

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
LIII. Lenfeldovy a Höklovy dny**



Sborník přednášek a posterů

16. a 17. října 2024

Hygiena a technologie potravin – LIII. Lenfeldovy a Höklovy dny
Food Hygiene and Technology – 53rd 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 řízením.

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 © 2024 Veterinární univerzita Brno

SPONZOŘI



IREKS

Mediální partner konference



SLOVO ÚVODEM

Lenfeldovy a Höklovy dny jsou konferencí zaměřenou na problematiku kvality a zdravotní nezávadnosti potravin rostlinného a živočišného původu, na aplikaci potravinového práva v dozorové činnosti státních orgánů a aktuálních poznatků výzkumu v oblasti hygieny veřejného stravování a gastronomie. Konference přináší příležitosti k setkání odborníků jak vědeckých a vzdělávacích institucí, tak dozorových orgánů a praxe. Odbornou část doplňují tradičně přednášky z historie a vývoje veterinárního vzdělávání.

Konference o potravinách pod názvem Lenfeldovy a Höklovy dny se pořádá na univerzitě již od r. 1968. Její název připomíná významné osobnosti historie hygieny potravin v rámci veterinární medicíny. Prof. Lenfeld i doc. Hökl prosazovali uplatňování takových principů v hygieně potravin, o které se opírá i současná evropská legislativa. Tento historický odkaz byl tradován dalšími významnými osobnostmi československé hygieny potravin a je rozvíjen v současnosti Fakultou veterinární hygieny a ekologie v oblasti pedagogické, vědecko-výzkumné a také v dalších oblastech působení fakulty.

V letošním roce si můžeme připomenout 105. výročí zahájení výuky na naší alma mater. Jsme rádi, že můžeme i v rámci letošní konference ocenit některé z jejích absolventů.

Konference je stejně jako v minulých letech spolupřátána Státní veterinární správou ČR a podporována hojnou účastí pracovníků SVS ČR i krajských veterinárních správ.

Vysokou úroveň a také význam konference dosvědčuje každoročně vysoký počet přihlášených účastníků. 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 přínosné a příjemné, a že se proto budete na naši fakultu rádi vracet i v příštích letech.

V Brně dne 16. 10 .2024

prof. MVDr. Bohuslava Tremlová, Ph.D.

OBSAH

PŘEDNÁŠKY

Výsledky kontrol Státní zemědělské a potravinářské inspekce v roce 2023 a průběžné výsledky za rok 2024

Válková, V. 12

Aktuality z Evropského úřadu pro bezpečnost potravin

Beneš, P. 14

Aktuální změny v potravinářské legislativě

Mačáková, P. 19

Označovanie environmentálnych a sociálnych aspektov o potravinách

Rybníkář, S, Pogádl, M. 26

Suché, mokré, nebo kombinované zrání masa? Technologické možnosti, empirie a legislativní požadavky

Kameník, J., Veselá, H., Dušková, M., Ježek, F. 33

Procesné zmeny v dojčenskej a detskej výžive s obsahom minerálneho oleja aromatických uhľovodíkov (MOAH)

Golian, J., Jakobová, S., Benešová, L., Malec, M. 38

Bezpečnostní aspekty kultivace živočišných buněk pro potravinářské účely

Štíhová, M. 47

Nové přístupy v produkci kultivovaného masa

Strmiska, V., Jandová, N., Tarbajová, V., Szotkowska, T., Coufalová, P., Koláčková, M., Húska, D., Brzobohatý, R., Lauš, R. 48

Nálezky kamylobakterů na drůbežích jatkách ve Vodňanech v letech 2018-2022

Bican, J. a kol. VHS Strakonice 51

Myopatie prsních svalů brojlerů – zkušenosti z jihočeských porážek

Fleischmannová, H., Smolíková, B. a kol. VHS Písek a Mirovice a VHS Strakonice 52

Sledování obsahu polychlorovaných bifenylů u prasat divokých na Třeboňsku	
Hosnedlová, J., Pouzarová, V., Filášová, L., Čupr, Z., Doleželová, P.	54
Hybridní masné výrobky	
Beňo, F., Hruška, F., Krátká, G., Harkavchenko, D., Ševčík, R.	56
Detegovanie génov rezistencie na antibiotiká u kmeňov stafylokokov zo surového kozieho mlieka	
Zábolyová, N., Lauková, A., Trościanczyk, A., Pogány Simonová, M.	62
Stanovení rizika mikrobiální kontaminace vzorků potravin při narušení chladírenského řetězce během transportu	
Haruštiaková, D., Martínková, N., Necidová, L., Bursová, Š., Zouharová, A., Bartáková, K.	66
Stabilita postbioticky aktivních enkapsulovaných laktobacilov z kozieho mlieka a ovčieho hrudkového syra v jogurtoch	
Lauková, A., Ščerbová, J., Bino, E., Zábolyová, N., Pogány Simonová, M.	72
Aplikácia enterocínov (postbiotík) v diéte králikov pre zvýšenie kvality králičieho mäsa	
Pogány Simonová, M., Chrastinová, L., Bino, E., Kandričáková, A., Ščerbová, J., Focková, V., Formelová, Z., Lauková, A.	76
Světové osobnosti, které ochránily lidstvo, včetně potravin	
Kovařík, K.	80
Český rozhlas- 100 let nejen zábavy, ale i poučení	
Hejlová, Š.	85
Prof. MVDr. Čeněk Červený, CSc. – 5. výročí úmrtí	
Ostrý, V.	87
Prof. MVDr. Jiří Ruprich, CSc. – 70 let	
Ostrý, V.	91
doc. RNDr. Ing Jaromír Šikula, CSc., dr. h. c. – 100. výročí narození	
Pažout, V., Kovařík, K., Šikula, C.	95

POSTERY

Ovčí hrudkový syr z hľadiska obsahu minerálnych prvkov

Bino, E., Grešáková, E., Zábolyová, N., Pogány Simonová, M., Lauková, A. 97

Amoniak-sulfitový karamel a vybrané fyzikálně-chemické parametry medu

Dluhošová, S., Hromčíková, J., Tkáč, M. 101

Význam ovocia a zeleniny vo výžive ľudí - Zabezpečenie kvality a bezpečnosti pre spotrebiteľa

Dudriková, E., Olekšáková, M., Zahumenská, J., Kováčová, M. 109

Komparačné zhodnotenie mastných kyselín vo vybraných jedlých rastlinných olejoch z aspektu ľudského zdravia

Fatrcová-Šramková, K., Gálik, B., Novotná, I., Kováčiková, E., Kopčeková, J., Juríková, T., Ivanišová, E., Kňazická, Z. 116

Vplyv obsahu draselnej soli na senzorickú kvalitu debrecínskej šunky

Hanuska, A., Kročko, M., Bobko, M., Mesárošová, A., Golian, J. 125

Značení výživových údajů

Havlová, L., Javůrková, Z. 130

Vývoj a analýza rastlinných extraktů pro využití v trvanlivých masných výrobcích

Hruška, F., Beňo, F., Ševčík, R. 135

Nové perspektívy využitia listov olivovníka (*Olea europaea* L.) vo výžive a ochrane zdravia

Kňazická, Z., Štefunková, N., Fatrcová Šramková, K., Kopčeková, J., Massányi, P., Capcarová, M. 141

Zmeny vybraných nutričných parametrov ako rizikových faktorov obezity po konzumácii rakytníkovej šťavy u žien

Kopčeková, J., Fatrcová-Šramková, K., Gažarová, M., Lenártová, P., Habánová, M., Kňazická, Z., Capcarová, M. 147

Hematologické a zápalové markery a konzumácia aróniovej šťavy u žien

Kopčeková, J., Fatrcová-Šramková, K., Lukáčová, K. 155

Bezpečnostné a kvalitatívne aspekty mrazených a sterilizovaných čučoriedok	
Kováčová, M., Zahumenská, J., Dudriková, E.	163
Porovnání kalibračních modelů FT-NIRs vyvinutých podle různých metod pro stanovení čistých svalových bílkovin v šunkách	
Králová, M., Ježek, F., Bednář, J., Doležalová, J., Bartáková, K., Kameník, J.	172
Toxikologické a hygienické posouzení krmiv kontaminovaných herbicidem obsahujícím glyfosfát s využitím bioluminiscenčních mikroorganismů	
Kurbatska, O., Orobchenko, O.	177
„HYGIMON“ - Cílený monitoring hygienické a zdravotní nezávadnosti potravin v ČR	
Kýrová, V., Ostrý, V., Řehůrková, I., Ruprich, J.	182
Vzťah medzi súmernosťou vemena a kvalitou a množstvom získaného mlieka	
Mačuhová, L., Tančin, V., Mačuhová, J.	187
Účinky diét s rôznou hladinou lyzínu na kvalitu mäsa a produkčné parametre výkrmových ošípaných	
Marcin, A., Harčárová, M., Hreško Šamudovská, A., Bujňák, L.	191
Zmeny v procese sušenia vo vzťahu k obsahu polyfenolov a betakyanínov v cviklových chipsoch	
Mendelová, A., Mendel, E., Golian, J., Zeleňáková L.	197
Porovnanie senzorických atribútov odrody Muškát moravský od českých a slovenských výrobcov	
Mesarčová, L., Spišáková, K., Reitznerová, A., Kováčová, M., Semjon, B., Marcinčák, S.	206
Stanovení vybraných polychlorovaných bifenyly a organochlorovaných pesticidů v rybách po kulinární úpravě	
Měřínská, Z., Horáková, K., Ostrovská, D., Řehůrková, I., Ruprich, J.	210
Stanovení alergenu lepku v pokrmech veřejného stravování	
Mřnousová, B., Hostovský, M., Fejtová, K., Kameník, J., Bursová, Š.	216

Změny koncentrace laktoferinu v kolostrálním období koz	
Navrátilová, P., Bartáková, K., Pospíšil, J., Vorlová, L., Dluhošová, S., Hanuš, O.	220
Mellisopalinologická analýza maďarských jednodruhových medů z <i>Amorpha fruticosa</i>	
Ondruchová, S., Javůrková, Z., Pospiech, M., Csilla Bendek, C., Bodor, Z., Tremlová, B.	224
Zmeny v počte somatických buniek počas laktácie a medzi laktáciami kôz	
Oravcová, M., Vršková, M., Gancárová, B., Tvarožková, K., Tančin, V.	229
Vliv κ-karagenanu na fyzikálně-chemické a viskoelastické vlastnosti vepřové paštiky určené pro vojenské i krizové situace	
Pětová, M., Polásek, Z., Binar, T., Šiška, L., Lazárková, Z., Gál, R., Míšková, Z., Salek, R. N.	233
Využití LEL a WGA lektinů pro průkaz hmyzu v potravinách	
Pospiech, M., Bartlová, M., Javůrková, Z., Pečová, M., Tremlová, B.	239
Rozdílné přístupy k úpravě vzorku při stanovení laktózy v potravinových matricích enzymovou metodou	
Pospíšil, J., Gregar, J., Wahlová, J., Slezáková, P., Vorlová, L.	243
Detekcia druhej diverzity kvasiniek v procese výroby vína	
Regecová, I., Semjon B., Výrostková J., Jevinová P., Marcínčák S., Pipová, M.	247
Stanovení vybraných těžkých kovů v rybách po kulinární úpravě	
Řeháková, J., Hornová, J., Holubová, Z., Matulová, D., Řehůrková, I., Ruprich, J.	252
Modelování růstu shigatoxigenní <i>E. coli</i> (STEC) v mletém vepřovém mase	
Stojanová, K., Bursová, Š., Necidová, L., Zouharová, A.	260
Stanovení vybraných biogenních aminů v rybách po kulinární úpravě	
Šmol das, J., Palátová Nežiková, B., Kilbergrová, M., Koblasová, D., Řehůrková, I., Ruprich, J.	266

Vplyv počtu somatických buniek v mlieku kôz na množstvo a zloženie mlieka	
Tančin, V., Gancárová, B., Oravcová, M., Uhrinčať, M1, Mačuhová, L., Tvarožková, K.	271
Vplyv teploty a koncentrácie NaCl na rast laktokokov izolovaných zo surového kozieho mlieka	
Tomáška, M., Drončovský, M., Kološta, M.	275
Sušené maso v Balených potravinových dávkach Armády České republiky	
Trenzová, K., Malíšek, J.	279
Výskyt a antibiotická rezistencia <i>Escherichia coli</i> v mlieku dojnic	
Tvarožková, K., Tančin, V., Gancárová, B., Árvayová, M., Vašíček, D., Černek, E.	285
Spracovanie kávy a parametre jej kvality	
Várady, M., Grajzer, M., Popelka, P.	290
Vliv dietárního začlenění pelyňku pravého na kvalitu jatečně upraveného těla a masa brojlerových kuřat	
Zapletal, D., Dobšíková, R., Šimek, V., Kameník, J., Ježek, F.	296
Procesné zmeny počas fritovania zemiakových hranolčekov v repkovom oleji z pohľadu obsahu akrylamidu	
Zeleňáková, L., Gabašová, M., Ciesarová, Z., Kukurová, K., Jelemenská, V., Golian, J.	301
Obsah dusičnanov v mrkve siatej (<i>Daucus carota</i>) na slovenských trhoviskách	
Zeleňáková, L., Jakobová, S., Fikselová M., Kolesárová, A., Mendelová A.	308
Přítomnost sporogenních bakterií <i>Bacillus cereus</i> v modelových vzorcích teplých pokrmů	
Zouharová, A., Dušková, M., Čutová, M., Králová, M., Kameník, J.	315

PŘEDNÁŠKY

Výsledky kontrol Státní zemědělské a potravinářské inspekce v roce 2023 a průběžné výsledky za rok 2024

Official controls of the Czech Agricultural and Food Inspection Authority in 2023 and interim results in 2024

Válková, V.

Státní zemědělská a potravinářská inspekce

Souhrn

V roce 2023 provedli inspektoři SZPI celkem 48 821 vstupů do provozoven potravinářských podniků, provozoven společného stravování, celních skladů a internetových obchodů. Bylo zjištěno celkem 4 192 nevyhovujících šarží: v maloobchodní síti 3 542 šarží, ve výrobě 160 šarží, ve velkoobchodě 128 šarží a na ostatních místech 362 šarží. Nejnižší podíl nevyhovujících šarží byl zjištěn u potravin z ČR (16 %) a u produkce pocházející z EU (24 %). Nejvyšší procento bylo zjištěno u produkce dovezené ze třetích zemí (40,9 %).

Klíčová slova: *Státní zemědělská a potravinářská inspekce, SZPI, úřední kontrola, výsledky kontrol*

Abstract

In 2023, inspectors of CAFIA carried out a total of 48,821 entries into food businesses, public catering facilities, custom warehouses and internet shops. A total of 4 192 non-compliant batches were found: 3 542 in retail, 160 in production, 128 in wholesale and 362 in other places. The lowest percentage of non-compliant batches was found for food from CR (16 %) and for production originating in EU (24 %). The highest percentage was found for production imported from third countries (40,9 %).

Key words: *Czech Agriculture and Food Inspection Authority, CAFIA, official control, results of official controls*

Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI) uskutečnila v roce 2023 celkem 48 821 vstupů do provozoven potravinářských podniků, provozoven společného stravování, celních skladů a internetových obchodů.

Z tohoto počtu inspektoři SZPI vykonali 30 906 kontrolních vstupů do provozoven maloobchodního prodeje, 13 550 vstupů do provozoven společného stravování, 13 058 vstupů ve výrobě potravin, 2 459 kontrol ve velkoskladech, 969 v prvovýrobě a 2 832 v ostatních místech, např. při přepravě, v celních skladech apod.

V loňském roce SZPI kontrolou zjistila celkem 4 192 nevyhovujících šarží potravin a ostatních výrobků.

Z hlediska země původu inspekce v roce 2023 zjistila nejvyšší míru pochybení u potravin dovážených z tzv. třetích zemí, naopak nejmenší podíl nevyhovujících vzorků kontroly potvrdily u potravin tuzemských výrobců, obdobně jako v minulých letech. U potravin ze třetích zemí nevyhovělo požadavkům národních nebo evropských předpisů 40,9 % hodnocených šarží. U potravin původem ze zemí EU nevyhovělo 24 % kontrolovaných šarží, tuzemské potraviny nevyhověly v 16 %.

V loňském roce Inspekce provedla v restauracích, bistrech, pivnicích, barech, cukrárnách a dalších typech provozoven společného stravování celkem 13 550 kontrol. SZPI zjistila porušení právních předpisů u 28 % všech kontrol v segmentu. Při kontrolách zaměřených

specificky na dodržování hygienických předpisů nevyhověla třetina kontrolovaných provozoven.

V souvislosti s pokračujícím růstem online formy prodeje inspektoři SZPI provedli celkem 736 kontrol přímo zaměřených na internetový prodej potravin, a to v rostoucí míře se zaměřením i na kontrolu potravin nabízených či propagovaných na online sociálních sítích, internetových aukcích, bazarech apod. Nejčastěji kontrolovanou komoditu na internetu představovaly doplňky stravy. Celkem 48 % kontrol segmentu skončilo s nevyhovujícím výsledkem. Vůči SZPI aktuálně splnilo registrační povinnost téměř 6 300 provozovatelů nabízejících potraviny prostřednictvím internetového obchodu.

SZPI každoročně realizuje v potravinách tzv. celoroční monitoringy – mikrobiologickou kontrolu, kontrolu cizorodých látek, přídatných látek a kontrolu zaměřenou na přítomnost genetické modifikace. Dále každoročně probíhá kontrola potravin označených značkou KLASA a Regionální potravina, kontrola informační povinnosti dle vyhlášky č. 172/2015 Sb., monitoring oznamovací a uskladňovací povinnosti (dle zákona o vinohradnictví a vinařství), projektu „Ovoce a zelenina do škol“ nebo kontrola ozářených potravin a radiační monitoring.

Pro rok 2023 bylo s ohledem na dlouhodobé priority úřadu realizováno celkem 11 tematických kontrol. Kontroly zaměřené na společné stravování se týkaly pokrmů, fritovacích olejů, uplatňování zmírňujících opatření ke snížení obsahu akrylamidu při přípravě fritovaných výrobků z brambor a provozoven na provádění nakličování semen. Dále byly kontroly zaměřeny na komodity tabákové výrobky, microgreens, olivové oleje, zelené velikonoční pivo, lihoviny s označením RUM, doplňky stravy určené pro kloubní výživu a kontroly částečně zkvašeného hroznového moštu.

V průběhu roku 2023 bylo dále realizováno celkem 14 kontrol mimořádných.

Za první polovinu roku 2024 SZPI uskutečnila celkem 27 531 vstupů do provozoven potravinářských podniků, provozoven společného stravování, celních skladů a internetových obchodů.

Z tohoto počtu inspektoři SZPI vykonali 18 179 kontrolních vstupů do provozoven maloobchodního prodeje, 7 785 vstupů do provozoven společného stravování, 6 324 vstupů ve výrobě potravin, 1 283 kontrol ve velkoskladech, 164 v prvovýrobě a 1 695 v ostatních místech, např. při přepravě, v celních skladech apod.

SZPI kontrolou zjistila celkem 1 799 nevyhovujících šarží potravin a ostatních výrobků.

Literatura

Zpráva o činnosti SZPI za rok 2023, <https://www.szpi.gov.cz/clanek/zprava-o-cinnosti-szpi-za-rok-2023.aspx>

Kontaktní adresa

Ing. Veronika Válková, Ph.D., Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Ústřední inspektorát, Květná 15, 603 00 Brno, veronika.valkova@szpi.gov.cz

Aktuality z Evropského úřadu pro bezpečnost potravin *EFSA News*

Beneš, P.

Ministerstvo zemědělství

Shrnutí

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, vědecká spolupráce, partnerství, Koordinační místo*

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 words: *EFSA, scientific cooperation, partnership, Focal Point*

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.

Koordinační místo pro vědeckou spolupráci (EFSA Focal Point)

Z formálního hlediska je spolupráce s EFSA zajišťována na úrovni ministerstev, příp. dalších centrálních orgánů státní správy. Vzhledem k tomu, že EFSA je nezávislou organizací, je oficiální vazba na členský stát minimální. Zajištěním spolupráce bylo po vstupu ČR do EU pověřeno Ministerstvo zemědělství.

Během existence EFSA se spolupráce mezi úřadem a členskými státy výrazně prohloubila, což způsobilo ohromný nárůst objemu přenášených informací. Díky tomu členské země neměly přehled o tom, kdo poskytuje jaká data, kdo s EFSA spolupracuje a také docházelo k dublování některých aktivit. Proto byl v každé členské 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, a to na základě dohody uzavřené mezi MZe a EFSA.

