 °C a 6,5 log KTJ/g v 50 °C po 6 hodinách skladování. Podobných výsledků bylo dosaženo i v případě rybího filé, kdy první nárůst vegetativních buněk byl zaznamenán po 2,5 hodinách skladování v 50 °C a po 3 hodinách ve 40 °C (tab. 3). Na rozdíl od hovězího burgeru, kde byl zaznamenán růst *C. perfringens* i po 6 hodinách skladování v teplotách 40 i 50 °C, v případě rybího filé byly vegetativní buňky detekovány po 6 hodinách skladování pouze v teplotě 40 °C. V případě obou typů pokrmů došlo ke germinaci spor dříve v teplotě 50 °C než ve 40 °C. Při skladování pokrmů v 60 °C nedošlo k nárůstu vegetativních buněk *C. perfringens* ani po 6 hodinách v žádném z testovaných pokrmů.

Tabulka 3: Růst *Clostridium perfringens* po umělé kontaminaci rybího filé při 40, 50 a 60 °C po dobu 0–6 hodin (průměrné hodnoty v log KTJ/g)

teplota	kmen	0 h	1 h	2 h	2,5 h	3 h	4 h	6 h
40	kontrola	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7
	NCTC 8798	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	2,1 ± 0,9	2,2 ± 1,1	3,0
50	kontrola	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7
	NCTC 8798	<1,7	<1,7	<1,7	2,1 ± 0,9	3,0 ± 0,1	2,0 ± 0,4	<1,7
60	kontrola	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7
	NCTC 8798	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7

V České republice je požadavek na minimální teplotu 60 °C při uvádění teplých pokrmů na trh definován vyhláškou č. 121/2023 o požadavcích na pokrmy. Zatímco v kamenných provozovnách stravovacích služeb není technicky problém tuto teplotu při výdeji pokrmů zajistit, nemusí to být snadné při rozvozech pokrmů kurýrními službami, zejména v dopravních špičkách (Bozanta et al., 2022). V těchto případech může existovat riziko, že teplota doručovaných pokrmů klesne pod předepsaných 60 °C a v závislosti na čase by mohl nastat růst sporogenních bakterií, které přežily tepelné opracování, včetně *C. perfringens*.

Závěr

Výsledky této studie potvrzují, že teplota je pro germinaci spor *C. perfringens* zásadní. Pokud teplota pokrmu neklesla pod 60 °C, nedošlo v této studii ke germinaci spor po celou dobu skladování (6 hodin). Při skladování pokrmů v nižších teplotách (40 a 50 °C) došlo k vyklíčení spor a následnému množení vegetativních buněk ve všech experimentech. Minimální čas potřebný pro vyklíčení spor byl 2 hodiny v teplotě 50 °C a 2,5 hodin v teplotě 40 °C. Závěrem lze tedy konstatovat, že distribuce pokrmů kurýrními službami je potenciálním nebezpečím, pokud není pokrm ihned zkonsumován nebo rychle zchlazen.

Literatura

- Bozanta, A., Cevik, M., Kavaklioglu, C., Kavuk, E. M., Tosun, A., Sonuc, S. B., Duranel, A., Basar, A. 2022. Courier routing and assignment for food delivery service using reinforcement learning. *Computers & Industrial Engineering*, vol. 164, pp. 107871. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107871>
- ČSN EN ISO 15213-2 (560652). Mikrobiologie potravinového řetězce - Horizontální metoda průkazu a stanovení počtu bakterií rodu *Clostridium* - Část 2: Stanovení počtu bakterií *Clostridium perfringens* technikou počítání kolonií.
- Duan, Z., Hansen, T.H., Hansen, T.B., Dalgaard, P., Knochel, S. 2016. Predicting outgrowth and inactivation of *Clostridium perfringens* in meat products during low temperature long time heat treatment. *International Journal of Food Mikrobiology*, vol. 230, pp. 45-57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.03.019>
- EFSA, 2024. The European Union one health 2023 zoonoses report. EFSA Journal. 2024;22:e9106. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.9106>

FDA, 2017. Food Facts. Serving Up Safe Buffets. U.S. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition's Food. 3 p. <https://www.fda.gov/media/84739/download>

Juneja, V.K., Novak, J.S., Huang, L., Eblen, B.S. 2003. Increased thermotolerance of *Clostridium perfringens* spores following sublethal heat shock. *Food Control*, vol. 14, pp. 163-168.