Základním úkolem Koordinačního místa je podporovat zástupce v Poradním sboru EFSA, zajišťovat výměnu vědeckých informací mezi EFSA a ČR, podporovat zapojení zainteresovaných organizací do spolupráce s EFSA. Dalším úkolem je zviditelnování poslání a práce EFSA v ČR a podpora zapojování našich expertů a organizací do aktivit EFSA i jiných mezinárodních aktivit v oblasti bezpečnosti potravin.

Od roku 2023 je nastavený nový rámec spolupráce, který členskými státy ukládá vyvíjet aktivity v šesti oblastech:

- 1) správa znalostí a informací a podpora vědecké produkce;
- 2) zapojení, spolupráce a partnerství;
- 3) budování kapacit;
- 4) data;
- 5) komunikace o riziku.

Od tohoto roku také mohou členské státy navrhnout vlastní projekty a aktivity k řešení tzv. na míru (tailor made activities).

Česká republika je v roce 2024 zapojena do dvou aktivit. První aktivita se týká mapování dat, druhá směřuje do oblasti komunikace.

Mapování dat

Projekt mapování dat je přirozeně navazuje na dlouhodobou prioritu EFSA, kterou je kontinuální snaha o zvyšování kvality dat, která jsou zasílána členskými státy. Tyto aktivity směřují do řady oblastí, mapování toků dat je jednou z nich. Již v minulých letech v rámci projektu SIGMA, což byl projekt zaměřený na data o populacích a onemocněních zvířat (prioritně AI a ASF), proběhlo mapování dostupných dat v uvedených oblastech v členských státech a jejich tok od místa vzorkování, až po předání EFSA. Ambice EFSA je mnohem širší, cílem je „systematickou znalost“ interních toků dat procesů týkajících se dat v členských státech v různých doménách. Na základě jejich poznání by se státy měly zaměřit na omezení a nedostatky a hledat společná řešení.

Z tohoto důvodu, na základě doporučení Pracovní skupiny pro data (AGoD) a po schválení Poradním sborem EFSA, byla navržena volitelná aktivita zaměřená na vývoj metodiky na mapování toků dat. V roce 2023 se skupina deseti států zapojila do úvodní fáze projektu, kterou bylo definovat jasnou metodiku pro mapování toku dat ve spolupráci a po konzultaci s EFSA. Metodika byla v roce 2023 vytvořena a po jejím ověření v pilotním průzkumu provedeném v jednom členském státě byla formulována následující doporučení:

Doporučení č. 1: Použijte metodiku pro mapování komplexních sběrů dat s vyšší prioritou, aby země mohly maximálně využít potenciál pro pochopení svých procesů a odhalení nových problémů.

Doporučení č. 2: Použijte metodiku pro všechny sběry obchodních údajů v rámci jednoho členského státu, aby bylo možné odhalit společné problémy, které ovlivňují více

vnitrostátních datových toků v rámci země, a podle toho definovat řešení, která mají širší použitelnost na vnitrostátní úrovni.

Doporučení č. 3: Proved'te metodiku ve všech členských státech pro stejný soubor obchodních údajů, aby bylo možné odhalit společné problémy ovlivňující více zemí a podle toho definovat řešení s širším účinkem na evropské úrovni.

V roce 2024 tedy probíhá pilotní mapování toků dat podle této nové metodiky. Participující země si měly zvolit dvě domény dat, kterých se mapování bude týkat. ČR se rozhodla pro chemické kontaminanty, což je oblast, ve které již více než 10 let úspěšně spolupracují všichni producenti dat pod hlavičkou projektu DATEX.CZ. Z hlediska harmonizace jde o datovou doménu, ve které je ČR nejdále. Druhou doménou jsou zoonózy. Volba této domény souvisí s naplňováním Strategie bezpečnosti potravin a výživy 2030, která uložila resortům zemědělství a zdravotnictví vytvořit společnou platformu pro zoonózy. Zmapování toků dat může být prvním krokem ke splnění tohoto cíle. Je také reakcí na praktickou potřebu obou resortů prohloubit spolupráci v oblasti zoonóz v rámci přístupu „jednoho zdraví“ v souvislosti se zaváděním a prováděním celogenomového sekvenování humánních i veterinárních vzorků.

Oblast koordinované komunikace

Nařízení o transparentnosti na rok 2019 zdůrazňuje význam koordinované komunikace na úrovni EU a členských států pro udržení a posílení důvěry veřejnosti v náš systém bezpečnosti potravin. Uvádí, že tento nový přístup by měly společně vypracovat orgány EU a členských států zabývající se bezpečností potravin a souvisejícími potravinami.

Dodatečné povinnosti, které nařízení o transparentnosti svěřuje Evropské komisi, úřadu EFSA a členským státům, poskytují jasný mandát k přetvoření myšlení a praxe v oblasti komunikace o rizicích v oblasti bezpečnosti potravin v Evropě. Tento požadavek je hnací silou probíhajícího úsilí o vytvoření soudržného přístupu ke koordinovanému sdělování informací o rizicích v potravinovém řetězci občanům ze strany příslušných orgánů EU a členských států.

V této souvislosti se EFSA zavázal v období let 2024-2027 alokovat zdroje na budování a posilování koordinovaných komunikačních mechanismů v partnerství s jednotlivými členskými státy.

Jednou z iniciativ v rámci koordinované komunikace se týká ustavení role koordinátora komunikace členských států (MSCC). Cílem tohoto úkolu je spustit pilotní program s cílem prozkoumat klíčové aspekty pro specializovanou funkci, která by pomohla usnadnit a realizovat koordinovanou komunikaci mezi příslušnými aktéry v systému bezpečnosti potravin EU. K projektu se v roce 2024 připojila většina zemí EU, vč. ČR.

Komunikační kampaně realizované s EFSA

Také v roce 2024 se Česká republika zapojila do komunikačních kampaní EFSA. Konkrétně šlo o tyto kampaně.

Podruhé se ČR zapojila do kampaně #EUChooseSafeFood, která byla v roce 2024 přejmenována na Safe2Eat. V EU se tato kampaň letos konala již počtvrté (konec kampaně je koncem září) a tentokrát se do ní zapojilo 14 zemí. Cílem kampaně bylo připomínat, že při výběru potravin je důležité myslet i na to, zda suroviny, ze kterých jídlo připravujeme, jsou čerstvé a neobsahují nežádoucí látky. Každý stát si mohl zvolit své komunikační priority. V ČR se kampaň zaměřila především na problematiku plýtvání potravinami a správnou manipulaci. Kampaň byla zaměřena především na občany evropských zemí ve věku od 25 do 45 let, přičemž důraz byl kladen především na mladé

rodiče a na osoby se zájmem o bezpečnost potravin a vědu. Dále zdůraznila úlohu evropských vědců, kteří společně usilují o ochranu spotřebitelů před riziky spojenými s potravinami.

Druhou kampaní, do které se ČR v letošním roce zapojila prostřednictvím Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského, byla kampaň na podporu zdraví rostlin #PlantHealth4Life. Poselstvím kampaně je slogan „Zachovejte zdraví rostlin a chraňte život“ a kampaň připomíná veřejnosti, že každý z nás hraje při ochraně rostlin klíčovou roli. Kromě ČR se do kampaně zapojilo dalších 21 zemí.

Aktuální možnosti individuální spolupráce s EFSA

Veškeré aktuálně dostupné příležitosti ke spolupráci najdete na webu EFSA na adrese <https://careers.efsa.europa.eu/>

- **Výzva pro odborníky různých profilů**

Stále je otevřená výzva EFSA k vyjádření zájmu, jejímž cílem je sestavit seznam osob (fyzických osob) s vědeckými odbornými znalostmi, které by EFSA pomáhaly při provádění přípravných prací (včetně činností souvisejících s údaji) na podporu vědeckých činností úřadu EFSA a činností v oblasti sdělování rizik s hlavním zaměřením na oblasti obecných hodnocení rizik a posuzování žádostí o povolení regulovaných výrobků, zejména v oblastech zdraví a dobrých životních podmínek zvířat, biologických nebezpečí a chemických kontaminantů, pesticidů, zdraví rostlin, geneticky modifikovaných organismů pro použití v potravinách a krmivech, potravinářských přídatných látek, materiálů určených pro styk s potravinami, potravinářských enzymů, potravinářských aromat, doplňkových látek v krmivech, nových potravin, výživy a činností v oblasti společenských věd. Dodané přípravné práce budou přezkoumány pracovníky EFSA a/nebo ad hoc odborníky pro jejich využití ve vědeckých výstupech a sděleních EFSA.

Výzvu najdete zde: <https://careers.efsa.europa.eu/jobs/notice-of-call-for-expressions-of-interest-scientific-and-technical-support-various-scientific-and-communication-profiles-325>

- **EFSA Guest Programme 2024/2025**

Program pro hosty je určen pro doktorandy a zaměstnance veřejné správy, institucí nebo 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 podporovaným národním expertům (SNE)**

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 podílí 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.

Podmínkou účasti je pracovní smlouva dobu neurčitou a její trvání nejméně 12 měsíců před vysláním a dále povinnost zůstat ve službách svého (vysílajícího) zaměstnavatele po celou dobu vyslání. Další podmínkou jsou alespoň tři roky praxe na plný úvazek v administrativních, vědeckých, technických, poradenských nebo kontrolních funkcích na úrovni odpovídající danému pracovnímu místu.

Kontaktní adresa

Ing. Petr Beneš, Ministerstvo zemědělství, Odbor bezpečnosti potravin, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1, e-mail: petr.benes@mze.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 2024.

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 2024.

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, naopak není rok, kdy by nedošlo v potravinářském odvětví ke změně celé řady právních aktů ať už národních nebo těch mezinárodních.

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 nedávné době, v období od ledna 2024 do září 2024.

ZMĚNY V NÁRODNÍ LEGISLATIVĚ V OBLASTI POTRAVIN

1. Vyhláška č. 312/2023 Sb., kterou se mění vyhláška č. 366/2005 Sb., o požadavcích vztahujících se na některé zmrazené potraviny

Vyhláška č. 366/2005 Sb. je prováděcím právním předpisem k zákonu č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích. Novela této vyhlášky č. 312/2023 Sb. zpřísňuje požadavky na zmrazené potraviny a účinnosti nabyla dne 1. ledna 2024.

Novela vyhlášky je reakcí na doporučení 4. finální zprávy z auditu DG (SANTE) 1022/7450 a byl tak zrušen odstavce 7 paragrafu 4. Podle stanoviska auditního týmu původní znění paragrafu 4 odstavce 7 vyhlášky č. 366/2005 Sb. umožňovalo, aby teplota hluboce zmrazených potravin ve schválených chladírenských zařízeních během skladování kolísala mezi -15 °C a -18 °C , což není v souladu s požadavky nařízení

Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004. Po zrušení tak během manipulace s hluboko zmrazenými potravinami při skladování bude platit obecné ustanovení paragrafu 4 odstavce 5.

V paragrafu 4 se kromě odstavce 7 zrušuje také odstavec 9, který není transpozicí směrnice Rady 89/108/EHS, a to z důvodu zamezení kolize s teplotními podmínkami stanovenými v nařízení (ES) č. 853/2004.

Aby během přepravy nemohlo docházet k prudkému navýšení teploty hluboce zmrazené potraviny, upravuje se ustanovení paragrafu 5 odstavce 1, tak že se při přepravě může teplota výrobku krátkodobě zvýšit nejvýše o 3 °C. Dále se zrušuje ustanovení paragrafu 5 odstavce 2, neboť není v souladu se stávajícím zněním čl. 7 směrnice Rady 89/108/EHS, který stanoví, že zmrazené potraviny určené konečnému spotřebiteli musí výrobce nebo balírna balit do vhodného obalu a hluboce zmrazené potraviny by tedy neměly být nebalené. Aby během manipulace při prodeji nemohlo docházet k prudkému navýšení teploty hluboce zmrazené potraviny, upravuje se ustanovení paragrafu 5 odstavce 3 obdobně jako u paragrafu 5 odstavce 1.

Vzhledem k tomu, že vyhláška č. 366/2005 Sb. nebyla nikdy novelizována, byly ve vyhlášce učiněny některé další úpravy a aktualizace názvosloví. Novelou vyhlášky je také prováděna částečná reimplementace směrnice Rady 89/108/EHS ze dne 21. prosince 1988 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se hluboce zmrazených potravin určených k lidské spotřebě.

2. Vyhláška č. 13/2024 Sb., o požadavcích na jakost balených vod a o způsobu jejich úpravy

Tato nová vyhláška č. 13/2024 Sb., o požadavcích na jakost balených vod a o způsobu jejich úpravy je prováděcím právním předpisem k zákonu č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a zrušuje a nahrazuje vyhlášku č. 275/2004 Sb., o požadavcích na jakost a zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy.

Vyhláška nabyla účinnosti dne 21. února 2024, s výjimkou ustanovení příloh č. 2b a č. 3b, které nabydou účinnosti dnem 13. ledna 2026. Potraviny uvedené na trh nebo označené přede dnem nabytí účinnosti této vyhlášky v souladu s požadavky vyhlášky č. 275/2004 Sb., ve znění účinném přede dnem nabytí účinnosti této vyhlášky, mohou být prodávány do vyčerpání zásob.

Nová vyhláška zpřesňuje označování balených vod, upravuje limity pesticidních látek a mikrobiologické požadavky na jakost balených vod, především na počet kolonií bakterií. Vyhláška také zapracovává transpozice směrnic: směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/54/ES ze dne 18. června 2009 o využívání a prodeji přírodních minerálních vod, směrnice Komise 2003/40/ES ze dne 16. května 2003, kterou se stanoví seznam, koncentrační limity a požadavky na označování složek přírodních minerálních vod a požadavky na použití vzduchu obohaceného ozonem při úpravě přírodních minerálních vod a pramenitých vod a směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/2184 ze dne 16. prosince 2020 o jakosti vody určené k lidské spotřebě.

3. Vyhláška č. 235/2024 Sb., kterou se mění vyhláška č. 172/2015 Sb., o informační povinnosti příjemce potravin v místě určení, ve znění vyhlášky č. 141/2017 Sb.

Vyhláška č. 172/2015 Sb., o informační povinnosti příjemce potravin v místě určení je prováděcím právním předpisem k zákonu č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích. Novelou vyhláškou č. 235/2024 Sb. s účinností od 1. září 2024 došlo k výraznému zúžení rozsahu hlášení příchodu zásilek z 22 sledovaných na 5 sledovaných

položek (jablka, brambory konzumní rané a brambory konzumní pozdní, mák setý, doplňky stravy a potraviny živočišného původu), v rámci potravin živočišného původu byla zrušena povinnost hlásit příchozí zásilky medu.

ZMĚNY V EVROPSKÉ LEGISLATIVĚ V OBLASTI POTRAVIN

1. Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/1141, kterým se mění přílohy II a III nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, pokud jde o zvláštní hygienické požadavky na určité maso, produkty rybolovu, mléčné výrobky a vejce

Novela nařízení (ES) č. 853/2004 je rozsáhlejší a nabyla účinku dne 9. května 2024. Konkrétně došlo k následujícím změnám:

- Identifikační označení produktů živočišného původu – zkratka Evropského společenství vystřídána zkratkou Evropské unie v jednom z úředních jazyků, u nás tedy „ES“ nahrazeno „EU“. Bylo stanoveno přechodné období, kdy může identifikační označení nadále obsahovat zkratky „Evropského společenství“ a to do 31. prosince 2028. Nově je také možnost požadavky na formu identifikačního označení nahradit zvláštním identifikačním označením v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/429 o nálezích.
- Povinnosti spojené s informacemi o potravinovém řetězci se nově také týkají zařízení pro nakládání se zvěřinou, pokud se farmová zvěř poražená v místě původu odesílá do zařízení pro nakládání se zvěřinou.
- Požadavky na jatky masa domácích kopytníků a masa drůbeže a zajícovců se doplňují o požadavky pro mobilní dílčí jatka, která musí fungovat ve spolupráci s doplňkovým stálým zařízením pro porážku.
- Nově je stanoveno, že zvířata, která jsou dopravena na jatka k poražení, zde musí být také poražena. Výjimečně může být povoleno je přímo přepravit na jiná jatka, a to v případech, která jsou v souladu s čl. 43 odst. 6 druhým pododstavcem prováděcího nařízení (EU) 2019/627.
- Novela rozšiřuje možnost omrácení a vykvrvení omezeného počtu kopytníků na farmě o ovce a kozy, a to až devět kusů. Dále zrušuje splnění požadavku, že zvířata nelze přepravovat na jatka, aby nebyla ohrožena obsluha a zabránilo se poranění zvířat během přepravy.
- Doplnují se s účinností od 9. prosince 2024 definice a požadavky na suché zrání u masa domácích kopytníků.
- Doplnují se zvláštní požadavky na alternativní podmínky přepravy jatečně upravených těl, půlí jatečně upravených těl, čtvrtí nebo půlí jatečně upravených těl rozporcovaných na tři velkoobchodní porce ovcí, koz, skotu a prasat, které jsou založeny na kontrole povrchové teploty masa. Byla také nově stanovena referenční metoda měření této teploty povrchu.
- Farmovní běžci a kopytníci poraženi v hospodářství mohou být nově přepraveni také do zařízení pro nakládání se zvěřinou, v tomto případě také musí být doprovázeni osvědčením stanoveným v příloze IV kapitole 3 prováděcího nařízení (EU) 2020/2235, které vydává a podepisuje schválený veterinární lékař. Toto osvědčení může být nově pokud to povolí příslušný orgán i v případě přepravy na jatka nahrazeno informacemi o potravinovém řetězci, kde budou dané informace uvedené. Dále se zrušuje povinnost k poraženým zvířatům přikládat prohlášení chovatele.

- Při skladování produktů rybolovu je nově povoleno, aby se lišila požadovaná teplota, je-li to nezbytné z technologického hlediska.
- Nařízením (ES) č. 853/2004 je vyžadována negativní reakce testu na alkalickou fosfatázu k prokázání účinnosti použitého tepelného ošetření mléka, které pochází ze stád, která nejsou úředně prostá brucelóza a tuberkulózy a k prokázání účinnosti pasterace mléčných výrobků. Protože testování na alkalickou fosfatázu však není vhodnou metodou k ověření tepelného ošetření syrového mléka jiných druhů než skotu nebo syrového mléka odděleného do různých frakcí před tepelným ošetřením v moderních zpracovatelských zařízeních, tak nově nařízení umožňuje provozovatelům potravinářských podniků poskytnout příslušnému orgánu nezbytné záruky a vést související záznamy v rámci svých postupů založených na zásadách analýzy rizik a kritických kontrolních bodů (HACCP) v souladu s článkem 5 nařízení (ES) č. 852/2004.
- Poslední změna se týká vajec, u kterých nově připouští úmyslně použít cizorodý zápach úmyslně za účelem jejich ochucení zvláštními příchutěmi za předpokladu, že účelem tohoto postupu není skrýt předchozí existenci jakéhokoli cizorodého západu vajec.

2. 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

Dne 23. dubna 2024 bylo v Úředním věstníku Evropské unie zveřejněno 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. Platnost nařízení nastala dvacátým dnem po vyhlášení, tj. 13. května 2024 a od téhož dne je toto nařízení, s výjimkou několika ustanovení, i použitelné.

Nařízení stanoví pravidla pro režimy jakosti

- chráněná označení původu pro víno a zemědělské produkty
- chráněná zeměpisná označení pro víno a zemědělské produkty
- zeměpisná označení pro lihoviny
- zaručené tradiční speciality pro zemědělské produkty
- nepovinné údaje o jakosti pro zemědělské produkty (např. horský produkt).

Toto nařízení zahrnuje nově do své působnosti označení původu a zeměpisná označení výrobků, jimž dříve ochrana v EU nebyla poskytována, mj. pro minerální vody a soli. Dosavadní vnitrostátní ochrana těchto označení zanikne dne 14. května 2025 u těch z nich, u nichž nebude ze strany uživatelů projevem zájem o zápis v EU. Zánik vnitrostátní ochrany (bez jejího nahrazení unijní ochranou) bude mít za následek i zrušení mezinárodních zápisů těchto označení původu uskutečněných dle Lisabonské dohody na ochranu označení původu a jejich mezinárodním zápisu.

Nové nařízení posiluje a zlepšuje stávající systém zeměpisných označení tím, že:

- zjednodušuje a zefektivňuje proces registrace a zkracuje dobu mezi podáním žádosti a samotnou registrací zeměpisného označení,

- zavádí jednotný právní rámec a zkrácený a zjednodušený postup registrace, dochází ke sloučení pravidel postupů a ochrany zeměpisných označení pro potraviny, víno a lihoviny,
- zvyšuje ochranu produktů se zeměpisným označením používaných jako přísady (složky) ve zpracovaných produktech i jejich ochranu nad jejich online prodejem,
- posiluje uznání udržitelných postupů produkce z hlediska environmentální, ekonomické a sociální udržitelnosti,
- a posiluje postavení seskupení producentů.

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

Toto nařízení bylo v roce 2024 třikrát novelizováno. Konkrétně šlo o použití dicitronanu trihořečnatého v doplňcích stravy, ke změnu názvu kategorií potravin u alkoholických nápojů a používání některých přídatných látek v určitých alkoholických nápojích, a s účinností od 16. prosince 2024 dojde ke změně u potravinářských přídatných látek: kyselina vinná, vinan sodný, vinan draselný, vinan sodno-draselný a vinan vápenatý.

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 bylo zatím v roce 2024 osmkrát novelizováno. Změny se týkaly např.:

- zvýšení maximálního limitu chloristanu ve fazolových luscích
- nově stanovených maximálních limitů mykotoxinů T-1 a HT-2 v potravinách
- snížení maximálních limitů mykotoxinu deoxynivalenolu
- snížení maximálních limitů námelových alkaloidů (některé až od 1.7.2028) a námelových sklerocií (až od 1.7.2025)
- nově stanovených limitů pro nikl v různých potravinách (od 1.7.2025 nebo od 1.7.2026)

5. 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 2024 zatím 20krát novelizován a byly do něj přidány například tyto nové potraviny:

- monosodná sůl kyseliny L-5-methyltetrahydrolistové,
- beta-glukan z mikrořas *Euglena gracilis*,
- sodná sůl 3'-sialyllaktózy produkované s využitím derivovaného kmene *Escherichia coli* W (ATCC 9637),
- bílkovinný koncentrát z *Lemna gibba* a *Lemna minor*,
- kalcidiol monohydrát,
- isomaltulosa v prášku.

Jiné novely se týkaly změn v oblasti specifikace nebo podmínek použití už dříve na seznam zařazených potravin, např. u oleoresinu z řas *Haematococcus pluvialis*, galakto-oligosacharidu, *Schizochytrium sp.* oleje bohatého na DHA a EPA, proteinového extraktu z vepřových ledvin, laktitolu, biomasy kvasinek *Yarrowia lipolytica*.

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

Důvodová zpráva k návrhu vyhlášky, kterou se mění vyhláška č. 366/2005 Sb., o požadavcích vztahujících se na některé zmrazené potraviny, [vid 07-08-2024]. Dostupné z: <https://www.odok.cz/portal/veklep/material/KORNCTPCQ5G9/>

Důvodová zpráva k návrhu vyhlášky o požadavcích na jakost balených vod a o způsobu jejich úpravy, [vid 07-08-2024]. Dostupné z: <https://www.odok.cz/portal/veklep/material/ALBSC62JFVXU/>

Důvodová zpráva k návrhu vyhlášky, kterou se mění vyhláška č.172/2015 Sb., o informační povinnosti příjemce potravin v místě určení, ve znění vyhlášky č. 141/2017 Sb., [vid 07-08-2024]. Dostupné z: <https://www.odok.cz/portal/veklep/material/ALBSD39HZU28/>

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 09-08-2024]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

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 09-08-2024]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1143 ze dne 11. dubna 2024 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. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 08-08-2024]. 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 09-08-2024]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/1141 ze dne 14. prosince 2023, kterým se mění přílohy II a III nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, pokud jde o zvláštní hygienické požadavky na určité maso, produkty rybolovu, mléčné výrobky a vejce. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 09-08-2023]. 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 13-08-2024]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Vyhláška č. 172/2015 Sb., o informační povinnosti příjemce potravin v místě určení. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 08-08-2024]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>.

Vyhláška č. 366/2005 Sb., o požadavcích vztahujících se na některé zmrazené potraviny. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 08-08-2024]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>.

Vyhláška č. 13/2024 Sb., o požadavcích na jakost balených vod a o způsobu jejich úpravy. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 08-08-2024]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>.

Vyhláška č. 235/2024 Sb., kterou se mění vyhláška č. 172/2015 Sb., o informační povinnosti příjemce potravin v místě určení, ve znění vyhlášky č. 141/2017 Sb. In: e-Sbírka [online]. Ministerstvo vnitra České republiky [vid 08-08-2024]. Dostupné z: <https://www.e-sbirka.cz>.

Kontaktní adresa

MVDr. Petra Mačáková, Ph.D., VETUNI Brno, 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

Označovanie environmentálnych a sociálnych aspektov o potravinách *The Labeling of Environmental and Social Aspects of Food*

Rybníkář, S, Pogádl, M.

Trnavská univerzita v Trnave, Právnická fakulta

Súhrn

Európska únia prijala smernicu Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/825 z 28. februára 2024, ktorou sa menia smernice 2005/29/ES a 2011/83/EÚ, pokiaľ ide o posilnenie postavenia spotrebiteľov v rámci zelenej transformácie prostredníctvom lepšej ochrany pred nekalými praktikami a prostredníctvom lepšieho informovania, s cieľom podporiť zelenú transformáciu spoločnosti prostredníctvom posilnenia ochrany spotrebiteľov pred nekalými praktikami a zlepšením prístupu k informáciám. Táto smernica mení existujúce právne predpisy s cieľom riešiť zavádzajúce obchodné praktiky, ktoré bránia spotrebiteľom prijímať rozhodnutia vedúce k udržateľnej spotrebe, ako sú klamlivé tvrdenia o životnom prostredí, nejasné sociálne charakteristiky produktov a netransparentné značky udržateľnosti. Autori príspevku ponúkajú právny rozbor smernice ECGT a skúmajú jej dopady na označovanie potravín naprieč Európskou úniou a to, ako tieto zmeny ovplyvnia označovanie environmentálnych a sociálnych aspektov potravín po transpozícii smernice do vnútroštátnych právnych poriadkov v roku 2026.

Kľúčové slová: *potravinové právo, označovanie potravín, spotrebiteľ, nekalá obchodná praktika podnikateľa voči spotrebiteľovi, značka udržateľnosti, právo životného prostredia, udržateľnosť*

Abstract

The European Union has adopted Directive (EU) 2024/825 of the European Parliament and of the Council of 28 February 2024 amending Directives 2005/29/EC and 2011/83/EU as regards empowering consumers for the green transition through better protection against unfair practices and through better information, in order to promote the green transformation of society by strengthening consumer protection against unfair practices and by improving access to information. This Directive amends existing legislation to address misleading commercial practices that prevent consumers from making sustainable consumption choices, such as misleading environmental claims, unclear social characteristics of products and non-transparent sustainability labels. The authors of the paper offer a legal analysis of the ECGT Directive and examine its implications for food labelling across the European Union and how these changes will affect environmental and social labelling of food once the Directive is transposed into national laws in 2026.

Key words: *food law, food labelling, consumer, unfair commercial practice of business towards consumer, sustainability label, environmental law, sustainability*

Úvod

S cieľom dosiahnuť pokrok v zelenej transformácii spoločnosti pristúpila Európska únia k prijatiu smernice Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/825 z 28. februára 2024, ktorou sa menia smernice 2005/29/ES a 2011/83/EÚ, pokiaľ ide o posilnenie postavenia spotrebiteľov v rámci zelenej transformácie prostredníctvom lepšej ochrany pred nekalými praktikami a prostredníctvom lepšieho informovania (ďalej len „*smernica ECGT*“). Smernicou ECGT sa do spotrebiteľského práva Európskej únie zaviedli

osobitné pravidlá na riešenie nekalých obchodných praktík, ktoré zavádzajú spotrebiteľov a bránia im prijímať rozhodnutia predstavujúce udržateľnú spotrebu, akými sú praktiky spojené s klamlivými tvrdeniami týkajúcimi sa životného prostredia, so zavádzajúcimi informáciami o sociálnych charakteristikách výrobkov alebo podnikov obchodníkov alebo s netransparentnými a nedôveryhodnými značkami udržateľnosti. Tieto pravidlá boli prijatím smernice ECGT inkorporované do smernice 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 (ďalej len „*smernica o nekalých obchodných praktikách*“), ktorá predstavuje základný právny rámec regulácie nekalých obchodných praktík obchodníkov vrátane nekalej reklamy, ktoré priamo poškodzujú ekonomické záujmy spotrebiteľov, a tým nepriamo poškodzujú ekonomické záujmy aj ďalších oprávnených účastníkov hospodárskej súťaže. Uvedené platí aj vo vzťahu k predaju potravín konečnému spotrebiteľovi.

Transpozícia smernice ECGT jednotlivými členskými štátmi Európskej únie má byť vykonaná do 27. marca 2026 (článok 4 ods. 1 prvý odstavec smernice ECGT). Prijaté opatrenia sa musia uplatňovať vo všetkých členských štátoch od 27. septembra 2026 (článok 4 ods. 1 druhý odstavec smernice ECGT). Tieto zmeny budú bezpochyby znamenať „*revolúciu*“ v označovaní potravín naprieč všetkými poľnohospodárskymi a potravinárskymi sektormi v Európskej únii. Ako sa zmenia pravidlá pre označovanie potravín vo vzťahu k environmentálnym a sociálnym aspektom po 27. septembri 2026? Na túto a súvisiace otázky ponúkame v nasledovnom texte odpoveď.

Materiál a metodika

Predmetom tohto príspevku je právny rozbor smernice ECGT. Smernica ECGT a súvisiace právne normy Európskej únie boli získané z oficiálneho webového sídla Európskej únie www.eur-lex.eu na vyhľadávanie právnych aktov Európskej únie, iných aktov a úradných informácií uverejnených v Úradnom vestníku Európskej únie. Ďalšie súvisiace právne akty a iné informácie z legislatívnych procesov na úrovni Slovenskej republiky boli získané z oficiálneho webového sídla Ministerstva spravodlivosti Slovenskej republiky www.slov-lex.sk, ktoré obsahuje aj Zbierku zákonov Slovenskej republiky.

Pri skúmaní problematiky predovšetkým vychádzame zo smernice ECGT a smernice o nekalých obchodných praktikách. Predmet jednotlivých predpisov je analyzovaný a interpretovaný tradičnými metódami právnej analýzy a právnohermeneutických metód s dôrazom na jazykový a systematický výklad. Právna úprava je systematicky predstavená v logickej štruktúre klasickej právnej dogmatiky ako systematického súboru právnych inštitútov a právnych noriem. S ohľadom na interdisciplinárnu povahu príspevku, systém právnej dogmatiky označovania environmentálnych a sociálnych aspektov o potravinách je konfrontovaný a doplnený tam, kde je to vhodné, aj o aktuálnu právnu a potravinársku doktrínu.

Výsledky a diskusia

Ako sme uviedli v úvode tohto príspevku, cieľom smernice ECGT je zaviesť do spotrebiteľského práva Európskej únie osobitné pravidlá na riešenie nekalých obchodných praktík, ktoré zavádzajú spotrebiteľov (bod 1 recitálu smernice ECGT). Ide predovšetkým o nasledovné praktiky:

- a) praktiky, ktoré sú spojené s netransparentnými a nedôveryhodnými značkami udržateľnosti,
- b) praktiky, ktoré sú spojené s klamlivými tvrdeniami týkajúcimi sa životného prostredia a
- c) praktiky, ktoré sú spojené so zavádzajúcimi informáciami o sociálnych charakteristikách výrobkov alebo prevádzkovateľov potravinárskych podnikov.

Ďalej sa v texte budeme v uvedenom poradí venovať jednotlivým praktikám.

Značky udržateľnosti sa môžu týkať mnohých charakteristík výrobku, procesu alebo podniku a je nevyhnutné zabezpečiť ich transparentnosť a dôveryhodnosť. Aj na potravinách a v súvislosti s predajom potravín konečnému spotrebiteľovi sa môžeme čoraz častejšie stretnúť s rôznymi značkami udržateľnosti. Značkou udržateľnosti sa podľa nariadenia ECGT rozumie (pozitívne vymedzenie) akákoľvek dobrovoľná verejná alebo súkromná známka dôveryhodnosti či kvality alebo rovnocenná známka, ktorej cieľom je odlišiť a propagovať výrobok, proces alebo podnik s odkazom na jej environmentálne alebo sociálne charakteristiky, alebo oboje. Naopak, značkou udržateľnosti podľa smernice ECGT sa nebude rozumieť (negatívne vymedzenie) akákoľvek povinná značka, ktorá sa vyžaduje podľa práva Európskej únie alebo vnútroštátneho práva (článok 1 bod 1 písm. b) smernice ECGT). Zobrazenie značky udržateľnosti ktorá nie je založená na certifikačnom systéme alebo ktorú nezaviedli verejné orgány (napríklad orgán verejnej moci v Slovenskej republike – Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky) na potravinu je nekalou obchodnou praktikou, ktorá sa za každých okolností považuje za nekalú – obchodná praktika zaradená do prílohy I smernice o nekalých obchodných praktikách. Na to, aby sa mohla značka udržateľnosti považovať za značku založenú na certifikačnom systéme podľa smernice ECGT, musí tento certifikačný systém byť systémom overovania treťou stranou, ktorým sa osvedčuje, že výrobok, proces alebo prevádzkovateľ spĺňajú určité požiadavky, ktorý umožňuje používanie príslušnej značky udržateľnosti a ktorého podmienky, vrátane jeho požiadaviek sú verejne dostupné. Podľa recitálu smernice ECGT (bod 7 recitálu smernice ECGT) sa za značky udržateľnosti, ktoré zaviedli verejné orgány považujú aj ďalšie formy vyjadrenia a prezentácie energetickej hodnoty a množstva živín na potravinách podľa článku 35 nariadenia 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 „nariadenie FIC“). Napokon, možno poznamenať, že ak bude zobrazenie značky udržateľnosti sprevádzané ďalšou obchodnou komunikáciou ohľadom životného prostredia, bude sa táto značka udržateľnosti spolu s obchodnou komunikáciou považovať aj za tvrdenie týkajúce sa životného prostredia. Práve tvrdeniam týkajúcich sa životného prostredia sa venujeme v ďalšom texte.

Európska komisia zverejnila informáciu, že pri posudzovaní 150 tvrdení týkajúcich sa životného prostredia na výrobkoch naprieč Európskou úniou sa zistilo, že značná časť (až 53,3%) z nich poskytuje nejasné, klamlivé alebo nepodložené informácie o rôznych environmentálnych vlastnostiach výrobkov, a to v celej Európskej únii a v širokej škále skupín výrobkov, v reklame, ako aj na výrobkoch (Európska komisia. Tvrdenia týkajúce sa životného prostredia v EÚ – posúdenie inventáru a spoľahlivosti, 2020). Len tie tvrdenia týkajúce sa životného prostredia, ktoré budú správne (pravdivé) zrozumiteľné

a spoľahlivé, umožnia obchodníkom pôsobiť za rovnakých podmienok na trhu a predovšetkým umožnia spotrebiteľom vybrať si výrobky, ktoré sú naozaj lepšie pre životné prostredie ako konkurenčné výrobky. To podporí hospodársku súťaž, ktorá povedie k environmentálne udržateľnejším výrobkom, čím sa zmiernia negatívne vplyvy na životné prostredie (bod 1 recitálu smernice ECGT). **Tvrdenie týkajúce sa životného prostredia** je akékoľvek oznámenie alebo zobrazenie, ktoré nie je povinné podľa práva Európskej únie alebo vnútroštátneho práva, v akejkoľvek forme, vrátane textového, obrazového, grafického alebo symbolického zobrazenia, ako sú označenia, obchodné značky, názvy spoločnosti alebo názvy výrobku, v rámci obchodnej komunikácie, a ktoré uvádza alebo naznačuje, že výrobok, kategória výrobku, značka alebo obchodník majú pozitívny alebo nulový vplyv na životné prostredie, prípadne menej škodlivý vplyv na životné prostredie ako iné výrobky, značky alebo iní obchodníci, alebo že sa im za určitý čas podarilo svoj vplyv zmierniť (článok 1 bod 1 písm. b) smernice ECGT). Tvrdenia týkajúce sa životného prostredia možno na základe uvedenej definície a ďalších súvisiacich ustanovení smernice ECGT rozdeliť na:

- a) všeobecné tvrdenia týkajúce sa životného prostredia,
- b) špecifické (konkrétne) tvrdenia týkajúce sa životného prostredia a
- c) osobitné tvrdenia. Osobitnými tvrdeniami sú tvrdenia založené na kompenzácii emisií skleníkových plynov, tvrdenia týkajúce sa životného prostredia vo vzťahu k budúcim environmentálnym vlastnostiam a porovnávacie tvrdenia týkajúce sa životného prostredia.

Všeobecné tvrdenie týkajúce sa životného prostredia je akékoľvek tvrdenie týkajúce sa životného prostredia v písomnej alebo ústnej forme, a to aj prostredníctvom audiovizuálnych médií, ktoré sa neuvádza na značke udržateľnosti a pri ktorom sa v tom istom komunikačnom prostriedku jasne a dôrazne neuvádza špecifikácia tvrdenia (článok 1 bod 1 písm. b) smernice ECGT). Príklady všeobecných tvrdení týkajúcich sa životného prostredia zahŕňajú vyhlásenia ako šetrné k životnému prostrediu, environmentálne vhodné, zelené, priateľské k prírode, environmentálne správne, šetrné ku klíme, neškodiace životnému prostrediu, tiež nízkouhlíkové alebo podobné vyhlásenia, z ktorých vyplýva alebo ktorými sa vytvára dojem vynikajúcich environmentálnych vlastností. Uvedenie všeobecného tvrdenia týkajúceho sa životného prostredia, pri ktorom obchodník nie je schopný preukázať, že v súvislosti s týmto tvrdením boli uznané vynikajúce environmentálne vlastnosti sa považuje za nekalú obchodnú praktiku, ktorá sa za každých okolností považuje za nekalú – obchodná praktika zaradená do prílohy I smernice o nekalých obchodných praktikách. Keďže vo vzťahu k potravinám nemožno uznať vynikajúce environmentálne vlastnosti, všeobecné tvrdenia týkajúce sa životného prostredia nebude možné na potravinách uvádzať (nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 66/2010 z 25. novembra 2009 o environmentálnej značke EÚ). V súčasnosti totiž neexistujú kritériá environmentálnej značky EÚ pre žiadnu skupinu produktov pre potraviny a krmivá. Európska komisia môže však svoje rozhodnutie v budúcnosti zmeniť. Výnimkou, kedy možno na potravinu uviesť všeobecné tvrdenie týkajúce sa životného prostredia je len situácia, ak bude na potravinu popri všeobecnom tvrdení uvedené aj špecifické (konkrétne) tvrdenie týkajúce sa životného prostredia. Obe tvrdenia však budú musieť byť uvedené v tom istom komunikačnom prostriedku jasne a dôrazne spolu. Právna úprava konkrétnych (špecifických) tvrdení však na úrovni Európskej únie ešte nebola prijatá – návrh smernice Európskeho parlamentu a Rady o zdôvodňovaní a oznamovaní výslovných tvrdení týkajúcich sa životného prostredia

(smernica o tvrdeniach týkajúcich sa životného prostredia) (Európska únia. Riadny legislatívny proces 2023/0085/COD).

Okrem všeobecných a konkrétnych tvrdení týkajúcich sa životného prostredia rozlišujeme aj skupinu **osobitných tvrdení**. Sú nimi tvrdenia založené na kompenzácii emisií skleníkových plynov, tvrdenia týkajúce sa životného prostredia vo vzťahu k budúcim environmentálnym vlastnostiam a porovnávacie tvrdenia týkajúce sa životného prostredia.

Podľa normotvorcu Európskej únie je mimoriadne dôležité zakázať uvádzanie tvrdení, **založených na kompenzácii emisií skleníkových plynov**, o tom, že výrobok, či už tovar alebo služba, má neutrálny, znížený alebo pozitívny vplyv na životné prostredie z hľadiska emisií skleníkových plynov (bod 12 recitálu smernice ECGT). Uvedenie tvrdenia, založeného na kompenzácii emisií skleníkových plynov, že výrobok má neutrálny, znížený alebo pozitívny vplyv na životné prostredie z hľadiska emisií skleníkových plynov sa považuje za nekalú obchodnú praktiku, ktorá sa za každých okolností považuje za nekalú – obchodná praktika zaradená do prílohy I smernice o nekalých obchodných praktikách (bod 1 Prílohy smernice ECGT). Uvedené tvrdenia nebudú však na výrobku zakázané, ak budú založené na skutočnom vplyve životného cyklu príslušného výrobku (potravinu), nebudú teda založené na kompenzácii emisií skleníkových plynov mimo hodnotového reťazca daného výrobku.