Li, L., Valenzuela-Martinez, C., Redondo, M., Juneja, V.K., Burson, D.E., Thippareddi, H. 2012. Inhibition of *Clostridium perfringens* Spore Germination and Outgrowth by Lemon Juice and Vinegar Product in Reduced NaCl Roast Beef. *Journal of Food Science*, vol. 77, pp. 598-603.

Matthews, K. R., Kniel, K. E., Montville, T. J. 2017. Food microbiology: An introduction. Fourth edition. ASM Press, Washington, DC. 597 p.

Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení směrnice Komise 87/250/EHS, směrnice Rady 90/496/EHS, směrnice Komise 1999/10/ES, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES, směrnic Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a nařízení Komise (ES) č. 608/2004. *Úřední věstník Evropské unie*. 2011, č. 304/18.

Park, J.H., Koo, M.S., Kim, H.J. 2019. Modeling for Survival of *Clostridium perfringens* in Saeng-sik, a Powdered Ready-to-Eat Food with Low Water Activity. *Journal of Food Protection*, vol. 82, pp. 1141-1147. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-368>

Runštuk, J., Syrový, F., Rusnaková, S. 2015. Receptury teplých pokrmů®. 7th ed.; Radek Runštuk-R plus: Divec, Czech Republic. 580 p.

Simoni, M. D., Winkenbach, M. 2023. Crowdsourced on-demand food delivery: An order batching and assignment algorithm. *Transportation Research Part C*, vol. 149, pp. 104055. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2023.104055>

Vyhláška č. 121/2023 Sb., o požadavcích na pokrmů (ČR). *Sbírka zákonů*. 2023, č. 63.

Vyhláška č. 137/2004 Sb. o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných (ČR). *Sbírka zákonů*. 2004, č. 382.

Zaika, L.L. 2003. Influence of NaCl Content and Cooling Rate on Outgrowth of *Clostridium perfringens* Spores in Cooked Ham and Beef. *Journal of Food Protection*, vol. 66, pp. 1599-1603.

Poděkování

Práce byla zpracována s podporou projektu Ministerstva zemědělství NAZV QK23020061.

Kontaktní adresa

Mgr. Alena Zouharová, Ph.D., Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: zouharovaa@vfu.cz

Hodnocení obsahu polyfenolů a antioxidační kapacity hroznových semen z oblasti Kutná Hora

Evaluation of Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Grape Seeds from Kutná Hora Region

Žáčková, A., Pencák, T., Kotianová, D., Dordevic, D., Tremlová, B.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Tato studie se zaměřila na stanovení obsahu celkových polyfenolů a antioxidační kapacity čtyř odrůd: Ryzlink rýnský (RR), Gewürztraminer (GWT), Pinot Noir (RM) a Dunaj (DUN), a to v závislosti na formě zpracování (čerstvá a sušená semena, mouka, olej). Výsledky ukázaly významné rozdíly mezi jednotlivými odrůdami i variantami. Nejvyšší obsah polyfenolů byl naměřen u mouky odrůdy GWT ($41,79 \pm 0,48$ mg/g), zatímco oleje vykazovaly hodnoty nejnižší ($1,26\text{--}5,24$ mg/g). V případě antioxidační kapacity dosahovala mouka odrůdy GWT hodnoty $217,71 \pm 5,59$ $\mu\text{mol/g}$, zatímco oleje pouze kolem $2,8\text{--}5,0$ $\mu\text{mol/g}$. Tyto výsledky potvrzují, že mouka z hroznových semen představuje cenný zdroj bioaktivních látek a může být efektivně využita v potravinářství.

Klíčová slova: *vinařství, vedlejší produkt, bioaktivní látky, fenolické sloučeniny, cirkulační ekonomika*

Abstract

This study focused on determining the total polyphenol content and antioxidant capacity of four grape varieties: Riesling (RR), Gewürztraminer (GWT), Pinot Noir (RM), and Dunaj (DUN), depending on the form of processing (fresh and dried seeds, flour, oil). The results showed significant differences between the individual varieties and processing variants. The highest polyphenol content was recorded in the flour of GWT (41.79 ± 0.48 mg/g), while the oils showed the lowest values ($1.26\text{--}5.24$ mg/g). In the case of antioxidant capacity, GWT flour reached 217.71 ± 5.59 $\mu\text{mol/g}$, whereas the oils showed only about $2.8\text{--}5.0$ $\mu\text{mol/g}$. These findings confirm that grape seed flour represents a valuable source of bioactive compounds and can be effectively utilized in the food industry.