Z osobitných tvrdení je vhodné sa bližšie pozrieť aj na tvrdenia týkajúce sa životného prostredia vo vzťahu k budúcim environmentálnym vlastnostiam. Tvrdenia týkajúce sa životného prostredia, najmä v súvislosti s klímou, sa totiž čoraz častejšie **vzťahujú na budúce správanie** spočívajúce v prechode na uhlíkovú alebo klimatickú neutralitu či v podobnom ciele, ktorý sa má dosiahnuť do určitého dátumu. Takýmito tvrdeniami vyvolávajú obchodníci dojem, že spotrebiteľia zakúpením ich výrobkov prispejú k nízkouhlíkovému hospodárstvu (bod 4 recitálu smernice ECGT). Tvrdenia týkajúce sa životného prostredia vo vzťahu k budúcim environmentálnym vlastnostiam musia byť vždy podložené jasnými, objektívnymi, verejne dostupnými a overiteľnými záväzkami, ktoré sú stanovené v podrobnom a realisticom pláne vykonávania (ktorý obsahuje merateľné a časovo ohraničené ciele, iné relevantné prvky potrebné na podporu jeho vykonávania, ako je pridelovanie zdrojov a ktorý pravidelne overuje nezávislý odborník tretej strany, ktorého zistenia sa sprístupnia spotrebiteľom). Tvrdenie týkajúce sa životného prostredia vo vzťahu k budúcim environmentálnym vlastnostiam, ak nespĺňa stanovené predpoklady je klamlivou obchodnou praktikou, ak v skutkovej súvislosti, berúc do úvahy všetky jej črty a okolnosti, zapríčiňuje alebo je spôsobilá zapríčiniť, že priemerný spotrebiteľ urobí rozhodnutie o obchodnej transakcii, ktoré by inak neurobil. Uvádzanie irelevantných tvrdení teda nie je obchodnou praktikou, ktorá sa za každých okolností považuje za nekalú.

Osobitne možno spomenúť ešte tvrdenia, ktorými sa prezentujú požiadavky, ktoré sú uložené v právnych predpisoch **na všetky výrobky v príslušnej kategórii výrobkov** na trhu Európskej únie vrátane dovezených výrobkov ako charakteristických vlastností ponuky obchodníka. Takéto tvrdenia sú za všetkých okolností zakázané, a teda sú obsiahnuté v Prílohe I smernice o nekalých obchodných praktikách (bod 3 prílohy smernice ECGT). Obdobné pravidlo je obsiahnuté vo vzťahu k potravinám aj v čestnom informačnom postupe podľa článku 7 ods. 1 písm. c) nariadenia FIC, podľa ktorého informácie o potravinách nesmú uvádzať do omylu poukazovaním na to, že potravinu má osobitné vlastnosti, aj keď v skutočnosti majú takéto vlastnosti všetky podobné potraviny, najmä konkrétnym zdôrazňovaním prítomnosti alebo neprítomnosti určitých zložiek

alebo živín. Tento čestný informačný postup podľa nariadenia FIC sa však vzťahuje len na vlastnosti potraviny. Nekalá obchodná praktika má širší rozmer a týka sa napríklad aj výrobného procesu potraviny.

Rovnako osobitne možno spomenúť tzv. **irelevantné tvrdenia**. Propagácia takých prínosov pre spotrebiteľov, ktoré sú irelevantné a nevyplývajú zo žiadnej vlastnosti výrobku alebo podniku sa považujú za klamlivú obchodnú praktiku, ak v skutkovej súvislosti, berúc do úvahy všetky jej črty a okolnosti, zapríčiňuje alebo je spôsobilá zapríčiniť, že priemerný spotrebiteľ urobí rozhodnutie o obchodnej transakcii, ktoré by inak neurobil. Uvádzanie irelevantných tvrdení teda nie je obchodnou praktikou, ktorá sa za každých okolností považuje za nekalú. Príkladom irelevantného tvrdenia podľa recitálu smernice je zdôrazňovanie, že balená pitná voda neobsahuje lepok (bod 5 recitálu smernice ECGT).

Sociálne charakteristiky potravín, výrobného procesu potravín a prevádzkovateľov potravinárskych podnikov sú pre spotrebiteľov čoraz dôležitejšie pri rozhodovaní sa o kúpe potraviny. Informácie poskytované obchodníkmi o sociálnych charakteristikách výrobku v celom jeho hodnotovom reťazci sa môžu týkať napríklad kvality a spravodlivosti pracovných podmienok príslušných pracovníkov, ako sú primerané mzdy, sociálna ochrana, bezpečnosť pracovného prostredia a sociálny dialóg. Takéto informácie sa však môžu týkať aj dodržiavania ľudských práv, rovnakého zaobchádzania a rovnakých príležitostí pre všetkých, vrátane rodovej rovnosti, inklúzie a rozmanitosti, príspevkov na sociálne iniciatívy alebo etických záväzkov, ako sú dobré životné podmienky zvierat (bod 3 recitálu smernice ECGT). Aj tieto otázky sú regulované smernicou ECGT. Obchodná praktika sa považuje za klamlivú, ak bude obsahovať nesprávne informácie o sociálnych charakteristikách potravín, výrobného procesu potravín a prevádzkovateľoch potravinárskych podnikov a je preto nepravdivá alebo, ak akýmkoľvek spôsobom, vrátane celkového prevedenia, bude uvádzať do omylu alebo bude spôsobilá uviesť do omylu priemerného spotrebiteľa (a to aj keď je táto informácia vecne správna), pričom zapríčiňuje alebo je spôsobilá zapríčiniť, že spotrebiteľ urobí rozhodnutie o obchodnej transakcii (napr. kúpi si potravinu v obchode s potravinami), ktoré by inak neurobil. Smernicou ECGT bol preto doplnený článok 6 ods. 1 smernice o nekalých obchodných praktikách, tak že sociálne charakteristiky boli pridané do zoznamu hlavných charakteristík výrobku, pri ktorých možno praktiky obchodníka považovať za klamlivé, a to na základe individuálneho posúdenia (článok 1 bod 2 písm. a) smernice ECGT). Táto obchodná praktika teda nie je obchodnou praktikou, ktorá sa za každých okolností považuje za nekalú podľa prílohy I smernice o nekalých obchodných praktikách a bude na kontrolnom orgáne posúdiť okolnosti danej veci.

Záver

Ako sme uviedli už v úvode tohto príspevku, členské štáty majú povinnosť transponovať smernicu ECGT do 27. marca 2026 (článok 4 ods. 1 prvý odstavec smernice ECGT). Uplatňovať sa musí vo všetkých členských štátoch Európskej únie od 27. septembra 2026 (článok 4 ods. 1 druhý odstavec smernice ECGT). Jednotlivé členské štáty preto postupne pristupujú k procesu transpozície tejto smernice, nevynímajúc Slovenskú republiku. Transpozícia smernice ECGT bude vykonaná v Slovenskej republike do zákona č. 108/2024 Z. z. o ochrane spotrebiteľa a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Legislatívny proces už bol začatý, a to zverejnením predbežnej informácie o príprave (PI/2024/216). Cieľom transpozície smernice ECGT je podľa vnútroštátneho zákonodarcu predovšetkým umožniť spotrebiteľom prijímať kvalifikované nákupné

rozhodnutia, ktoré prispievajú k udržateľnej spotrebe. Navrhovanými zmenami sa dopĺňajú ustanovenia týkajúce sa klamlivých obchodných praktík, rozširuje sa zoznam obchodných praktík, ktoré sa za každých okolností považujú za nekalé, a zavádzajú sa nové predzmluvné informačné povinnosti pre obchodníkov. Aj verejnosť sa môže zapojiť do prípravy právneho predpisu formou zasielania konkrétnych a konštruktívnych podnetov alebo návrhov v intenciách vecného zamerania pripomienok. Predpokladaný dátum začiatku medzirezortného pripomienkového konania v Slovenskej republike je stanovený na december 2024.

Literatúra

Európska komisia. Návrh SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY, ktorou sa menia smernice 2005/29/ES a 2011/83/EÚ, pokiaľ ide o posilnenie postavenia spotrebiteľov v rámci zelenej transformácie prostredníctvom lepšej ochrany pred nekalými praktikami a lepšieho informovania. *COM/2022/143 final*.

Európska komisia. Tvrdenia týkajúce sa životného prostredia v EÚ – posúdenie inventáru a spoľahlivosti, 2020.

Európska únia. Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/825 z 28. februára 2024, ktorou sa menia smernice 2005/29/ES a 2011/83/EÚ, pokiaľ ide o posilnenie postavenia spotrebiteľov v rámci zelenej transformácie prostredníctvom lepšej ochrany pred nekalými praktikami a prostredníctvom lepšieho informovania. *Úradný vestník EÚ L*, 2024/825, 6/3/2024.

Európska únia. Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 66/2010 z 25. novembra 2009 o environmentálnej značke EÚ. *Úradný vestník EÚ L* 27, 30/1/2010, s. 1-19.

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.

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.

Európsky hospodársky a sociálny výbor. Stanovisko Európskeho hospodárskeho a sociálneho výboru – Návrh smernice Európskeho parlamentu a Rady, ktorou sa menia smernice 2005/29/ES a 2011/83/EÚ, pokiaľ ide o posilnenie postavenia spotrebiteľov v rámci zelenej transformácie prostredníctvom lepšej ochrany pred nekalými praktikami a lepšieho informovania. *Úradný vestník EÚ C* 443, 22/11/2022, s. 75-80.

Slovenská republika. Zákon č. 108/2024 Z. z. o ochrane spotrebiteľa a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Zbierka zákonov SR 2024.

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

[https://oeil.secure.europarl.europa.eu/oeil/popups/ficheprocedure.do?reference=2023/0085\(COD\)&language=en](https://oeil.secure.europarl.europa.eu/oeil/popups/ficheprocedure.do?reference=2023/0085(COD)&language=en) (navštívené 12/10/2024).

<https://www.slov-lex.sk/legislativne-procesy/SK/PI/2024/216> (navštívené 12/10/2024).

Kontaktná adresa

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

Mgr. Martin Pogádl, Trnavská univerzita v Trnave, Právnická fakulta, Ústav duševného vlastníctva, informačných technológií a produktového práva, Hornopotočná 23, 918 43 Trnava, Slovenská republika, e-mail: martin.pogadl@tvu.sk

Suché, mokré, nebo kombinované zrání masa? Technologické možnosti, empirie a legislativní požadavky

Dry, wet or combined meat aging? Technological possibilities, empiricism and legislative requirements

Kameník, J., Veselá, H., Dušková, M., Ježek, F.

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

Souhrn

Zrání masa je proces zaměřený na zlepšení senzorických vlastností masa, zejména křehkosti a aroma. Historicky zráló maso postupem označovaným dnes jako suché zrání. Při něm získá maso výrazné aroma a chuť, ale dochází k hmotnostním ztrátám spojených se ztrátou vody sušením a nutností odřezat povrchové vrstvy (krustu). Od 70. let 20. století se používá ke zrání masa vakuové balení, proces se označuje jako mokré zrání. Maso při něm nezískává tak výrazné chuťové vlastnosti, v křehkosti zpravidla není mezi suchým a mokřím zráním rozdíl. Novela nařízení (ES) 853/2004 požaduje pro suché zrání teploty $-0,5$ až $3,0$ °C a relativní vlhkost maximálně 85 %. Délka zrání je omezena na max. 35 dnů počínaje koncem doby zrání po porážce.

Klíčová slova: *aroma; křehkost masa; proteolýza; hmotnostní ztráty*

Abstract

Meat aging is a process aimed at improving the sensory properties of meat, especially tenderness and flavor. Historically, meat was aged using a process known today as dry aging. It gives the meat a distinct aroma and taste (flavor), but there are weight losses associated with the loss of water through drying and the need to cut off the surface layers (crust). Vacuum packaging has been used for meat aging since the 1970s, a process known as wet aging. The meat does not acquire such distinctive flavor characteristics, and there is usually no difference in tenderness between dry and wet aging. The amendment to Regulation (EC) 853/2004 requires a temperature of -0.5 to 3.0 °C and a maximum relative humidity of 85% for dry aging. The length of dry aging is limited to a maximum of 35 days starting from the end of the stabilisation period upon slaughter.

Keywords: *flavor; meat tenderness; proteolysis; weight loss*

Úvod

Bezprostředním zdrojem energie pro svaly je ATP (adenosintrifosfát). Kosterní svaly drží na zásobě jen omezené množství ATP ($5-8 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ svalové tkáně), což postačuje pokrýt energetické požadavky při svalové práci po dobu pouhých několika sekund (Matarneh et al., 2017). Hydrolýza ATP generuje ionty H^+ , které se hromadí ve svalech po porážce zvířete a způsobují pokles hodnot pH. Vyčerpání ATP v důsledku anoxických podmínek zhorší příjem vápenatých iontů sarkoplazmatickým retikulem prostřednictvím Ca^{2+} ATPázové pumpy. Důsledkem je zvýšení koncentrace Ca^{2+} v sarkoplasmě a vytváření stabilních, tzv. „rigor“ vazeb mezi aktinem a myozinem. Jakmile se hladina ATP dostane přibližně na $1 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$, nastupuje rigor mortis (Schwägele, 2011). U prasat je to přibližně 5 h po porážce, u skotu během 13 h (Schwägele, 2011). Po porážce zvířat ale také startuje řada biochemických reakcí, které jsou základem procesu označovaném jako zrání masa.

Zrání masa zlepšuje senzorické vlastnosti, konkrétně křehkost masa a jeho aroma (chuť a vůni) (Terjung et al., 2021). Obecně se rozlišuje suché zrání masa (*dry aging*), kdy maso (zpravidla celé čtvrtě, nebo velké anatomické celky) bez ochranného balení zraje po dobu několika týdnů v chladárnách při teplotě 0-3 °C. Tzv. mokré zrání (*wet aging*) bylo zavedeno v 70. letech 20. století s rozšířením vakuového balení potravin. Menší anatomické celky masa po vakuovém zabalení zrají po dobu 10 i více dnů při teplotách -1 až 4 °C (Bischof et al., 2022). Oba postupy mají své výhody i nevýhody. S rozvojem zkušeností a poznání se objevily i postupy kombinovaného zrání masa, příp. se povrch masa před suchým zráním ošetřuje k minimalizaci hmotnostních ztrát (Bureš et al., 2024). Cílem tohoto příspěvku je podat aktuální informace k problematice zrání hovězího, ale také vepřového masa.

Suché zrání masa

Tento postup zrání propůjčuje masu jedinečné aroma suchého zrání (*dry aged flavor*), které se popisuje znaky, jako např. aroma dohněda pečeného masa (*brown-roasted*), aroma hovězího vývaru (*beef/brothy*), máslového (*buttery*) či oříškového (*nutty*) aroma (Terjung et al., 2021). Nicméně absence ochranného obalu je spojená s nevýhodami doprovázejícími suché zrání masa, konkrétně jde o ztráty hmotnosti odpařením vody a ztráty spojené s odřezáním povrchových vrstev masa, tzv. krusty (Bischof et al., 2022). Díky tomu je cena masa po suchém zrání vyšší v porovnání s běžnou produkcí výsekového masa.

Od 9. prosince 2024 platí novelizované nařízení (ES) 853/2004, kde je nově v příloze III uvedena definice suchého zrání, kterým se rozumí „skladování čerstvého masa v aerobních podmínkách zavěšením jatečně upravených těl nebo porcí buď nebalených, nebo balených v pytlích propustných pro vodní páru v chlazené místnosti nebo boxu za účelem zrání po dobu několika týdnů za regulovaných podmínek okolního prostředí, pokud jde o teplotu, relativní vlhkost a proudění vzduchu. Před uvedením na trh nebo zmrazením musí být hovězí maso, které je podrobena suchému zrání, skladováno při teplotě povrchu od -0,5 °C do 3,0 °C, s relativní vlhkostí nejvýše 85 % a prouděním vzduchu 0,2 až 0,5 m/s ve speciální místnosti nebo boxu po dobu nejvýše 35 dnů počínaje koncem doby zrání po porážce. Provozovatelé potravinářských podniků však mohou použít jiné kombinace teploty povrchu, relativní vlhkosti, proudění vzduchu a času nebo podrobovat suchému zrání maso jiných druhů, pokud ke spokojenosti příslušného orgánu prokáží, že jsou poskytnuty rovnocenné záruky ohledně bezpečnosti masa“ (Nařízení, 2024).

Kolektiv belgických autorů testoval vliv doby zrání (0, 3, 6 nebo 9 týdnů) při teplotě 2, nebo 6 °C a relativní vlhkosti 75 % (experiment 1), nebo při 2 °C a vlhkostech 70 %, nebo 90 % (experiment 2) na hovězí maso plemene belgické modré (Vossen et al., 2022). Vliv různých proměnných testovali na roštěncích (*m. longissimus thoracis et lumborum*), které byly získány od 4 poražených krav (věk 30-80 měsíců, hmotnost JUT 415-544 kg, zařazení dle SEUROP S3 až E2). Hodnota pH masa byla 5,4-5,7. Ke zlepšení křehkosti masa stačily tři týdny zrání, delší doba již neměla vliv na křehkost masa (střižní síla hodnocena Warner-Bratzlerovým testem). Během zrání masa došlo ke zvýšení koncentrace peptidů a dalších dusíkatých látek, zvýšila se rovněž oxidace lipidů, což se projevilo vyšší intenzitou chuti (Vossen et al., 2022). Během zrání stoupl rovněž podíl metmyoglobinu. Autoři zjistili, že 9 týdnů suchého zrání je maximum, kdy maso je na limitech přijatelnosti právě z důvodů zvýšené koncentrace produktů proteolýzy a degradace lipidů. Vliv teploty a relativní vlhkosti na senzorické vlastnosti masa byl jen

velmi omezený (Vossen et al., 2022). Studie nehodnotila vliv na mikrobiologickou kvalitu masa.

Hulánková et al. (2018) zjistili, že celkový počet bakterií na hovězím mase vystaveném suchému zrání (1 ± 1 °C) rostl až do 14. dne. Potom následoval pokles do 36. dne, vysvětlený oschnutím povrchu masa. Rovněž Veselá et al. (v tisku) neprokázali statisticky významný rozdíl v celkových počtech psychrotrofních mikroorganismů, psychrotrofních bakterií mléčného kvašení a *Pseudomonas* spp. při suchém zrání vepřového masa po dobu 14 dnů. U čeledi *Enterobacteriaceae* se u některých vzorků během 2 týdnů zrání počet bakterií dokonce snížil. Vepřové maso s kostí (krkovice spojená s pečením) zrál s přirozeným tukovým krytím a kůží (paření prasat „na hladko“). Ztráty na hmotnosti odparem vody se pohybovaly od 5,1 po 8,3 %. Ztráty vysušením jsou při suchém zrání ovlivněné vnějšími podmínkami (zejména rychlost proudění vzduchu a relativní vlhkost) a způsobem ošetření masa. U hovězího je vhodné ponechat co největší tukové krytí. Hulánková et al. (2018) zjistili úbytek vody v mase při suchém zrání do 21 dnů okolo 3 %, při delším zrání nad 3 týdny dosahovaly ztráty až k 7 %.

Mokrý zráný masa

Vakuové balení chrání maso před vysycháním a oxidací. Ovlivňuje také mikrobiotu, ve které získají převahu bakterie mléčného kvašení (Bischof et al., 2022). Mezi nevýhody mokrého zrání patří menší vliv na aroma vyzrálého masa, které bývá, na rozdíl od masa podrobeného suchým zráním, označované jako aroma po krvi (*bloody*, *serumy*), s kovovou příchutí (*metallic*) nebo nakyslé (*sour*), což souvisí s růstem bakterií mléčného kvašení (Bischof et al., 2022). Z hlediska křehkosti masa mohou být oba postupy zrání (suché/mokrý) srovnatelné (Terjung et al., 2021).