Key words: *viticulture, by-product, bioactive compounds, phenolic compounds, circular economy*

Úvod

K výrobě vína se hrozny (*Vitis vinifera*) využívají již od dob starověkých civilizací. Při jejich zpracování vzniká více než 30 % tuhých vedlejších produktů a nejvýznamnějším z nich je matolína, která představuje přibližně dvě třetiny těchto pevných zbytků. Hrozny patří mezi nejrozšířenější ovocné plodiny na světě a jejich semena tvoří komplexní matici složenou přibližně ze 40 % vlákniny, 16 % oleje, 11 % bílkovin a 7 % fenolů, ale také z cukrů a dalších složek. Semena hroznů jsou průmyslovým vedlejším produktem vinařského procesu a odhaduje se, že při zpracování 100 kg zbytků z výroby vína vzniká přibližně 10 až 12 kg hroznových semen. Díky vysokému obsahu polyfenolických sloučenin vykazují hroznová semena široké spektrum farmakologických vlastností, jako je ochrana před oxidačním poškozením, dále antidiabetické či antiagregační účinky (působení proti shlukování krevních destiček) (Bagchi et al., 2006; Ma a Zhang, 2017). Mezi polyfenoly přítomné v hroznových

semenech patří zejména flavonoidy, například kyselina gallová či katechin. Extrakty z hroznových semen jsou známy jako silné antioxidanty a mohou být prospěšné v mnoha oblastech lidského zdraví. Proantokyanidiny, které představují hlavní polyfenoly v červeném víně a hroznových semenech, vykazují kardioprotektivní účinky. Uznání těchto zdravotních přínosů katechinů a prokyanidinů vedlo k využívání extraktů z hroznových semen jako výživového doplňku (Shi et al., 2004; Kim et al., 2006). Díky svým vlastnostem našla hroznová semena a jejich zpracované formy uplatnění také v dalších odvětvích, například v kosmetických výrobcích, včetně krémů a pleťových olejů (Gonçalves et al., 2024). Řada studií prokázala možné využití hroznových semen, pokud z nich však nejsou získávány extrakty, bývají považována za odpad (Ma a Zhang, 2017). Širší využití těchto vedlejších produktů by proto nejen zvýšilo výtěžnost původní suroviny, ale současně by přispělo ke snížení množství odpadu a tím i nákladů na jeho likvidaci. Cílem této práce bylo porovnání obsahu celkových polyfenolů a antioxidační kapacity hroznových semen z oblasti Kutná Hora, jelikož na koncentraci fenolických sloučenin v hroznech mohou mít vliv faktory, jako je odrůda vinné révy, pěstitelské postupy či podmínky prostředí.

Materiál a metodika

Použitým materiálem pro tuto studii byla hroznová semena, která byla mechanicky oddělena po drcení a lisování hroznů. Celkem byly zahrnuty čtyři odrůdy, dvě bílé a dvě červené. Mezi bílé odrůdy patřily Ryzlink rýnský (RR) a Gewürztraminer (GWT), zatímco červené byly zastoupeny odrůdami Dunaj (DUN) a Pinot Noir (RM). U každé odrůdy byly analyzovány čtyři varianty vzorků: čerstvá semena, sušená semena, mouka a olej. Semena z bílých odrůd byla oddělena bezprostředně po lisování hroznů. Naproti tomu u červených vín je součástí výrobního procesu macerace, a proto byla semena z červených odrůd oddělena až po fermentaci a lisování drcených bobulí.

Příprava extraktů

Pro následné stanovení obsahu polyfenolických látek a antioxidační kapacity byl použit jednotný postup přípravy extraktů. Přesně 0,1 g vzorku bylo odváženo a zalito 20 ml směsí ethanol:voda v poměru 1:1. Takto připravené vzorky byly extrahovány po dobu 30 minut v ultrazvukové lázni a následně přefiltrovány. Získaný extrakt byl použit k jednotlivým analytickým metodám.

Měření antioxidační kapacity

Na stanovení množství celkových polyfenolických látek (TPC – Total polyphenol content) byl 1 ml extrahovaného vzorku smíchán s 5,9 ml 7,5% roztoku Na_2CO_3 a 5,9 ml zředěného Folin-Ciocalteuova činidla v odměrné baňce o objemu 25 ml. Směs byla inkubována po dobu 30 minut ve tmě. Absorbance byla měřena při vlnové délce 765 nm za použití slepého vzorku. Výsledky byly vyjádřeny jako množství kyseliny gallové v miligramech na gram vzorku.