Kombinace suchého a mokrého zrání. Ošetření povrchu masa před suchým zráním

Kim et al. (2017) použili kombinaci suchého zrání (10 dnů) a mokrého zrání (7 dnů) u hovězího nízkého roštěnce a porovnali s masem, které zrál 17 dnů suchým postupem (1 °C/78 % relativní vlhkost vzduchu). Kombinace suchého a mokrého zrání se projevila nižší hmotnostní ztrátou nízkého roštěnce a vyšší křehkostí (nižší hodnota střížní síly dle Warner-Bratzlera) v porovnání se suchým zráním ($P < 0,05$), ale v barvě masa a senzorických vlastnostech rozdíly nebyly ($P > 0,05$). Vilella et al. (2019) testovali vliv kombinace suchého a mokrého, nebo mokrého a suchého zrání na parametry hovězích vysokých roštěnců. Hovězí maso bylo rozděleno na nevyzrálé, nebo se zráním: 28 dnů mokré, 28 d suché, 14 d mokré + 14 d suché a 14 d suché + 14 d mokré. Zrání bylo provedeno v komoře při 2 °C a 73 % relativní vlhkosti a bez proudění vzduchu. Maso vystavené suchému nebo kombinovanému zrání mělo vyšší procento hmotnostních ztrát ve srovnání s masem s mokrým zráním. Vyzrálé vzorky vykazovaly nižší ($P < 0,05$) hodnoty střížní síly ve srovnání s masem, které nebylo vyzrálé. Ale nebyly pozorovány žádné významné rozdíly v křehkosti mezi vzorky s různými postupy zrání ($P > 0,05$). Kombinace obou metod zrání nenabízela žádnou výhodu a samotný proces mokrého zrání se jevil jako nejvhodnější postup k ošetření hovězího masa (Vilella et al., 2019).

Bureš et al. (2024) použili u nízkých roštěnců z jalovic čtyři různé způsoby zrání. První část vzorků byla vakuově zabalena (mokré zrání), druhá skupina zrálá bez obalu v režimu kontrolované teploty, vlhkosti a proudění vzduchu (suché zrání), třetí část vzorků byla ošetřena vrstvou rozpuštěného másla (máslové zrání) a poslední skupina byla ošetřena hovězím lojem (zrání v loji). Po ukončení procesu zrání proběhla analýza fyzikálních vlastností, chemického složení masa a posouzení organoleptických vlastností grilovaných

steaků. Vzorčky pocházející ze suchého zrání získaly nejpříznivější hodnocení pro šťavnatost a celkovou přijatelnost, zatímco máslové zrání se vyznačovalo vysokými hodnotami intenzity abnormální vůně a abnormální chuti (Bureš et al., 2024).

Závěr: je lepší suché, nebo mokré zrání masa?

Zrání masa doprovázejí hydrolytické procesy vyvolané endogenními enzymy svalových vláken (Terjung et al., 2021). Buňky v těle včetně svalových vláken mají k dispozici endogenní proteolytické enzymy, které slouží k odstraňování defektních bílkovin vzniklých náhodně při proteosyntéze a které jsou za života jedince pod přísnou regulací. Při porážce zvířete nastává smrt a přísně regulované systémy v buňkách se dostávají mimo kontrolu. Aktivují se kalpainsy, katepsiny, proteazomy nebo kaspázy. Jejich proteolytická aktivita atakuje klíčové proteiny uvnitř svalových vláken (Terjung et al., 2021). Postupně se rozvíjí degradace cytoskeletálních bílkovin, která odstraňuje vzájemné spojení myofibril ve svalovém vlákně. Snižuje se tím tuhost masa. Endogenní proteolýza probíhá v masě během suchého i mokrého zrání. Nebylo zjištěno, že by jeden typ zrání zrychlil nebo zintenzivnil rozklad bílkovin uvnitř svalových vláken. V tomto ohledu není mezi oběma způsoby zrání masa rozdíl.

Proteolýza vede rovněž k uvolňování peptidů i aminokyselin (AMK). Aminokyseliny cystein, kyselina glutamová a methionin spolu s IMP (inosinmonofosfát) se podílejí na chuti umami (Bischof et al., 2022). Autoři Kim et al. (2016) zjistili po 21 dnech zrání nižší hladiny IMP v masě po suchém zrání v porovnání s masem podrobeným mokrému zrání. Bischof et al. (2021) popsali vyšší hladiny inosinu v hovězím masě po 28 dnech suchého zrání oproti mokrému zrání. Naopak koncentrace hypoxanthinu byla vyšší v masě s mokřím zráním. Při tepelné úpravě masa reagují uvolněné AMK s redukcujícími cukry, vznikají produkty Maillardovy reakce, které se podílejí na chuti masa. Těkavé sloučeniny zodpovědné za aroma masa se uvolňují také oxidací lipidů. V tomto směru je bohatší chuť u masa po suchém zrání. Naopak mokré zrání pomáhá chránit maso před hmotnostními ztrátami i před oxidací vlivem vzdušného kyslíku. Jsou některé části hovězího, které se nechají zrát prakticky jen mokřím zráním. Příkladem je flank steak. Záleží na zkušenostech a zájmech zpracovatelů, nebo šéfkuchařů, kterému typu zrání dají přednost. Zásadní je dodržet striktní hygienické podmínky během celé doby zrání, aby nedošlo ke snížení kvality nebo ohrožení bezpečnosti masa jako potraviny.

Literatura

Bischof, G., Witte, F., Terjung, N., Heinz, V., Juadjur, A., Gibis, M. 2022. Metabolic, proteomic and microbial changes postmortem and during beef aging. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 64, p. 1076–1109.

Bischof, G., Witte, F., Terjung, N., Januschewski, E., Heinz, V., Juadjur, A., Gibis, M. 2021. Analysis of aging type- and aging time-related changes in the polar fraction of metabolome of beef by ¹H NMR spectroscopy. *Food Chemistry*, vol. 342, p. 128353.

Bureš, D., Buchtová, J., Lebedová, N., Kudrnáčová, E., Kšána, F., Frencl, R., Bartoň, L. 2024. Alternativní způsoby zrání hovězího masa. *Maso*, roč. 35, č. 5, s. 42-48.

Hulánková, R., Kameník, J., Saláková, A., Závodský, D., Bořilová, G. 2018. The effect of dry aging on instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle. *LWT*, vol. 89, p. 559-565.

Kim, Y. H. B., Kemp, R., Samuelsson, L. M. 2016. Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins. *Meat Science*, vol. 111, p. 168-176.

- Kim, Y. H. B., Meyers, B., Kim, H.-W., Liceaga, A. M., Lemenager, R. P. 2017. Effects of stepwise dry/wet-aging and freezing on meat quality of beef loins, *Meat Science*, vol. 123, p. 57-63.
- Matarneh, S. K., England, E. M., Scheffler, T. L., Gerrard, D. E. 2017. The Conversion of Muscle to Meat. In: Toldrá, F. (Ed.): *Lawrie's Meat Science*. Eighth Edition. Woodhead Publishing, MA, USA. 713 stran.
- Nařízení (2024): Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/1141 ze dne 14. prosince 2023, kterým se mění přílohy II a III nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, pokud jde o zvláštní hygienické požadavky na určité maso, produkty rybolovu, mléčné výrobky a vejce. Úřední věstník. L, 2024/1141.
- Schwägele, F. C. 2011. Post Mortem Biochemical Processes in Meat - from Muscle to Meat. Presentation in Summer School Kulmbach 2011, Max Rubner-Institute, Kulmbach.
- Terjung, N., Witte, F., Heinz, V. 2021. The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet aging. *Meat Science*, vol. 172, p. 108355.
- Veselá, H., Kameník, J., Dušková, M., Ježek, F., Svobodová, H. 2024. Effect of dry aging of pork on microbiological quality and instrumental characteristics. *v redakčním řízení*
- Vilella, G. d. F., Gomes, C. L., Battaglia, C. T., Bertoldo Pacheco, M. T., Nunes da Silva, V. S., Rodas-Gonzalez, A., Pflanzner, S. B. 2019. Effects of combined wet-and dry-aging techniques on the physicochemical and sensory attributes of beef ribeye steaks from grain-fed crossbred zebu steers. *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 99, p. 497–504.
- Vossen, E., Dewulf, L., Van Royen, G., Van Damme, I., De Zutter, L., Fraeye, I., De Smet, S. 2022. Influence of aging time, temperature and relative humidity on the sensory quality of dry-aged Belgian Blue beef. *Meat Science*, vol. 183p. 108659.

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

Procesné zmeny v dojčenskej a detskej výžive s obsahom minerálneho oleja aromatických uhl'ovodíkov (MOAH)

Process changes in infant and child nutrition containing mineral oil of aromatic hydrocarbons (MOAH)

Golian, J.¹, Jakabová, S.¹, Benešová, L.², Malec, M.²

¹Ústav potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

²Výskumné centrum Agrobiotech SPU v Nitre

Súhrn

Minerálne oleje sú zložené zmesi uhl'ovodíkov (C₁₀ - C₅₀), ktoré pochádzajú prevažne z fosílnych zdrojov. Okrem nasýtených uhl'ovodíkov minerálnych olejov (MOSH) obsahujú minerálne oleje technickej kvality aj aromatické zložky (MOAH, minerálne olejové aromatické uhl'ovodíky). Frakcia MOAH je komplexná zmes látok s rôznou a do značnej miery neznámou toxicitou, na rozdiel napríklad od štruktúrne príbuzných polycyklických aromatických uhl'ovodíkov (PAU). Analyzovali sme doterajší vývin v oblasti legislatívy EÚ, najmä z pohľadu výskytu MOAH z materiálov a predmetov prichádzajúcich do styku s potravinami a z pesticídov. K problematike výskytu MOAH v dojčenskej a detskej výžive. sme publikované štúdie rozdelili na výskyt MOAH v počiatočnej dojčenskej výžive, následnej dojčenskej výžive a výžive pre malé deti vo veku od 13 – 36 mesiacov. Uvádžame najvýznamnejšie stanoviská EFSA k problematike, výsledky toxikologických štúdií, ako aj konkrétne výsledky publikovaných analýz vzoriek potravín. Krajiny ako Francúzsko, Nemecko, Holandsko publikovali konkrétne výsledky obsahu MOSH a MOAH vo vybraných potravinách za obdobie 3 rokov. Toxikologický význam najmä frakcie MOAH bol už predtým dlhšie známy. V nadväznosti na svoje stanoviská uverejnené v roku 2012 a 2019, Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA) v súčasnosti pracuje na ďalšom posúdení rizík aromatických uhl'ovodíkov (MOAH), ktoré by malo byť základom pre stanovenie budúcich maximálnych limitov.

Kľúčové slová: *minerálne oleje, MOAH, počiatočná dojčenská výživa, následná dojčenská výživa*

Abstract

Mineral oils are complex mixtures of hydrocarbons (C₁₀ - C₅₀) that come mainly from fossil sources. In addition to saturated mineral oil hydrocarbons (MOSH), technical grade mineral oils also contain aromatic components (MOAH, mineral oil aromatic hydrocarbons). The MOAH fraction is a complex mixture of substances with varying and largely unknown toxicity, unlike, for example, structurally related polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). We have analysed the current development in the field of EU legislation, especially from the point of view of the occurrence of MOAH from materials and objects coming into contact with food and from pesticides. On the issue of occurrence of MOAH in infant and child nutrition. we divided the published studies into the occurrence of MOAH in initial infant formula, subsequent infant formula and formula for young children aged 13-36 months. We present the most important opinions of EFSA on the issue, the results of toxicological studies, as well as the specific results of published analyses of food samples. Countries such as France, Germany, and the Netherlands have published specific results of MOSH and MOAH content in selected foods over a period of 3 years. The toxicological significance of the MOAH fraction in particular has been

known for a long time. Following its opinions published in 2012 and 2019, the European Food Safety Authority (EFSA) is currently working on a further risk assessment of aromatic hydrocarbons (MOAH), which should be the basis for setting future maximum limits.

Keywords: *mineral oils, MOAH, infant formula, follow-on formula*

Úvod

Uhl'ovodíky z minerálnych olejov (MOH) v rôznych potravinách nedávno vyvolali značné obavy, najmä u dojčiat a malých detí, kvôli ich potenciálnym nepriaznivým účinkom na zdravie. Pomocou určitých analytických techník možno rozlíšiť dve frakcie, nasýtené uhl'ovodíky minerálneho oleja (MOSH) a aromatické uhl'ovodíky minerálneho oleja (MOAH) (Liu et al., 2021). Dojčatá a malé deti sú obzvlášť citlivé na kontaminanty v potravinách kvôli fyziologickým vlastnostiam, ktoré ich odlišujú od dospelých. Vystavenie potenciálne toxickým látkam je obzvlášť nebezpečné z dôvodu vyššieho príjmu potravy dojčiat a malých detí (na kilogram telesnej hmotnosti - kg.bw), vyššej ventilácie (kg.bw) a väčšieho povrchu tela (kg.bw). Dojčatá a batolátá majú vyššiu rýchlosť metabolizmu v pokoji, čo tiež prispieva k väčšej citlivosti na toxíny (Mielech et al., 2021). V prípade dojčiat a malých detí starších ako 6 mesiacov sú príkrmy dôležitým zdrojom živín popri materskom mlieku alebo práškovej dojčenskej výžive a ak sa príkrmy nepodávajú včas a vhodným spôsobom, môžu spôsobiť dlhodobé nepriaznivé účinky, ako je podvýživa dojčiat a malých detí (Yang et al., 2022). Doplnkové potraviny zahŕňajú všetky tekuté, polotuhé a tuhé potraviny okrem materského mlieka a IF alebo FOF, ktoré sa podávajú dojčatám (EFSA NDA Panel, 2014). Komerčné výrobky zo sušeného mlieka zohrávajú dôležitú úlohu pri poskytovaní bohatých živín pre malé deti, no najmä pre novorodencov, ktorí získavajú takmer všetky živiny z dojčenskej výživy. Bezpečnosť výrobkov zo sušeného mlieka je preto dôležitou otázkou kontroly a dohľadu nad potravinami (Zhang et al., 2019).

Počiatočná dojčenská výživa (IF)

„Počiatočná dojčenská výživa“ sú potraviny určené na prijímanie dojčatami počas prvých mesiacov života a ktoré spĺňajú výživové potreby takýchto dojčiat až do zavedenia vhodnej doplnkovej výživy (Nariadenie Európskeho Parlamentu a Rady (EÚ) č. 609/2013).

IF (infant formula) je definovaná aj ako náhrada materského mlieka špeciálne vyrobená tak, aby sama uspokojila nutričné požiadavky dojčiat počas prvých mesiacov života až do zavedenia vhodnej doplnkovej výživy (EFSA, 2019).

Týmto pojmom myslíme všetky výrobky na báze kravského mlieka alebo mlieka iných zvierat a/alebo iných jedlých zložiek živočíšneho pôvodu, vrátane rýb, alebo rastlinného pôvodu, ktoré sa ukázali ako vhodné na výživu dojčiat. Ak je takáto počiatočná dojčenská výživa v tekutej forme, môže sa použiť buď priamo, alebo podľa potreby zriedená vodou pred konzumáciou. V práškovej forme sa vyžaduje na prípravu voda. Výrobok musí byť nutrične primeraný na podporu normálneho rastu a vývoja, ak sa používa v súlade s jeho návodom na použitie. Výrobok je spracovaný iba fyzickými prostriedkami a zabalený tak, aby sa zabránilo znehodnoteniu a kontaminácií za všetkých bežných podmienok manipulácie, skladovania a distribúcie v krajine, kde sa produkt sa predáva (Codex Stan 72-1981, 2011).

Následná dojčenská výživa (FOF)

„Následná dojčenská výživa“ alebo aj FOF (follow-on formula) sú potraviny určené na prijímanie dojčatami po zavedení vhodnej doplnkovej výživy a ktoré predstavujú základný tekutý prvok v čoraz rôznorodejšej strave takýchto dojčiat (Nariadenie Európskeho Parlamentu a Rady (EÚ) č. 609/2013).

Štúdie skúmajúce výskyt MOAH v IF a FOF

Štúdia skúmajúca úroveň kontaminácie uhl'ovodíkov z minerálnych olejov v doplnkových potravinách a hodnotenie ich vplyvu na zdravie pre dojčatá a malé deti vo veku 0 - 3 rokov uvádza, že celková miera detekcie MOSH (C₁₆ - C₃₅) bola v 4 typoch doplnkových potravín, a to konzervované potraviny, ryžová múka, rezančky a sušienky resp. tyčinky. Hodnotili sa v celkovom počte 138 komerčne dostupných vzoriek potravín, pričom podiel kontaminácie výrobkov bol 45,65 %, a priemerná úroveň kontaminácie v rôznych druhoch doplnkových potravín bola v rozmedzí 0,55 - 4,40 mg.kg⁻¹. MOAH bol zistený iba v 1 vzorke rezancov a v 4 vzorkách sušienok alebo tyčieniek. Celková miera detekcie MOAH bola 3,62 %. Priemerná denná expozícia pre populáciu konzumujúcu iba doplnkové potraviny bola 6,21 µg.kg⁻¹ BW a vysoká spotreba potravy (p 95), denná expozícia MOSH (C₁₆ - C₃₅) bola 19,27 µg.kg⁻¹ BW. Hranice expozície všetkých vekových skupín boli vyššie ako 100. Zdravotné riziko vyplývajúce z diétného vystavenia MOSH konzumáciou doplnkových potravín je v Číne veľmi nízke pre dojčatá a malé deti vo veku 0 - 3 rokov. Je však potrebné venovať pozornosť kontaminácii MOAH v doplnkových potravinách pre dojčatá a malé deti (Yang et al., 2022).

Štúdia zameraná na meranie koncentrácie migrovaného minerálneho oleja/polyolefinových oligomérnych saturovaných uhl'ovodíkov (MOSH/POSH) v čínskych komerčných mliečnych práškoch uvádza, že vzorky s rôznymi baleniami boli starostlivo zozbierané a potom boli extrahované ich povrchové MOSH/POSH a MOAH a kvantitatívne súčasne analyzované pomocou LC-GC. Nakoniec sa analyzovali detekčné údaje a stanovil sa vzťah medzi MOSH/POSH a obalovým materiálom, ako aj medzi kontaminantmi a tukom. V tejto štúdii boli migrujúce frakcie MOSH/POSH zo štyroch typických obalových materiálov (t. j. kovových plechoviek, papierových nádob, papierových kartónov a plastových vrecúšok z hliníkovej fólie) úspešne extrahované pri izbovej teplote a potom analyzované pomocou on-line LC-GC. Údaje z analýzy 50 komerčných mliečnych výrobkov ukázali, že v žiadnych vzorkách nebol prítomný žiadny MOAH, ale zistilo sa, že 33 vzoriek obsahuje MOSH/POSH. Okrem toho údaje tiež ukázali, že existuje priamy vzťah medzi obalovými materiálmi a prítomnosťou MOSH/POSH. Z 38 vzoriek určených pre dojčatá a malé deti bola MOSH zistená v šiestich produktoch balených v kovovom obale a vo všetkých produktoch balených v papieri (n=18) (EFSA, 2019). Počiatočná dojčenská výživa v kovových plechovkách mala najnižší obsah MOSH a takmer žiadne POSH, zatiaľ čo vzorky zabalené v papierových nádobách, papierových kartónov a hliníkových fóliových plastových vreciach spolu všetky obsahovali MOSH/POSH odvodené z hliníkovo/polyolefinového kompozitu týchto obalových materiálov. Tuk vo výrobkoch zo sušeného mlieka bol navyše ďalším faktorom prispievajúcim ku kontaminácii MOSH/POSH; vyšší obsah tuku mal tendenciu viesť k vyšším hladinám kontaminantov vo vzorkách (Zhang et al., 2019).

Liu et al. (2021) vykonali prieskum uhl'ovodíkov z minerálnych olejov v čínskych komerčných doplnkových potravinách pre dojčatá a malé deti. V tejto štúdii zhromaždili 100 komerčných vzoriek potravín, vrátane 26 konzervovaných potravín - pyré alebo

pasty, 21 mletých obilných potravín s vysokým obsahom bielkovín (ryžová múka), 25 surových obilných potravín (rezance) a 28 tyčíniek a sušienok na báze obilnín. Obsah MOSH a MOAH v týchto vzorkách bol stanovený optimalizovanými metódami prípravy vzoriek v kombinácii s on-line vysokoúčinnou kvapalinovou chromatografiou spojenou s plynovou chromatografiou a plameňovým ionizačným detektorom (HPLC-GC-FID), s limitom kvantifikácie $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$. Výsledky ukázali, že v žiadnej z potravín neboli zistené žiadne MOAH, ale MOSH a polyolefinové oligomérené nasýtené uhľovodíky (POSH) figurovali vo väčšine vzoriek potravín v množstve $<0,5 - 23,68 \text{ mg.kg}^{-1}$. Okrem toho údaje a chromatogramy MOSH a POSH tiež ukázali, že tieto kontaminanty úzko korelovali s ich zložkami a výrobcami. Súčasné štúdiá poskytujú základné údaje na pochopenie expozície MOH a následného vplyvu na zdravie.

Sui et al. (2020) vo svojej práci zameranej na prieskum uhľovodíkov z minerálnych olejov v dojčenskej výžive z čínskeho trhu uvádzajú, že cesty vystavenia dojčiat a malých detí uhľovodíkovým minerálnym olejom v strave zahŕňajú okrem komerčne dostupných doplnkových potravín aj iné zdroje potravy, ako je materské mlieko, prášková dojčenská výživa a domáce doplnkové potraviny. Je ťažké získať údaje o obsahu minerálnych olejov v materskom mlieku a o doma vyrobených doplnkových potravinách. V prípade prášku na prípravu dojčenskej výživy však výskumný tím vykonal určitý relevantný výskum v ranom štádiu. Predbežné výsledky výskumu ukazujú, že v prášku určenom na prípravu dojčenskej výživy je priemerný obsah MOSH $2,1 \text{ mg.kg}^{-1}$ a priemerný obsah MOAH $0,8 \text{ mg.kg}^{-1}$. Rovnako bol určený aj priemerný obsah MOSH a MOAH v sušenom mlieku. Pre frakciu MOSH táto priemerná hodnota predstavovala hodnotu $2,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ a pre obsah frakcií MOAH $0,8 \text{ mg.kg}^{-1}$. Rovnako bolo vyhodnotené aj sušené kozie mlieko, kde obsah MOSH bol $2,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ a obsah MOAH bol $0,8 \text{ mg.kg}^{-1}$. Priemerné obsahy MOSH v sušenom kozom mlieku predstavovali hodnoty pre MOSH $2,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ a pre MOAH $0,6 \text{ mg.kg}^{-1}$.

Štúdiá z roku 2019 zameraná na hodnotenie rizika MOH pre čínsku populáciu sa uskutočnila s cieľom hodnotiť riziko, ktoré predstavujú MOSH a MOAH pre čínske dojčatá a malé deti vo veku 0 - 36 mesiacov, ktoré predstavujú najcitlivejšiu časť populácie. Vzhľadom na rôzne stravovacie návyky a príslušné národné bezpečnostné normy výskumný tím rozdelil skúmanú časť populácie na:

- dojčatá vo veku 0 - 6 mesiacov,
- dojčatá vo veku 7 - 12 mesiacov,
- malé deti vo veku 13 - 36 mesiacov.

Údaje o spotrebe boli získané od 20 722 subjektov, z ktorých bolo 4 185 dojčiat vo veku 0 - 6 mesiacov, 3 038 dojčiat vo veku 7 - 12 mesiacov a 13 499 malých detí vo veku 13 - 36 mesiacov.

Podľa údajov o spotrebe potravín patrila výživa pre dojčatá a malé deti, doplnkové potraviny pre dojčatá a malé deti a pitná voda medzi hlavné potraviny konzumované dojčatami a malými deťmi vo veku do 36 mesiacov. Tieto tri kategórie potravín mali svoje podkategórie:

- dojčenská výživa a výživa pre malé deti zahŕňala: počiatočnú dojčenskú výživu, následnú dojčenskú výživu a výživu pre malé deti;
- doplnkové potraviny pre dojčatá a malé deti zahŕňali: ryžovú múku, pastovité konzervy, rezance a sušienky;
- pitná voda zahŕňala: minerálnu vodu, balenú vodu a vodu z vodovodu.

Celkovo bolo zozbieraných 230 potravín pre dojčatá a malé deti, vrátane 115 vzoriek dojčenskej výživy, 76 vzoriek doplnkových potravín pre dojčatá a malé deti a 39 vzoriek

pitnej vody. Tieto vzorky pokrývali rôzne pôvody, vrátane 12 domácich značiek a 15 dovážaných značiek a boli získané z internetových obchodov, supermarketov, miestnych trhov a priamo od výrobcov či značiek (Zhu et al., 2019).

MOAH bola zistená v 10 zo 42 vzoriek dojčenskej výživy (rozsah koncentrácie: $<0,5 - 6,65 \text{ mg.kg}^{-1}$), v 17 z 38 následných vzoriek dojčenskej výživy ($<0,5 - 17,35 \text{ mg.kg}^{-1}$) a 9 z 35 vzoriek následnej dojčenskej výživy ($<0,5 - 2,27 \text{ mg.kg}^{-1}$) (EFSA, 2019).

Zistenia ukázali, že kontaminácia potravín pre dojčatá a malé deti bola univerzálna a môže potenciálne predstavovať riziko pre dojčatá a malé deti vo veku 0 - 36 mesiacov, ako aj ovplyvniť lojalitu spotrebiteľov k značke. Na optimalizáciu výsledkov tejto štúdie sa očakávajú systematickejšie toxikologické štúdie MOAH a MOSH, a rovnako i viac druhov konzumovaných potravín. Podniky, najmä výrobcovia dojčenskej výživy pre dojčatá a malé deti, by mali prijať opatrenia na kontrolu kontaminácie potravín MOAH a MOSH (Zhu et al., 2019).

V nasledujúcich tabuľkách sú uvedené výsledky testov rôznych šarží počiatočnej a následnej dojčenskej výživy na výskyt MOSH /MOAH v potravinách za obdobie 3 rokov, a to konkrétne od roku 2019 - 2021. Testované boli produkty z 3 krajín, a to Nemecko, Holandsko a Francúzsko. S cieľom zabezpečiť, aby testovanie produktov malo najvyššiu možnú presnosť, opakovateľnosť a spoľahlivosť Foodwatch poveril vykonaním testovania niekoľko laboratórií akreditovaných podľa DIN EN ISO/IEC17025.

Analytická metóda, ktorú si spoločnosť vybrala, bola klasifikovaná ako metóda voľby Komisiou EÚ vo svojom „Pokyne k odberu vzoriek, analýze a vykazovaniu údajov na monitorovanie uhl'ovodíkov z minerálnych olejov v potravinách a materiáloch prichádzajúcich do styku s potravinami“, ktoré boli zverejnené vo februári 2019 (Bratinova a Hoekstra, 2019). Produkty, v ktorých sa našli zložky minerálneho oleja MOAH podozrivé z karcinogenosti, boli nezávisle testované tromi rôznymi laboratóriami. Na tento účel boli tieto produkty testované na takzvané „markery“, t.j. referenčné látky zdrojov minerálnych olejov, pomocou špeciálnych, technicky zložitých metód detekcie. Vyšší stupeň istoty výsledkov možno len ťažko dosiahnuť vďaka správnej laboratórnej praxi a technológií analýzy (URL 1).

Metóda použitá na analýzu vzoriek bola online-LC/GC-FID. Vzorka na identifikáciu MOSH sa podrobila nasledovným postupom prípravy a čistenia: zmydelnenie vzorky, čistenie a odstránenie prírodných alkánov oxidom hlinitým. Pre určenie frakcie MOAH sa vzorka ďalej upravila nasledujúcimi krokmi: zmydelnenie, čistenie a odstránenie di- a triglyceridov po epoxidácii. Výsledky boli vypočítané na základe teórie spodnej hranice $nd =$ nezistené pod limitom kvantifikácie (LoQ) s $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ (URL 1).

Po zistení prítomnosti aromatických uhl'ovodíkov z minerálnych olejov (MOAH) v šaržiach počiatočnej a následnej dojčenskej výživy vo Francúzsku, Nemecku a Holandsku, ktoré nahlásila organizácia Foodwatch, Európska komisia (EK) požiadala členské štáty, aby analyzovali príslušné šarže a preskúmali možné zdroje kontaminácie a poverila úrad EFSA, aby vykonal rýchle posúdenie zdravotných rizík súvisiacich s prítomnosťou MOAH v počiatočnej a následnej dojčenskej výžive. MOAH môžu zahŕňať prítomnosť genotoxických a karcinogénnych polycyklických aromatických zlúčenín s 3 - 7 kruhmi (3 - 7 PAC).

Tabuľka 1: Hladiny MOAH a MOSH v potravinách pre dojčatá a malé deti

Látka	Kategória	Počty vzoriek	Počty nedetekovateľných vzoriek	Hladiny v potravinách (mg.kg ⁻¹)			
				Min	Priemerná	P ₉₅	Max
MOAH	Dojčenská výživa	42	32	0,5	1,23	5,46	6,65
	Následná dojčenská výživa	38	21	0,5	1,34	3,3	17,35
	Prípravky pre malé deti	35	26	0,5	0,86	2,27	2,27
	Ryžová múka	19	19	0,5	0,5	0,5	0,5
	Pastovité konzervy	17	17	0,5	0,5	0,5	0,5
	Rezance	17	12	0,5	0,65	1,25	1,25
	Sušienky	23	23	0,5	0,5	0,5	0,5
	MOSH	Dojčenská výživa	42	31	1	4,77	24,27
Následná dojčenská výživa		38	30	1	3,99	3,3	17,35
Prípravky pre malé deti		35	24	1	3,94	15,3	17,12
Ryžová múka		19	19	1	1	1	1
Pastovité konzervy		17	17	1	1	1	1
Rezance		17	12	1	6,04	27,34	27,34
Sušienky		23	23	1	1	1	1

Zdroj: Zhu et al. (2019)

Tabuľka 2: Výsledky testov - Francúzsko

Názov produktu	Číslo šarže	Dátum spotreby	MOSH/POSH (C ₁₀ -C ₅₀) mg.kg ⁻¹	MOAH (C ₁₀ -C ₅₀)
Nestlé Nidal sušené mlieko 1. veku	90720346AC	01. 03. 2021	5,8	1,2 mg.kg ⁻¹
Nestlé Guigoz BIO sušené dojčenské mlieko 1	90650017C3	01. 09. 2020	nd	nd
Lactalis Célia dojčenské mlieko v prášku 2	8000000047	24. 09. 2020	2,3	nd.
Lactalis Célia Organic BIO dojčenské mlieko v prášku 1	8000000411	30. 04. 2020	0,8	nd.
Vitagermine Baby bioOptima 2	2VT21974	10. 02. 2021	1,1	nd.
Hipp Combiotic 1 mlieko pre dojčatá	1424990	23. 12. 2019	0,5	nd
Danone Blédina Blédilait Croissance + 3	2021.01.27.26	27. 01. 2021	0,7	nd.
Danone Gallia Galliagest Croissance 3 Bez laktózy	905764 (019079)	19. 12. 2019	4,0	0,7 mg.kg ⁻¹

Zdroj: URL 1

V stanovisku EFSA z júna 2012 o minerálnych ropných uhl'ovodíkoch sa identifikovalo potenciálne zdravotné riziko súvisiace s prítomnosťou týchto zlúčenín v MOAH. Pri súčasnom hodnotení dostal úrad EFSA okrem údajov uverejnených organizáciou Foodwatch a údajov od Specialised Nutrition Europe len obmedzené údaje o výskyte z dvoch členských štátov (Rakúsko a Nemecko). Boli zistené rôzne frekvencie kvantifikovateľných hladín MOAH, od 50 % detekcie vo vzorkách testovaných organizáciou Foodwatch až po nezistenie v troch vzorkách analyzovaných nemeckými orgánmi.

Tabuľka 3: Výsledky testov - Nemecko

Názov produktu	Číslo šarže	Dátum spotreby	MOSH/POSH (C ₁₀ -C ₅₀) mg.kg ⁻¹	MOAH (C ₁₀ -C ₅₀) mg.kg ⁻¹
Novalac počiatočná dojčenská výživa PRE 400g	A59522 75	11. 03. 2020	3,8	0,5
Nestlé BEBA OPTIPRO PRE 800g od narodenia	91120346AA	10/2020	8,4	3,0
Nestlé BEBA OPTIPRO 1 800 g od narodenia	9098080621	10/2020	5,8	1,9
Nestlé BEBA OPTIPRO 3 800 g od 10. mesiaca	9108080626	10/2020	1,9	nd

Zdroj: URL 1

Tabuľka 4: Výsledky testov - Holandsko

Názov produktu	Číslo šarže	Dátum spotreby	MOSH/POSH (C ₁₀ -C ₅₀) mg.kg ⁻¹	MOAH (C ₁₀ -C ₅₀) mg.kg ⁻¹
Neolac Bioogic 1 Kompletná dojčenská výživa 0 - 6 mesiacov	11620	15. 01. 2021	4,3	1,6
Hero Baby nutrasense hypoalergénny 0 - 6 mesiacov	80926-023	26. 09. 2020	4,1	0,8
Nutrilon Dietetická výživa pri alergii na kravské mlieko 0 - 6 mesiacov	907222-41	22. 08. 2020	6,1	1,2
Ah dojčenské mlieko 1 STANDARD 0 - 6 mesiacov	30397033	15. 04. 2021	3,4	nd

Zdroj: URL 1

Kvantifikované hladiny MOAH sa pohybovali v rozmedzí 0,2 - 3 mg.kg⁻¹. Vzhľadom na zložité analytické metódy existuje neistota v súvislosti s uvádzanými hladinami, ktoré sa použili na odhad vystavenia dojčiat a batoliat účinkom MOAH. V prípade dojčiat boli odhadnuté vyššie hladiny, a to v rozsahu od 0,8 do 44,6 a od 1,7 do 78,8 µg.kg⁻¹ telesnej hmotnosti na deň, respektíve pre priemerný 95-percentil expozície. EFSA nemal k dispozícii žiadne informácie o neprítomnosti 3-7 PAC v analyzovaných vzorkách, a preto odhadovaná expozícia pre dojčatá a batoliatá predstavuje možné riziko pre ľudské zdravie. Toto posúdenie sa opiera o údaje o výskyte, ktoré boli k dispozícii do 14. novembra 2019. Analýza ďalších vzoriek zo strany členských štátov prebehla a boli aktualizované ďalšie údaje a posúdenia (EFSA, 2019).

EFSA dostal údaje o výskyte od členských štátov, Foodwatch a SNE. Boli pozorované rozdiely vo frekvencii merania kvantifikovateľných hladín MOAH. Foodwatch kvantifikoval MOAH v 8 zo 16 vzoriek dojčenskej výživy a následnej dojčenskej výživy, AGES v 1 zo 4, SNE (Specialised Nutrition Europe) v 28 zo 696 a BVL v 0 z 3. Koncentrácie však boli v rovnakom ráde, keď bola MOAH v rozmedzí od 0,2 do 3 mg.kg⁻¹ (EFSA CONTAM, 2023).

Kontaminácia minerálnymi olejmi získala taktiež pozornosť čínskej vlády v roku 2017. Nezisková organizácia, webová stránka Okoer, zverejnila úrovne kontaminácie minerálnymi olejmi v niektorých komerčných produktoch dojčenskej výživy na čínskom trhu, z ktorých väčšina boli nečínske značky. Bez ohľadu na to, či boli detekčné údaje spoľahlivé alebo nie, kontaminanty z minerálnych olejov by sa mali pravidelne monitorovať, aby sa upokojili obavy verejnosti napriek tomu, že v Číne neexistujú žiadne relevantné limitné normy pre minerálne oleje v sušenom mlieku. Doteraz len niekoľko prác uvádzalo minerálne oleje a POSH v sušenom detskom mlieku (Biedermann-Brem et al., 2012).

Záver

U dojčiat a malých detí starších ako 6 mesiacov sú príkrmy dôležitým zdrojom živín popri materskom mlieku alebo práškovej dojčenskej výžive a ak sa príkrmy nepodávajú včas a vhodným spôsobom, môžu spôsobiť dlhodobé nepriaznivé účinky, ako je podvýživa dojčiat a malých detí. Na základe rozsiahlejšej štúdie vykonanej v Číne boli medzi rizikové potraviny pre dojčatá a malé deti zaradené doplnkové potraviny pre dojčatá a malé deti – ryžová múka, pastovité konzervy, rezance, sušienky a pitná voda - minerálna voda, balená voda a voda z vodovodu. Výskyt MOAH v potravinách je potrebné hlbšie toxikologicky skúmať najmä z pohľadu genotoxicity a karcinogenity. Doterajšie odhady expozície MOAH boli ovplyvnené zložitou analytických metód, neistotou merania a presnosťou analytických prístrojov.

Literatúra

- Biedermann-Brem, S., Kasprick, N., Simat, T., Grob, K., 2012. Migration of polyolefin oligomeric saturated hydrocarbons (POSH) into food. *Food Additives & Contaminants*. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment, vol. 29, no. 3, p. 449-60. doi: 10.1080/19440049.2011.641164 Online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2011.641164>
- Bratinova S., Hoekstra E. 2019. Guidance on sampling, analysis and data reporting for the monitoring of mineral oil hydrocarbons in food and food contact materials, EUR 29666 EN, Publications Office of the European Union, 2019 ISBN 978-92-76-00172-0, doi:10.2760/208879, JRC115694 Online: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/208879>
- Codex-Stan 72-1981, Standard for infant formula and formulas for special medical purposes intended for infants. *Codex Alimentarius* 2011. Online: <https://resourcecentre.savethechildren.net/eale5f1/>
- EFSA (European Food Safety Authority), Arcella D., Baert K., Binaglia M., 2019. Rapid risk assessment on the possible risk for public health due to the contamination of infant formula and follow-on formula by mineral oil aromatic hydrocarbons (MOAH). EFSA Supporting Publication 2019: EN-1741. 18 pp. doi:10.2903/sp.efsa.2019.EN-1741 Online: <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2019.EN-1741>
- EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies), 2014. Scientific Opinion on the essential composition of infant and follow-on formulae. *EFSA Journal* 2014; 12(7):3760, 106 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3760 Online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3760>
- EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain), Schrenk, D., Bignami, M., Bodin, L., Del Mazo, J., Grasl-Kraupp, B., Hogstrand, C., Hoogenboom, L., Leblanc, J.-C., Nebbia, C. S., Nielsen, E., Ntzani, E., Petersen, A., Sand, S., Schwerdtle, T., Vleminckx, C., Wallace, H., Alexander, J., Goldbeck, C., Chipman, J. K. 2023. Update of the risk assessment of mineral oil hydrocarbons in food. *EFSA Journal* 2023; 21(9), 1–143. doi:10.2903/j.efsa.2023.8215 Online: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8215>
- Liu, L., Li, B., Yang, D., Ouyang, J., Sui, H., Wu, Y., 2021. Survey of mineral oil hydrocarbons in Chinese commercial complementary foods for infants and young children. *Food additives & Contaminants*. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment, vol. 38, no. 9, p. 1441-1455. doi:10.1080/19440049.2021.1926548 Online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2021.1926548>

Mielech, A., Puścion-Jakubik, A., Socha, K., 2021. Assessment of the Risk of Contamination of Food for Infants and Toddlers. *Nutrients*. vol. 13, no 7, p. 2358. doi: 10.3390/nu13072358 Online: <https://doi.org/10.3390/nu13072358>

Nariadenie Európskeho Parlamentu A Rady (EÚ) č. 609/2013 z 12. júna 2013 Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:02013R0609-20230321>

Sui, H., Gao, H., Chen, Y., Ke, R., Zhong, H., Zhong, Q., Liu, Z., Song, Y., 2020. Survey of mineral oil hydrocarbons in infant formula from the Chinese market. *Food Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, vol. 37, no. 6, p. 1040-1048. doi: 10.1080/19440049.2020.1748234 Online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2020.1748234>

Yang Daoyuan, Xiao Xiao, Wu Yanwen, Li Bingning, Liu Lingling, Li Jianwen, Pan Feng, Yong Ling, Song Yan, Sui Haixia., 2022. Contamination levels of mineral oil in infant supplementary foods and assessment of their health effects. *Chinese Journal of Food Hygiene*, vol. 34, no. 2, p. 302-307. doi: 10.13590/j.cjfh.2022.02.018 Online: <https://www.zgspws.com/zgspwszz/article/html/202202018?st=articleissue>

Zhang, S., Liu, L., Li, B., Xie, Y., Ouyang, J., Wu, Y., 2019. Concentrations of migrated mineral oil/polyolefin oligomeric saturated hydrocarbons (MOSH/POSH) in Chinese commercial milk powder products. *Food Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, vol. 36, no. 8, p. 1261-1272. doi: 10.1080/19440049.2019.1627001. Online: <https://doi.org/10.1080/19440049.2019.1627001>

Zhu, L., Zhang, H., Chen, Y. F., Pan, J. J., Liu, A. D., Pan, F., Zhang, J. B., Zhong, H. N., 2019. Risk Assessment of MOAH and MOSH in Infants and Young Children. *Biomedical and environmental sciences: BES*, vol. 32, no. 2, p. 130-133. doi: 10.3967/bes2019.018. 32(2), 130–133. Online: <https://doi.org/10.3967/bes2019.018>

URL 1: <https://www.Foodwatch.org/en/campaigns/mineral-oil-in-foods/frequently-asked-questions-mineral-oil-in-babymilk>

Pod'akovanie

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

Kontaktná adresa

Prof. Ing. Jozef Golian, Dr. Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra. E-mail: jozef.golian@uniag.sk

Bezpečnostní aspekty kultivace živočišných buněk pro potravinářské účely

Safety aspects of cultivated animal cells for food production

Štichová, M.