Pro hodnocení antioxidační aktivity metodou FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) bylo v tmavých vialkách smícháno 180 μl extraktu, 300 μl destilované vody a 3,6 ml pracovního roztoku obsahujícího acetátový pufr, TPTZ a FeCl_3 . Směs byla inkubována ve tmě po dobu 8 minut. Absorbance byla měřena při vlnové délce 593 nm a porovnávána s kontrolním vzorkem (pracovní roztok a destilovaná voda). Pro kvantifikaci byla vytvořena kalibrační křivka pomocí Troloxu, přičemž výsledky byly vyjádřeny jako μmol Troloxu na gram vzorku.

Výsledky a diskuze

Réva vinná patří mezi nejrozšířenější pěstované plodiny a produkce hroznů i následného vína je podmíněna celou řadou faktorů. Klíčový vliv mají především klimatické a půdní podmínky, genetické vlastnosti odrůdy a zvolené pěstitelské postupy, mezi něž patří například řez, hnojení či ochrana proti škůdcům. Významné je rovněž celkové řízení vinic, zahrnující správný řez a načasování sklizně, dostupnost vody a také fyziografické charakteristiky, jako je nadmořská výška nebo orientace svahů. Nemalý dopad má i klimatická změna (Pavloušek, 2010). Kutná Hora je zařazena do Mělnické vinařské podoblasti, přičemž rozloha zdejších vinic dosahuje přibližně 61 hektarů. Mezi nejčastěji pěstované odrůdy v této oblasti patří Ryzlink rýnský, Rulandské šedé, Rulandské modré a Muškát moravský. V rámci této práce byly hodnoceny odrůdy běžně pěstované na celosvětové úrovni i odrůdy charakteristické pro oblast České republiky a Slovenska, a to za účelem jejich vzájemného porovnání.

Obsah celkových polyfenolických látek vykázal významné rozdíly mezi jednotlivými odrůdami i technologickými variantami zpracování (Tabulka 1). Nejvyšší koncentrace byla stanovena u čerstvých semen bílých odrůd, především u GWT ($25,67 \pm 0,52$ mg/g), zatímco nejnižší hodnoty dosahovaly vzorky červených odrůd. Tento trend potvrzuje i studie Lachmana et al. (2013), která uvádí vyšší zastoupení polyfenolů u bílých odrůd, což je připisováno technologickým odlišnostem při výrobě vína, zejména procesu macerace u červených vín, kdy část fenolických látek přechází do moštu (Lachman et al., 2013).

Tabulka 1: Celkový obsah polyfenolů semen vinné révy v závislosti na odrůdě a úrovni technologického zpracování.

Vzorek	Kyselina gallová (mg/g)			
	Čerstvé	Sušené	Mouka	Olej
RR	$13,18 \pm 0,10^{aA}$	$21,27 \pm 0,32^{aB}$	$38,11 \pm 0,01^{aC}$	$1,26 \pm 0,13^{aD}$
GWT	$25,67 \pm 0,52^{bA}$	$14,16 \pm 0,06^{bB}$	$41,79 \pm 0,48^{bC}$	$4,55 \pm 0,28^{bD}$
RM	$1,97 \pm 0,05^{cA}$	$2,31 \pm 0,01^{cB}$	$12,22 \pm 0,12^{cC}$	$2,40 \pm 0,18^{cD}$
DUN	$1,77 \pm 0,01^{dA}$	$2,61 \pm 0,04^{dB}$	$13,74 \pm 0,44^{dC}$	$5,24 \pm 0,69^{dD}$

Malá písmena v horním indexu představují statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi odrůdami. Velká písmena představují rozdíl mezi technologickou úpravou v rámci jedné odrůdy.

Sušení vedlo ve většině případů k nárůstu obsahu polyfenolů oproti čerstvým semenům, což odpovídá poznatkům Kim et al. (2006) a Guaita et al. (2021), kteří prokázali, že vhodná kombinace teploty a doby sušení může přispět k vyšší extrahovatelnosti fenolických látek. Celkově byly nejvyšší hodnoty pozorovány u vzorků mouky, přičemž maximum bylo zaznamenáno znovu u vzorky GWT ($41,79 \pm 0,48$ mg/g). Mouka představuje významný vedlejší produkt výroby vína a oleje a řada studií ji hodnotí jako vhodný fortifikační prvek pro obohacování potravin o polyfenoly a zvyšování jejich antioxidační kapacity (Acun a Gül, 2014; Oprea et al., 2022).