Bene Meat Technologies a.s.

Souhrn

Bene Meat Technologies je startupovou společností, a inovátorem v oblasti biotechnologie. Naším hlavním cílem je vývoj, výroba a komercializace udržitelného živočišného proteinu, vyrobeného procesem kultivace buněk. Tato technologie nachází uplatnění jak v potravinách určených pro lidskou spotřebu, tak v oblasti pet food – krmiva pro domácí mazlíčky.

Zdravotní nezávadnost a kvalita našich produktů je pro nás prvořadá. Ve všech fázích výrobního procesu, striktně dodržujeme nejvyšší standardy a dbáme na přísnou kontrolu kvality. Naším závazkem je poskytovat spotřebitelům bezpečné a kvalitní produkty.

V souladu s aktuálními požadavky společnosti klademe důraz na udržitelnost, respekt vůči životnímu prostředí a etický přístup ke zvířatům. Díky profesionalitě a odbornosti našeho týmu, který využívá nejnovější vědecké poznatky a technologie, dosahujeme vynikajících výsledků. Také naše spolupráce s předními vědeckými institucemi a univerzitami v České republice i zahraničí přináší skutečnou přidanou hodnotu.

Klademe důraz na transparentnost, otevřenost a respektování všech legislativních požadavků pro výrobu potravinářských a pet food produktů. Aktivně se tak podílíme na budování důvěry veřejnosti a zákazníků v nové technologie.

Klíčová slova: *kultivované buňky, biotechnologie, živočišný protein, udržitelnost*

Abstract

Bene Meat Technologies is a startup company, and an innovator in the field of biotechnology. Our primary goal is development, production, and commercialization of sustainable animal protein produced through cell cultivation. This technology is applied in both food intended for human consumption and the pet food sector.

The safety and quality of our products are our top priorities. Throughout the entire production process, we strictly adhere to the highest standards and maintain rigorous quality control. Our commitment is to provide consumers with safe and high-quality products.

Aligned with current societal demands, we emphasize sustainability, environment responsibility, and ethical approach to animals. Thanks to the professionalism and expertise of our team, which utilizes the latest scientific knowledge and technologies, we achieve outstanding results. Our collaboration with leading scientific institutions and universities both in the Czech Republic and abroad also brings significant added value.

We prioritize transparency, openness, and adherence to all legislative requirements for the production of human and pet food products. By doing so, we actively contribute to building public and customer trust in new technologies.

Key words: *cultivated cells, biotechnology, animal protein, sustainability*

Kontaktní adresa

Ing. Štichová Marie, Bene Meat Technologies a.s., Budova Cube, Evropská 423/178, 160 00 Praha 6, e-mail: marie.stichova@benemeat.com, media@benemeat.com

Nové přístupy v produkci kultivovaného masa *New approaches in cultivated meat production*

Strmiska, V.¹, Jandová, N.^{1,2}, Tarbajová, V., Szotkowská, T.¹, Coufalová, P.¹,
Koláčková, M.^{1,2}, Húska, D.^{1,2}, Brzobohatý, R.¹, Lauš, R.¹

¹Mewery s.r.o. Brno

²Ústav chemie a biochemie, Agronomická fakulta, MENDELU

Souhrn

Průmysl alternativních proteinů přináší nové výzvy pro odvětví zpracování konvenčních potravin. Upravené nutriční složení, delší doba trvanlivosti a rozdíly v procesu výroby jsou jen některé z diskutovaných odlišností tohoto rychle se rozvíjejícího se průmyslového odvětví.

Kultivované maso je jedním ze současných klíčových trendů udržitelného získávání potravin s významnými pozitivními dopady na životní prostředí, jako je dramatické snížení spotřeby vody, orné půdy a produkce CO₂ na kg vyprodukovaného masa ve srovnání s tradičním chovem hospodářských zvířat; výzkumem v této oblasti se zabývají desítky společností po celém světě.

Mewery je biotechnologický startup se sídlem v Brně (od roku 2020) s ambicí přinést na světový trh kultivované vepřové maso, tedy maso vypěstované z buněk v kontrolovaném prostředí bez nutnosti porážky zvířete. Jeho vizí je přispívat k řešení globální změny klimatu tím, že naruší zažitá představy o potřebě komplexního chovu jatečných a potravinových domácích zvířat.

Klíčová slova: *alternativní proteiny, kultivované maso, mikrořasa*

Abstract

The alternative protein industry is bringing new challenges into conventional food processing field. New nutritional composition, longer shelf-life, different production presses are only a few of discussed differences of this fast-evolving food industry sector. Cultivated meat is one of today's key trends in sustainable food sourcing with major positive environmental impacts such as dramatic reductions in water, arable land, and CO₂ consumption per kg of meat compared to traditional livestock farming; dozens of companies around the world are engaged in research in this area.

Mewery is a biotechnology startup based in Brno, Czech Republic (est. 2020) with the ambition to bring cultivated pork meat to the global market, i.e., meat grown from cells in a controlled environment without the need to slaughter the animal. Its vision is to contribute to tackling global climate change by disrupting preconceived ideas about the need for complex farming of domestic animals for slaughter and food.

Key words: *alternative protein, cultivated meat, pork, microalgae*

Úvod

Kultivovaným masem se rozumím produkt z *in vitro* kultivace buněk hospodářských zvířat (včetně mořských plodů a zvířecích orgánů). Typy buněk používané k *in vitro* kultivaci masa jsou totožné jako typy buněk obsažené v tkáních hospodářského zvířete – v obdobné struktuře a napodobující senzorycké a nutriční profily jako u konvenčního masa (GFI, 2024).

Bioprocес produkce kultivovaného masa začíná izolací buněk, pokračuje vývojem buněčné linie, optimalizací růstového média a nárůstem buněčné masy (Yang et al.,

2017). Každý krok v bioprocesu probíhá za sterilních podmínek a vyžaduje optimalizaci pro konkrétní buněčnou linii tak, aby napodoboval fyziologické podmínky vnitřního prostředí organismu zvířete (Kumas et al., 2021). Finální produkt je poté sklizen a balen nebo zpracován do finálního produktu – masové nugety, masové koule, hamburgery, párky.

Průmysl alternativních proteinů se zaměřuje na nové výhody v *in vitro* kultivaci masa využíváním nových strategií pro náhradu živočišných komponentů v celém procesu buněčné kultivace. Fetální bovinní sérum (FBS) je důležitým suplementem pro buněčnou kultivaci ve výzkumu buněčné biologie, ale musí být nahrazeno pro produkci kultivovaného masa, a to zejména z etických a ekonomických důvodů (Kolkmann et al., 2020).

Mimo to, růstové faktory obsažené v FBS jsou v současné době produkovány rekombinantním způsobem s vysokým výtěžkem i kvalitou. Cena růstového média je tedy definovaná buněčným typem a stabilitou růstových faktorů.

Mewery je společnost zabývající se kultivovaným vepřovým masem na bázi mikrořas. Tento alternativní přístup kultivace masa využívá mikrořasu jako zdroj nutrientů pro kompozici základních živin v růstovém médiu, jako alternativu k náhradě živočišných komponentů v růstovém médiu a současně k produkci rekombinantních proteinů.

Materiál a metodika

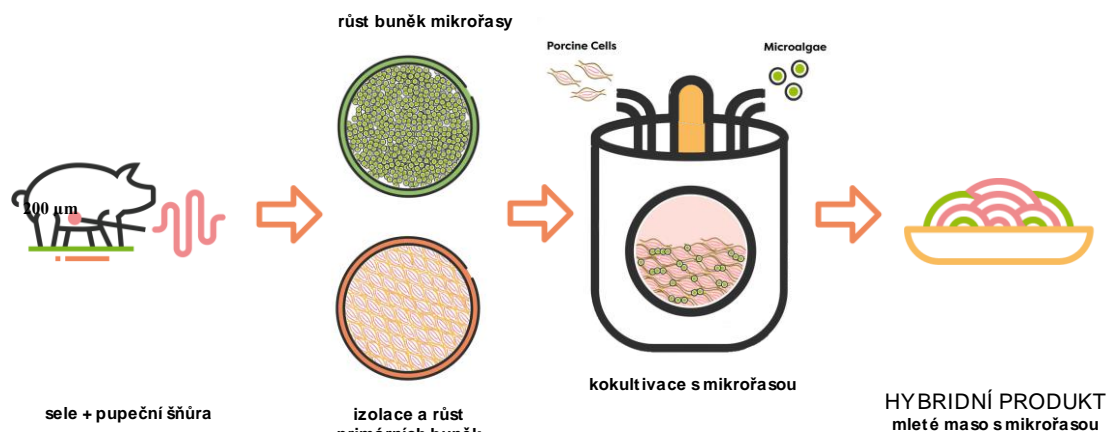
Porcinní mesenchymální kmenové buňky (pMSC) izolované z pupečníku byly převedeny do růstového média bez FBS. Takto adaptovaná buněčná linie byla převedena do dynamických kultivačních podmínek za přítomnosti kultury mikrořas.

Kultura mikrořas byla postupnou adaptací převedena do mixotrofních kultivačních podmínek odpovídající kultivačním podmínkám porcinních buněk; 37 °C, 5% CO₂. Světelný cyklus byl zredukován na 5 % pro synchronizaci buněčných cyklů porcinních buněk a buněk mikrořas.

Buněčné kultury mikrořas a pMSC byly sledovány v různých poměrech kokultivace pro hodnocení velikosti tvořených agregátů a celkového výtěžku buněčné hmoty.

Výsledky a diskuze

Na schématu (obr. 1) je vyjádřen bioproces kokultivace porcinních buněk s kulturou mikrořas pro výrobu kultivovaného masa. Výsledkem kokultivace je hybridní biomasa obsahující vepřové buňky i mikrořasu v poměru definovaném na začátku produkce.



Obrázek 1: Bioproces kultivace vepřového masa v kokultivaci s mikrořasou.

Závěr

Kokultivace porcinných buněk s mikrořasou je výhodná díky vzájemné synergii obou organismů na úrovni sekundárních metabolitů a nízké kompetici o nutrienty kultivačního média. Mikrořasa si i přes snížený světelný cyklus zachovává schopnost fotosyntézy a produkce kyslíku, v kombinaci s tvorbou agregátů způsobuje „angiogenesis-like effect“ a zabraňuje nekróze buněk uvnitř agregátů.

Hybridní biomasa jako surovina pro další zpracování má navíc v porovnání s konvenčním vepřovým masem výrazně příznivější nutriční složení co do diverzity minerálů a vitaminů, tak do složení tuků.

Literatura

GFI (2024): Good Food institute - [on-line]. [cit. 2024-13-02]. Dostupné z: <https://gfi.org/science/>

Kolkmann, A.M., Post, M.J., Rutjens, M.A.M., Van Essen, A.L.M., Moutsatsou, P. 2020. Serum-free media for the growth of primary bovine myoblasts. *Cytotechnology* 72, 111–120. <https://doi.org/10.1007/s10616-019-00361-y>

Kumar, P., Sharma, N., Sharma, S., Mehta, N., Verma, A.K., Chemmalar, S., Sazili, A.Q. 2021. In-vitro meat: a promising solution for sustainability of meat sector. *J. Anim. Sci. Technol.* 63, 693–724. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e85>

Yang, J., Liu, H., Wang, K., Li, L., Yuan, H., Liu, X., Liu, Y., Guan, W. 2017. Isolation, culture and biological characteristics of multipotent porcine skeletal muscle satellite cells. *Cell Tissue Bank.* 18, 513–525. <https://doi.org/10.1007/s10561-017-9614-9>

Poděkování

Mewery bylo podpořeno Inovačním Voucherem CZ.01.1.02/0.0/0.0/20_358/0027734.

Kontaktní adresa

Roman Lauš, Mewery s.r.o., Moravské náměstí 13, 602 00 Brno, Česká republika, e-mail: roman@mewery.io

Nálezy kampylobakterů na drůbežích jatkách ve Vodňanech v letech 2018-2022

Campylobacter findings at poultry slaughterhouses in Vodňany in 2018-2022

Bican, J. a kol. VHS Strakonice

Krajská veterinární správa Státní veterinární správy pro Jihočeský kraj

Kampylobakteriová enteritida je v České republice (i v Evropě a Severní Americe) nejrozšířenější zoonózou. Malé množství případů u lidí probíhá velmi vážně a může mít trvalé následky nebo dokonce končit smrtelně.

Za nejdůležitější zdroj nákazy je považováno kuřecí maso. Na drůbežích porážkách probíhá odběr vzorků slepých střev poražených brojlerů v rámci monitoringu zoonóz pro zjištění výskytu *Campylobacter* spp. Výskyt pozitivních případů se dlouhodobě pohybuje mezi 55 až 65 % vzorků. Na porážce ve Vodňanech jsou počty pozitivních případů až na výjimky (rok 2011 a 2020) nižší, a to v některých letech výrazně. Ve většině sledovaných let je pozitivita vzorků nižší než 50 %. Zvýšený počet pozitivních nálezů je na vodňanských jatkách zjištěn na konci léta a na podzim (3. čtvrtletí).

Od roku 2018 je povinností provozovatele drůbežích jatek odebírat vzorky krčních kůží na vyšetření přítomnosti kampylobakterů. Za vyhovující je považován výsledek maximálně 1000 KTJ v 1 gramu vzorku. Celorepublikový počet vyhovujících vzorků je v průběhu sledovaných let v rozmezí 61 až 66 %. Ve Vodňanech, až na pokles vyhovujících vzorků v roce 2020 je vidět zlepšování trendu a snižování nevyhovujících výsledků až na necelých 7 % v roce 2022. Není zjištěna korelace mezi nálezy kampylobakterů ve slepých střevech a v krčních kůžích.

Největším rizikem kontaminace drůbežního masa v průběhu opracování je vzájemný kontakt brojlerů při transportu a vykládce, paření poražených zvířat v pařících vanách, škulání a kontaminace při kuchání. Důkladný oplach po škulání a před vstupem do chladicího tunelu může snížit množství patogenů na povrchu těla.

Kontaminace drůbežního masa při prodeji kuřecího masa konečnému spotřebiteli se podle zahraničních literárních zdrojů pohybuje řádově v desítkách procent. Lze předpokládat, že v ČR bude situace podobná. V současné době se systematické vyšetřování kuřecího masa a výrobků z něj na přítomnost kampylobakterů neprovádí. V letech 2018 až 2022 nebyl na drůbeží porážce ve Vodňanech odebrán ani jeden vzorek potravin na vyšetření přítomnosti kampylobakterů z důvodu neexistence příslušné legislativy.

Možnosti řešení pro snížení kampylobakteriové kontaminace potravin: je možné snižovat výskyt kampylobakterů v chovech drůbeže chované na maso a vypracovat program tlumení podobný Národnímu plánu tlumení salmonel v chovech drůbeže. Toto řešení je velmi finančně nákladné. Druhou možností je tlak na producenty kuřecího masa a důkladné kontroly dodržování parametrů hygieny výrobního procesu dle Nařízení (EU) 2017/1495.

Kontaktní adresa

MVDr. Josef Bican, KVS SVS pro Jihočeský kraj, VHS Písek a Mirovice, Záměstí 272, 386 01 Mirovice, j.bican.kvsc@svscr.cz

Myopatie prsních svalů brojlerů – zkušenosti z jihočeských porážek *Myopathy of pectoral muscles of broilers - experience from South Bohemian slaughterhouses*

Fleischmannová, H., Smolíková, B. a kol.
VHS Písek a Mirovice a VHS Strakonice

Krajská veterinární správa Státní veterinární správy pro Jihočeský kraj

Veterinární dozor na jihočeských porážkách drůbeže, zejména na jatkách, kde se poráží speciální obchodní typy brojlerů typu „sedlácké kuře“ či „zlaté kuře“ se dlouhodobě zabýval sledováním a v návaznosti na ně i řešením problematiky vzniku a nálezů myopatických změn prsních svalů brojlerů rychlerostoucích plemen Ross a Cobb, které jsou krmeny zpravidla 39-40 dní. Běžný výkrm rychlerostoucích kuřat trvá kolem 32 dnů. Zvýšené nálezy těchto změn byly zaznamenávány opakovaně u jednoho největšího dodavatele a v menší míře i u dalších dodavatelů. Likvidace kusů postižených různými typy a stupněm myopatických změn v kombinaci s rozsáhlými zánětlivými změnami podkoží se u kritických dodávek pohybovala nad 3-5 % z celkového počtu prohlédnutých kusů, tedy z partií čítajících kolem 20000 ks se jednalo o stovky kusů.

Je popsáno několik typů myopatických změn prsních svalů. Touto problematikou se zabývají univerzitní výzkumníci na České zemědělské univerzitě v Praze i v Brně na MENDELU a toto téma je zajímavým fenoménem, který není dosud jasně prozkoumán a jehož příčiny nebyly dosud jasně a přesně určeny. Nejméně závažným typem myopatických změn jsou tzv. bílá vlákna („white stripping“), kdy dochází k oddělení svalových snopců zmnoženou kolagenní a tukovou tkání. Tato vada je velmi frekventovaná, avšak z pohledu konzumenta málo významná a nemá velký vliv ani na kvalitu hotového pokrmu. Další vada, s níž se setkáváme je tzv. „wooden breast“ – dřevěná prsa. Dochází zde ke zmnožení vazivové tkáně v počáteční fázi na přední straně prsních svalů, později světlejší tuhé části svalů probíhající až k zadním hrotům prsních svalů. Svalovina je změněná, technologicky nevyhovující, dochází ke ztrátě vaznosti vody při dalším opracování. Dle studie provedené na MENDELU dochází k poruše zrání masa, pH klesá velmi pomalu a nedosáhne pod pH 6. Další vada je tzv. špagetování prsního svalu „spaghetti meat“, kdy dochází k rozpadu tkáně na svalová vlákna, která neudrží pohromadě, snadno se oddělují, svalovina působí rozbředlým dojmem a vzhledově je významně změněná, má výrazně světlou barvu, technologicky je komplikovaně použitelná, vaznost vody je minimální, dochází k rozkladu kolagenních vláken a infiltraci zánětlivými buňkami. Při prohlídce po porážení jsme se setkávali i s kombinací výše popsaných vad doprovázenými rozsáhlými zánětlivými změnami podkoží. Vždy se tyto nálezy týkaly ve větším počtu kuřat dodaných na jatka v porážkové hmotnosti vyšší než 2,2 kg a zejména u sedláckých kuřat. Chovatelé, kteří produkují tato kuřata musí počítat s rychlým růstem a rychlým přírůstkem hmotnosti a je proto nezbytné věnovat výkrmu zvýšenou pozornost ve všech ohledech. Na výskyt myopatií má pravděpodobně vliv výběr plemene, hustota osazení, složení krmné dávky a celkové zoohygienické podmínky výkrmu včetně výběru druhu, kvality a výšky podestýlky, které se projeví např. na stavu běháků, opeření apod. Který z těchto faktorů se podílí největší měrou je věcí dalších vědeckých výzkumů.