Naopak oleje vykazovaly nejnižší koncentrace polyfenolů ($1,26$ – $5,24$ mg/g). Tento výsledek lze vysvětlit nízkou rozpustností fenolických látek v lipidech a také tím, že hlavní složkou oleje jsou mastné kyseliny a fytosteroly, které mohou koncentraci polyfenolů snižovat v důsledku jejich naředění. Obsah fenolů může být navíc ovlivněn použitou metodou extrakce, přičemž moderní techniky mohou antioxidační kapacitu oleje zvýšit (Yang et al., 2021).

Tabulka 2: Antioxidační kapacita semen vinné révy v závislosti na odrůdě a úrovni technologického zpracování.

Vzorek	Trolox (μmol/g)			
	Čerstvé	Sušené	Mouka	Olej
RR	67,5 ± 1,70 ^{aA}	106,35 ± 2,64 ^{aB}	217,47 ± 7,49 ^{aC}	3,23 ± 1,20 ^{aD}
GWT	138,06 ± 5,42 ^{bA}	89,86 ± 1,91 ^{bB}	217,71 ± 5,59 ^{aC}	4,99 ± 6,95 ^{aD}
RM	14,99 ± 0,44 ^{cA}	11,54 ± 0,12 ^{cB}	68,07 ± 1,94 ^{bC}	2,83 ± 0,15 ^{aD}
DUN	10,77 ± 1,23 ^{dA}	13,69 ± 0,30 ^{dB}	79,78 ± 1,64 ^{cC}	4,57 ± 1,21 ^{aD}

Malá písmena v horním indexu představují statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi odrůdami. Velká písmena představují rozdíl mezi technologickou úpravou v rámci jedné odrůdy.

Antioxidační kapacita, uvedená v Tabulce 2, vykazuje stejný trend, jako tomu bylo u obsahu polyfenolů. Nejvyšší hodnoty byly znovu naměřeny u bílých odrůd a u varianty mouky. Nejvýrazněji se projevil GWT, kde mouka dosáhla hodnoty $217,71 \pm 5,59 \mu\text{mol/g}$. Tyto výsledky potvrzují přímou souvislost mezi vyšším obsahem fenolických látek a antioxidační aktivitou.

Závěr

Hroznová semena představují významný vedlejší produkt vinařského průmyslu. Jejich opětovné využití přispívá k cirkulační ekonomice a dalšímu zhodnocení odpadních surovin, čímž se zároveň rozšiřuje nabídka produktů s přidanou nutriční hodnotou. Díky přítomnosti antioxidantů jsou cenným zdrojem bioaktivních látek, avšak výsledný obsah polyfenolů i antioxidační kapacita výrazně závisí od mnoha faktorů, jako na odrůdě, způsobu zpracování a použité metodě extrakce. Získané výsledky poukazují na to, že nejvyšší obsah polyfenolů i antioxidační kapacity byl dosažen u mouky, a to především u bílých odrůd. Naopak oleje vykazovaly nejnižší hodnoty, což souvisí s jejich složením a nižší rozpustností fenolických látek v tukové matici. Tyto poznatky potvrzují, že zejména mouka může představovat cenný zdroj bioaktivních látek s významným potenciálem pro využití v potravinářském průmyslu.

Literatura

- Acun, S., Guhl, H. 2014. Effects of grape pomace and grape seed flours on cookie quality. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, vol. 6, no. 1, pp. 81-88. <https://www.qascf.com/index.php/qas/article/view/471/457>
- Bagchi, D., Bagchi, M., Stohs, S.J., Ray, S.D., Sen, C.H.K., Preuss, H.G. 2006. Cellular Protection with Proanthocyanidins Derived from Grape Seeds. *Annals of the New York Academy of Science*, vol. 957, no. 1, pp. 260-270. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2002.tb02922.x>
- Gonçalves, M.B.S., Marques, M.P., Correia, F., Pires, P.C., Correia, M., Makvandi, P., Varela, C., Cefali, L.C., Mazzola, P.G., Veiga, F., Cabral, C., Mascarenhas-Melo, F., Paiva-Santos, A.C. 2024. Wine industry by-products as a source of active ingredients for topical applications. *Phytochemistry Reviews*. pp. 1-35. <https://doi.org/10.1007/s11101-024-10030-4>
- Guita, M., Panero, L., Motta, S., Mangione, B., Bosso, A. 2021. Effects of high-temperature drying on the polyphenolic composition of skins and seeds from red grape pomace. *LWT-Food Science and Technology*, vol. 145. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111323>

- Kim, S., Jeong, S., Park, W., Nam, K.C., Ahn, D.U., Lee, S. 2006. Effect of heating conditions of grape seeds on the antioxidant activity of grape seed extracts. *Food Chemistry*, vol. 97, no. 3, pp. 472-479. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.027>
- Lachman, J., Hejtmanková, A., Hejtmanková, K., Horníčková, Š., Pivec, V. et al. 2013. Towards complex utilisation of winemaking residues: Characterisation of grape seeds by total phenols, tocopherols and essential elements content as a by-product of winemaking. *Industrial Crops and Products*, vol. 49, pp. 445-453. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.05.022>
- Ma, Z.F. & Zhang, H. 2017. Phytochemical Constituents, Health Benefits, and Industrial Applications of Grape Seeds: A Mini-Review. *Antioxidants*, vol. 6, no. 3, pp. 1-11. <https://doi.org/10.3390/antiox6030071>
- Oprea, O.B., Popa, M.E., Apostol, L., Gaceu, L. 2022. Research on the Potential Use of Grape Seed Flour in the Bakery Industry. *Foods*, vol. 11, pp. 1-11. <https://doi.org/10.3390/foods11111589>
- Pavloušek, P. 2010. *Výroba vína u malovinářů*. 2.vyd. GRADA. ISBN: 978-80-247-3487-3
- Shi, J., Yu, J., Pohorly, J.E., Kakuda, Y. 2004. Polyphenolics in Grape Seeds-Biochemistry and Functionality. *Journal of Medicinal Food*, vol. 6, no. 4, pp. 291-299. <https://doi.org/10.1089/109662003772519831>
- Yang, C., Shang, K., Li, H., Tao, Y., Wang, S., Chen, Y., Xie, J., Sun, Y. 2021. Processing technologies, phytochemical constituents and biological activities of grape seed oil (GSO): A review. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 116, pp. 1074-1083. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.09.011>

Kontaktní adresa

Mgr. Anna Žáčková, VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 602 00 Brno, e-mail: H24013@vfu.cz

SEZNAM AUTORŮ

Ing. Lucia Ailer, PhD.

SPU v Nitre, VC Agrobiotech, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovensko, e-mail: lucia.ailer@uniag.sk

MVDr. Gabriela Bayerová

KVS SVS pro Jihomoravský kraj, Na Pískách 3234/1, 695 01 Hodonín, e-mail: g.bayerova.kvsb@svscr.cz

mgr inž. Wiktor Bendowski

Department of Animal Breeding and Nutrition, Institute of Animal Sciences, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa, Poland, E-mail: Wiktor_Bendowski@sggw.edu.pl

JUDr. Lenka Bogárová

Trnavská univerzita v Trnave, Právnická fakulta, Ústav duševného vlastníctva, technológií a produktového práva, Hornopotočná 23, 918 43 Trnava, e-mail: lenka.bogarova@tvu.sk

doc. MVDr. Šárka Bursová, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: bursovas@vfu.cz

Doc. Ing. Helena Čížková, Ph.D.

VŠCHT Praha, Ústav konzervace potravin, Technická 3, Praha 6 - Dejvice, 166 28; Tel: +420 220 443 014, email: cizkovae@vscht.cz

RNDr. Klaudia Čobanová, PhD.

Centrum biovied SAV, v. v. i., Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6, 040 01 Košice, SR, e-mail: boldik@saske.sk

MVDr. Sandra Dluhošová, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: dluhosovas@vfu.cz

Ing. Jana Doležalová, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: dolezalovaj@vfu.cz

doc. MVDr. Eva Dudriková, PhD.

UVLF v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice. E-mail: eva.dudrikova@uvlf.sk

doc. Ing. Katarína Fatrcová-Šramková, PhD.

SPU v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Ústav výživy a genomiky, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: katarina.sramkova@uniag.sk

doc. Ing. Martina Fikselová, PhD.

SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, e-mail: martina.fikselova@uniag.sk

prof. Ing. Jozef Golian, Dr.

SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra. E-mail: jozef.golian@uniag.sk

Ing. Jitka Götzová

Ministerstvo zemědělství, Odbor bezpečnosti potravin, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1, e-mail: jitka.gotzova@mze.gov.cz

Ing. Lenka Havlová, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: havloval@vfu.cz

Ing. Liliana Hnatová

SPU V Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra; e-mail: lilihnatoval5@gmail.com; zuzana.knazicka@uniag.sk

MVDr. Šárka Hejlová, CSc.

Ondouškova 15, 63500 Brno. tel. 776254106, e-mail: hejlovasarka@seznam.cz

Ing. Dominika Hrnčárová

SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. Slovenská republika. E-mail: dominika.hercegova@gmail.com

doc. Mgr. Radka Hulánková, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: hulankovar@vfu.cz

MVDr. Zuzana Ileninová, PhD.

Ústřední veterinární správa Státní veterinární správy, Odbor veterinární hygieny a ochrany veřejného zdraví, Oddělení bezpečnosti potravin, Slezská 100/7, 120 00 Praha 2, e-mail: z.ileninova@svscr.cz

PaedDr. Silvia Jakabová, PhD.

SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská republika, e-mail: silvia.jakabova@uniag.sk

doc. MVDr. Josef Kameník, CSc., MBA

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: kamenikj@vfu.cz

Mgr. Martin Klanica

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: klanicam@vfu.cz

Ing. Anna Kolesárová, PhD.

SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: anna.kolesarova@uniag.sk

Ing. Martina Kostůková, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: kostukovam@vfu.cz

PhDr. Mariana Kováčová, PhD.

UVLF v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, e-mail: mariana.kovacova@uvlf.sk

MVDr. Michaela Králová, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: kralovam@vfu.cz

Ing. Miroslava Krbůšková

SZÚ, Centrum zdraví, výživy a potravin, Palackého třída 3a, 612 42 Brno, email: miroslava.krbuskova@szu.gov.cz

Mgr. Kateřina Křištofová

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: h21281@vfu.cz

doc. Ing. Simona Kunová, PhD.

SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. Slovenská republika. E-mail: simona.kunova@uniag.sk

Ing. Veronika Kýrová, PhD.

Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin, Oddělení analýzy bezpečnosti a potravin, Palackého 3a, Brno, 612 42, e-mail: veronika.kyrova@szu.cz

Ing. Dominika Lenická, PhD.

SPU v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Ústav rastlinnej produkcie, Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra; e-mail: dominika.lenicka@uniag.sk

MVDr. Petra Mačáková, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ochrany zvířat a welfare a veřejného veterinárního lékařství, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: macakovap@vfu.cz

Ing. Lucia Mačuhová, PhD.

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum,, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: lucia.macuhova@nppc.sk

Ing. Blanka Macharáčková, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočíšného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: macharackovab@vfu.cz

Ing. Jiří Malíšek

Univerzita obrany Brno, Fakulta vojenského leadershipu, Katedra logistiky, Kounicova 65, 662 10 Brno, email: jiri.malisek@unob.cz

prof. MVDr., Slavomír Marcincák, PhD.

UVLF v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: slavomir.marcincak@uvlf.sk

Alla Masliuk, Ph.D.

Laboratoř fyzikálně-chemického výzkumu výzkumného chemicko-toxikologického oddělení Státního vědeckovýzkumného ústavu pro laboratorní diagnostiku a veterinární hygienu, Donetska tř., 30, 02000 Kyjev, Ukrajina, e-mail: maslychok@ukr.net

Ing. Matej Mázor

SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. Hlinku 2, 949 76 Nitra, email: xmazor@uniag.sk

PhDr. Ing. Zuzana Megyesy Eftimová, PhD.

UVLF v Kosiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice. E-mail: zuzana.megyesy.eftim@uvlf.sk

doc. Ing. Andrea Mendelová, PhD.

SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra. E-mail: andrea.mendelova@uniag.sk

Prof. Dr. Hayam Abdel Aal Mansour Ph.D.

Cairo University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and control, Giza, Egypt, e-mail: hayamoustafa@cu.edu.eg

Mgr. Ing. Bohdana Mrňousová, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: mrnousovab@vfu.cz

MVDr. Pavlína Navrátilová, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: navratilovap@vfu.cz

doc. MVDr. Necidová Lenka, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, ČR; E-mail: necidoval@vfu.cz

Ing. Kamila Novotná Kružíková, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ochrany zvířat a welfare a veřejného veterinárního lékařství, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: novotnakruzik@vfu.cz

Ing. Simona Ondruchová

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: ondruchovas@vfu.cz

Oleksandr Orobchenko, Doktor veterinárních věd, Ph.D.

Laboratoř toxikologického monitoringu, Národní vědecké centrum Ústav experimentální a klinické veterinární medicíny, Hryhoriya Skovorody tř. 83, 61023 Charkiv, Ukrajina, e-mail: olex.orobchenko@seznam.cz

MVDr. Eliška Plašilová Říhová

KVS SVS pro Středočeský kraj, Pracoviště Kladno, Čechova 1513, 272 01 Kladno, e-mail: e.rihova.kvss@svscr.cz

Mgr. Sára Pokorná

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: pokornas@vfu.cz

MVDr. Klára Poláková

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: polakovak@vfu.cz

doc. MVDr. Matej Pospiech Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, mpospiech@vfu.cz

Mgr. Jan Pospíšil

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: pospisilj@vfu.cz

doc. MVDr. Ivana Regecová, PhD.

UVLF v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: ivana.regecova@uvlf.sk

MVDr. Anna Reitznerová, PhD.

UVLF v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: anna.reitznerova@uvlf.sk

Mgr. Samuel Rybníkář, PhD.

Trnavská univerzita v Trnave, Právnická fakulta, Ústav duševného vlastníctva, informačných technológií a produktového práva, Hornopotočná 23, 918 43 Trnava, Slovenská republika, e-mail: samuel.rybnikar@truni.sk

MVDr. Zbyněk Semerád

Státní veterinární správa, Slezská 100/7, 120 00 Praha 2, e-mail: epodatelna@svscr.cz

doc. MVDr. Boris Semjon, PhD.

UVLF Košice, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: boris.semjon@uvlf.sk

MVDr. Mária Slepíková, Ph.D.

KVS SVS pro Karlovarský kraj, kpt. Jaroše 318/4, 36006 Karlovy Vary, e-mail: m.slepickova.kvsk@svscr.cz

Ing. Miriam Solgajová, PhD.

SPU Nitra, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail: miriam.solgajova@uniag.sk

Bc. Ing. Kateřina Stojanová

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: stojanovak@vfu.cz

Ing. Lucie Strnadová

Bene Meat Technologies a.s., Opuková 1809, Olešovice, 251 68 Kamenice, Czech Republic, e-mail: lucie.strnadova@benemeat.com, www.benemeat.com

Ing. Iveta Šístková, Ph.D.

VŠCHT Praha, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Ústav konzervace potravin, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice, e-mail: iveta.sistkova@vscht.cz

Mgr. Jan Šmoldas

SZÚ, Centrum zdraví, výživy a potravin, Palackého třída 2952/3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: jan.smoldas@szu.cz

MVDr. Ing. Dana Tříška

Ministerstvo zemědělství, Odbor potravinářský, Oddělení potravinového řetězce, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1, e-mail: dana.triska@mze.cz

MVDr. Jan Váňa

Státní veterinární správa, Slezská 100/7, 120 00 Praha 2, e-mail: epodatelna@svscr.cz

Mgr. Matúš Várady, PhD.

UVLF v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: matus.varady@uvlf.sk

Ing. Martina Vršková, PhD.

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: martina.vrskova@nppc.sk

doc. MVDr. Jana Výrostková, PhD.

UVLF Košice, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81, Košice, Slovensko, e-mail: jana.vyrostkova@uvlf.sk

MVDr. Jana Zahumenská, PhD.

UVLF Košice, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice. E-mail: jana.zahumenska@uvlf.sk

prof. Ing. David Zapletal, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: zapletald@vfu.cz

doc. Ing. Lucia Zelenáková, PhD.

SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. Slovenská republika. E-mail: Lucia.Zelenakova@uniag.sk

doc. MVDr. František Zigo, PhD.

UVLF Košice, Katedra výživy a chovu zvierat, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská Republika; E-mail: frantisek.zigo@uvlf.sk

Mgr. Alena Zouharová, Ph.D.

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: zouharovaa@vfu.cz.

Mgr. Anna Žáčková

VETUNI, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: H24013@vfu.cz

Hygiena a technologie potravin – LIV. Lenfeldovy a Höklovy dny

Vydala: Veterinární univerzita Brno

Počet stran: 474

Vydání: první

Copyright © 2025 Veterinární univerzita Brno

ISBN: 978-80-7305-141-9