Problematika detekce svalových změn při prohlídce je obsáhlá a složitá. Je potřeba být bdělí už při prohlídce živých kuřat před porážením a věnovat zvýšenou pozornost celkovému zdravotnímu stavu a zároveň i porážkové hmotnosti a stavu běháků. Prohlídka

po porážení na drůbežích porážkách probíhá v našem případě na lince při výkonu 4500-5000 ks za hodinu. V této rychlosti musí veterinární technik provádějící prohlídku zkontrolovat stav orgánů a celého JUT, přičemž prsní partie jsou vidět jen v zrcadle. Při podezření na myopatické změny (změna tvaru hrudníku, změny na kůži, extrémně velké kusy) je potřeba stáhnout kůži z hrudi a postižený kus shodit z háku. Je to velmi náročné a vyžaduje to zkušenost a zručnost. V extrémních případech je nutné postavit dalšího pracovníka na místo, kde je na prsní partie dobře vidět a kde lze dokončit prohlídku a vyřadit další kusy, jež už prošly běžnou prohlídkou. Navíc je potřeba ještě kontrolovat danou partii na porcovní a vyřadit nevyhovující prsní svaly před balením.

V průběhu roku 2022 jsme vyvíjeli soustavný tlak na problematiku chovatele s využitím tzv. zpětných hlášení z jatek, která byla posílána opakovaně do kraje původu postiženého hejna za účelem kontrol v chovu a nápravy zoohygienických problémů. Zároveň byly s chovatelem i provozovatelem opakovaně rozebírány možné příčiny i následky špatného výkrmu kuřat, která jsou krmena s cílem dosažení větší porážkové hmotnosti se současným prodloužením života. Tlakem na chovatele došlo již v průběhu roku 2023 k zásadnímu poklesu nálezů, a to ze stovek kusů na desítky kusů. Chovatelé přistoupili na některé změny ve výkrmu, včetně snížení hustoty osazení a úpravy krmné dávky. Nejproblematictější chovatel se rozhodl tento typ kuřat v hospodářství s nejhorsími výsledky nadále nevykrmovat a tento výkrm přesunul na jiné hospodářství, kde jsou výsledky prohlídky výrazně lepší.

V rámci systému veterinární prohlídky došlo následně k úpravě systému zpětných hlášení a zvýšila se jejich účinnost a došlo k vytvoření definice „myopatie“ v číselníku patologicko-anatomických nálezů. Do budoucna bude tedy možné věnovat se tomuto fenoménu i s využitím relevantních statistických údajů.

Závěrem lze říci, že je v silách veterinárního dozoru na jatkách iniciovat dle prohlídkových nálezů žádoucí změny v chovech tak, aby nadále nedocházelo ke zbytečnému poškozování vykrmovaných kuřat a následným ekonomickým ztrátám. Zároveň je však fyzicky i technicky nemožné, aby veterinární prohlídka na jatkách eliminovala 100 % těchto postižení prsních svalů.

Kontaktní adresa

MVDr. Hana Fleischmannová, KVS SVS pro Jihočeský kraj, Severní 2303/9, České Budějovice, 370 10, e-mail: h.fleisch.kvsc@svscr.cz

Sledování obsahu polychlorovaných bifenyly u prasat divokých na Třeboňsku

Monitoring the content of polychlorinated biphenyls in wild pigs in the Třeboň region

Hosnedlová, J., Pouzarová, V., Filášová, L., Čupr, Z., Doleželová, P.
Krajská veterinární správa Státní veterinární správy pro Jihočeský kraj

V rámci depistáže jsme v deseti honitbách na Třeboňsku sledovali obsah polychlorovaných bifenyly bez dioxinového účinku (NDL-PCB) ve vzorcích svaloviny prasat divokých ulovených v období od září 2022 do dubna 2023. Odebírali jsme vzorek tučné svaloviny z laloku uloveného prasete divokého o hmotnosti 1000 g. Pro depistáž byla vybrána prasata divoká o hmotnosti alespoň 50 kg. Vyšetření vzorků bylo provedeno metodou plynové chromatografie s detektorem elektronového záchytu (GC/ECD), výsledkem byla suma indikátorových kongenerů PCB: 28, 52, 101, 138, 153 a 180. Výsledné hodnoty vyšetřených vzorků byly posouzeny podle akčního limitu stanoveného Státním zdravotním ústavem v roce 2013 (S-SZU/3172/2013). Státní zdravotní ústav určil dva rozhodovací limity v závislosti na obsahu tuku. Jedná se o akční limity (AL) umožňující pružnou reakci SVS při ochraně spotřebitele. Pro vzorky s obsahem tuku > 25 % byla stanovena suma NDL-PCB 40 ng/g tuku, pro vzorky s obsahem tuku < 25 % byla stanovena suma NDL-PCB 10 µg/kg hmoty. Z hlediska ochrany zdraví lidí a pro podobnost s prasaty domácími, byly stanoveny limity pro rozhodnutí o požitelnosti stejné, jako u hospodářských zvířat určených k produkci potravin.

Z 25 vzorků svaloviny prasat divokých odebraných a vyšetřených v rámci depistáže na Třeboňsku v období od září 2022 do dubna 2023 bylo zjištěno celkem 6 vzorků, které nevyhovovaly v parametru suma PCB akčnímu limitu. Depistáž byla zahájena poté, co byl zjištěn nevyhovující (nad hodnotu AL) vzorek svaloviny prasete divokého odebraný v rámci monitoringu nepovolených látek, reziduí a látek kontaminujících v potravinovém řetězci (v květnu 2022) a následně AL nevyhovoval i jeden ze dvou došetřujících vzorků. Depistáž se týkala honitby Rožmberk, kde byly již v roce 2018 a opět v roce 2022 opakovaně zjištěny vzorky nevyhovující AL, a dále devíti sousedních honiteb. V rámci řízení rizika bylo rozhodnuto o nepoživatelnosti masa prasat divokých, ze kterých byl odebrán vzorek na vyšetření (celý nevyhovující kus byl neškodně odstraněn v asanačním podniku jako vedlejší produkt živočišného původu materiál kategorie 1).

Byla potvrzena korelace mezi obsahem suma NDL-PCB a obsahem tuku související s lipofilním charakterem PCB a jeho kumulací v tukové tkáni. Byl zjištěn kvantitativní většinový podíl výše chlorovaných kongenerů PCB (PCB 153, 138 a 180) oproti téměř zanedbatelným níže chlorovaným kongenerům PCB (28, 52, 101 – kongenery s nižším počtem atomů chloru). V prostředí i v těle živočichů se nejpomaleji odbourávají a setrvávají výše chlorované organické sloučeniny včetně PCB. Jak uvádí Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA, 2018), v závislosti na počtu a umístění atomů chloru v molekule jsou některé kongenery PCB pomalu odbouratelné a vzhledem k lipofilním vlastnostem jsou bioakumulovány v potravním řetězci (v tukové tkáni).

Situaci v honitbě Rožmberk nadále sledujeme. V září 2023 a v červenci 2024 jsme zde odebrali další vzorky z ulovených prasat divokých s vyhovujícími výsledky.

PCB se řadí mezi perzistentní organické polutanty a jsou „starou zátěží“ prostředí (hlavně zeminy), prase divoké je proto dobrý bioindikátor, vzhledem k jeho potravním návykům (typický všežravec) a přímému styku se zemínou. Prasata divoká ale nezůstávají na

stejném místě, často přirozeně migrují za potravou a jsou schopna urazit za krátký čas velké vzdálenosti. Zdroj kontaminace PCB se na území sledovaných honiteb na Třeboňsku doposud nepodařilo lokalizovat, nelze ho jednoznačně určit.

Pro dohledání zdroje kontaminace prostředí je rozhodně nutné větší zapojení a aktivnější přístup dalších kompetentních státních orgánů. Starou ekologickou zátěž, která vznikla lidskou činností, je nutné řešit a následně se s ní jednou pro vždy vypořádat.

V návaznosti na tato zjištění oslovila v květnu 2023 SVS ČR Státní zdravotní ústav (SZÚ) jako odborný orgán v oblasti hodnocení zdravotních rizik ve spojení s dietární expozicí, zdravotní bezpečnosti výživy a potravin se žádostí o posouzení zdravotního rizika obsahu NDL-PCB v mase divokého prasete v této lokalitě vyplývající z výsledků zjištěných depistáží. Také bylo požádáno o revizi a zhodnocení, zda akční limity stanovené v roce 2013 ve vyjádření Státního zdravotního ústavu (zn. S-SZU/3172/2013) jsou stále použitelné za účelem rozhodování kontrolních orgánů, v našem případě orgánů státní veterinární správy. SZÚ naši žádost zamítlo s odůvodněním, že v současné době není možné provést hodnocení dietární expozice pro legislativní limit „NDL-PCB“ u divokých prasat především z důvodu absence dat o individuální spotřebě potravin pro různé populační skupiny, ale také toxikologických dat pro stanovený druh prase divoké. Současně však bylo doporučeno řídit se při rozhodování o zdravotním riziku legislativní limitní hodnotou koncentrace obsahu NDL-PCB 40 ng/g tuku pro maso prasat domácích a předložit návrh na stanovení maximálních limitů na některé relevantní pracovní skupině Evropské Komise. Na základě tohoto doporučení byl nachystán návrh na stanovení maximálního limitu pro NDL-PCB pro prase divoké, který byl zaslán na Evropskou komisi. Návrh byl následně představen na jednání pracovní skupiny pro perzistentní organické polutanty (WG POPs) konané dne 11. 12. 2023. EK uvedla, že očekává dodání dat od EFSA o výskytu a zjištění NDL-PCB v jednotlivých členských státech, která by byla použita pro stanovení maximálního limitu (ML). Předběžně bylo uzavřeno, že ML pro prase divoké nebude pravděpodobně nižší než u prasete domácího (40 ng/kg). V současné době je již k dispozici návrh na stanovení ML, který bude diskutován na WG POPs konané dne 3. 9. 2024. Návrh počítá mj. s následujícími ML pro druh prase divoké (*Sus Scrofa*):

- Maso a masné výrobky, kromě požitelných drobů - 100 ng/g tuku,
- Játra a výrobky z nich – 6,0 ng/g hmotnosti v syrovém stavu,
- Tuk – 100 ng/g tuku.

Kontaktní adresa:

MVDr. Veronika Pouzarová, KVS SVS pro Jihočeský kraj, Severní 2303/9, České Budějovice, 370 10, e-mail: v.pouzarova.kvsc@svscr.cz

Hybridní masné výrobky

Hybrid meat products

Beňo, F., Hruška, F., Krátká, G., Harkavchenko, D., Ševčík, R.
VŠCHT Praha

Souhrn

Demografické prediktivní modely naznačují, že světová populace do roku 2050 dosáhne počtu většího než 9 miliard. Takovýto nárůst by měl za následek potřebu až dvojnásobného množství současné potravinářské produkce. S tímto souvisí také vysoká spotřeba masa, která je spojena s vnímanými zdravotními, sociálními a environmentálními problémy, které vedou k výzvám ke snížení množství konzumovaného masa. Aby bylo možné dosáhnout částečné náhrady masa (resp. živočišných bílkovin) ve stravě udržitelnějšími rostlinnými bílkovinami, je třeba zavést spíše dlouhodobé stravovací přechody než krátkodobé fáze. Hybridní masné výrobky obsahují jak maso, tak rostlinné složky, jako je zelenina, rostlinné bílkoviny, houby nebo semena, ale také například hmyz. Tento přístup šetří živočišné zdroje a vytváří konečný produkt, který nabízí řadu výhod.

Klíčová slova: *hybridní masné výrobky, alternativní bílkoviny, nutriční hodnota, senzorické vlastnosti*

Abstract

Demographic predictive models suggest that the world population will reach more than 9 billion by 2050. Such an increase would result in the need for up to twice the current amount of food production. Linked to this is the high consumption of meat, which is associated with perceived health, social and environmental problems, leading to calls for a reduction in the amount of meat consumed. In order to achieve a partial replacement of meat (or animal protein) in the diet with more sustainable plant proteins, long-term dietary transitions rather than short-term phases need to be introduced. Hybrid meat products contain both meat and plant components such as vegetables, plant proteins, mushrooms, or seeds, as well as insects. This approach conserves animal resources and produces an end product that offers a number of benefits.

Key words: *hybrid meat products, alternative proteins, nutritional value, sensory properties*

Úvod

Oficiální definice hybridních masných výrobků neexistuje, pouze jsou označeny jako masné výrobky obsahující různé množství rostlinných nebo jiných alternativních složek (např. luštěniny, obiloviny, ovoce a zelenina, houby, ale také hmyz) v různém poměru (přibližně od 10 do 40 %), které se přidávají ne jako přídatné látky nebo látky nahrazující maso, ale pro svůj pozitivní vliv na nutriční hodnotu. Tento přístup šetří živočišné zdroje a nabízí řadu výhod konečných produktů – snížení energetické hodnoty, cholesterolu a nasycených tuků, zachování vysokého obsahu bílkovin, zvýšení obsahu vlákniny a vybraných nenasycených mastných kyselin a dalších nutrietů (fenolové látky, vitamíny apod.), což může být cenný doplněk stravy látkami, které se v tradičních masných výrobcích nenachází. Analogy masa mohou však obsahovat nedostatečné množství esenciálních aminokyselin, vitamínů (B₁₂), minerálních látek (železo, zinek) a vybraných

nenasycených mastných ω -3 PUFA polynenasycené mastné kyseliny) (Rocchetti et al., 2023; Grasso et al., 2023).

Literatura uvádí, že v mnoha zemích spotřebitelé považují maso za nezbytnou součást své každodenní stravy kvůli své typické chuti. Hybridní masné výrobky mohou představovat alternativu pro široký segment spotřebitelů, kteří nemají zájem o zcela veganskou, resp. vegetariánskou stravu (González et al., 2020; Grasso et al., 2020; Baune et al., 2023). V této souvislosti se nabízí vývoj výrobků, kde je část masa nahrazená jinými matricemi. Klíčovým problémem spotřebitelského přijetí hybridních masných výrobků jsou faktory spojené zejména s organoleptickými vlastnostmi. Navzdory technologickému vývoji je v této kategorii výrobků stále potřeba optimalizovaných variant, které musí prokázat minimálně svou rovnocennost ve srovnání s referenčními masnými výrobky, pokud jde o chuť, texturu a výživové hodnoty (Lang 2020).

Rostlinné alternativy

Studie Baune et al. (2023) napříč evropskými zeměmi zjistila například, že velký segment spotřebitelů je otevřený výrobkům s až 50% podílem rostlinných složek, nicméně studie Grasso & Jaworska (2020) uvádí, že ve Spojeném království výrobky s mírou náhrady masa vyšší než 30 % na trhu často neuspějí kvůli sensorickým důvodům. Problémem není jen samotný podíl rostlinné náhrady, ale také forma.

Chandler & McSweeney (2022) vytvořili hybridní kuřecí burger s použitím tří druhů luštěninových mouk (žlutý hrách, cizrna a čočka) v množství 0 (kontrola), 25, 50 a 75 %. Autoři se zabývali chemickým složením, vlastnostmi během vaření a texturou. Všechny hybridní burgery měly nižší obsah tuku a vlhkosti, zatímco u žlutého hrachu byl snížen pouze obsah bílkovin. Přídavek luštěnin měl za následek zlepšení varných vlastností, jako je zvýšení výtěžnosti po uvaření a menší vliv na zmenšení průměru a tloušťky burgeru. Texturní analýza ukázala významné rozdíly při zařazení 50 a 75 % rostlinné složky, přičemž byly zjištěny výrazně nižší hodnoty tvrdosti, soudržnosti, pružnosti a gumovitosti ve srovnání s kontrolním burgerem vyrobeným pouze z kuřecího masa. Autoři proto doporučili inkluzi luštěnin do 25 %.

Sun et al. (2022) zkoumali vliv konopného šrotu v množství 10, 20, 30 a 40 % na různé kvalitativní charakteristiky kuřecích párků. Konopný šrot zvýšil obsah popela a celkové vlákniny v kuřecích párcích a zároveň snížil obsah vlhkosti, bílkovin a lipidů. Bylo dosaženo snížení ztrát při vaření a současně se zlepšila stabilita emulze uzzeniny. Konopný šrot zvýšil celkový obsah fenolických látek i schopnost vychytávat 1,1-difenyl-2-pikrylhydrazylóvé (DPPH) radikály, ale také zvýšil oxidaci lipidů, a to pravděpodobně proto, že konopný šrot obsahuje více nenasycených mastných kyselin. Tato studie prokázala, že konopný šrot do kuřecích klobás by mohl nahradit maso a zároveň poskytnout jiné využití tohoto vedlejšího produktu a rozšířit jeho využití v potravinářském průmyslu.

Jak ukázaly tyto studie, v hybridních masných výrobcích již byla testována řada rostlinných složek, ale je třeba provést další studie, aby se našly nejlepší kombinace masného výrobku, rostlinných složek a parametrů zpracování, které by přinesly výsledky v oblasti chuti a textury. Zatímco tradičně se jako rostlinný zdroj bílkovin hojně používají výrobky na bázi sóji, roste zájem o zkoumání jiných zdrojů kvůli alergenitě a problémům s GMO (Wang et al., 2022). V souvislosti s vývojem nových hybridů s ohledem na udržitelnost existuje nevyužitý potenciál ve využívání nedostatečně využívaných luštěnin a obilovin nebo jejich vedlejších produktů.

Hmyz

Pro výrobu hybridních masných výrobků by se také mohly využívat zdroje ve formě hmyzu. To by mohla být zajímavá nová oblast výzkumu, protože hmyz se stává stále populárnějším jako potravinářská přísada a je součástí několika každodenních potravin. Zhang et al. (2022) se zabývali tím, jak se změnila kvalitativní profily hybridních párků v rohlíku, když byla mletá mouka z larev žlutých moučných červů (YMLF = yellow mealworm larvae flour) sušená dvěma různými způsoby (lyofilizovaná a sušená v mikrovlnné troubě) nahrazena různým procentem libového masa (5, 10 a 15 %). Se zvyšujícím se náhradním poměrem byly ztráty při vaření u skupin s YMLF sušenou v mikrovlnné troubě vždy lepší než u kontrolní skupiny. Kromě toho bylo zjištěno, že s rostoucím náhradním poměrem YMLF v obou procesech sušení vykazovaly hybridní párky nižší sensorické hodnoty než kontrolní párky. Přestože hybridní párky stále vykazovaly určité problémy s kvalitou, autoři dospěli k závěru, že 10 % YMLF sušeného v mikrovlnné troubě poskytlo nejlepší výsledky.

Scholliers et al. (2020) se zabývali částečnou náhradou masa superčervy ve vařených párcích. Konkrétně se autoři zabývali vlivem teploty ohřevu a různých koncentrací hmyzu:maso na strukturální stabilitu hybridních párků, přičemž analyzovali dynamické viskoelastické vlastnosti, ztráty při vaření, instrumentální texturu a emulzní stabilitu. Bylo zjištěno, že na strukturální a fyzikální stabilitu hybridních párků (s výjimkou ztráty vařením) má negativní vliv nahrazení více než 5 % masa hmyzem. Přídavek hmyzu však měl pozitivní vliv na vaznost vody a tuku během vaření a skladování v chladu. V souladu s tím bylo poukázáno na to, že je třeba dále pracovat na zlepšení struktury a fyzikální stability těchto hybridních masných výrobků, například přidáním funkčních složek, jako jsou hydrokoloidy nebo jiné bílkoviny.

Ačkoli má hmyz příznivé nutriční složení a vysokou účinnost konverze krmiva, což z něj činí ekologicky šetrnou volbu (Rumpold & Schlüter, 2013), západní spotřebitelé se k jeho konzumaci stále staví odmítavě (Megido et al., 2016).

Ukázky hybridních masných výrobků

Již v rámci specifického vysokoškolského výzkumu MŠMT č. 21-SVV/2020 jsme se věnovali částečnému nahrazování masa rostlinnou složkou, v tomto případě lněnou vlákninou a semeny ze zlatého lnu. Na Obrázku 1 je možné tyto výrobky vidět. Lněná vláknina (mouka) navýšila vlákniny v paštice a zlepšila texturní vlastnosti i sensorický profil. Při vyšším obsahu lněné vlákniny bylo možné paštiku krájet na tenké plátky a zároveň snížit obsah tuku při zachování dobrých sensorických vlastností. Avšak u paštiky s 6 % lněné vlákniny se ukázalo, že je tento přídavek nadbytečný a sensoricky neatraktivní.

Dalším výrobkem byla sekaná (Obrázek 2), která je typickým výrobkem, do kterého se během výroby přidává mouka či strouhanka za účelem lepší stability díla. Lněná vláknina kromě toho, že navyšuje obsah vlákniny, tak také zajišťuje požadované texturní vlastnosti na místo mouky a strouhanky. Další výhodou je vhodnost pro konzumenty s bezlepkovou dietou.



Obrázek 1: Zleva - kontrolní paštika; paštika s 3 % lněné vlákniny; paštika s 6 % lněné vlákniny

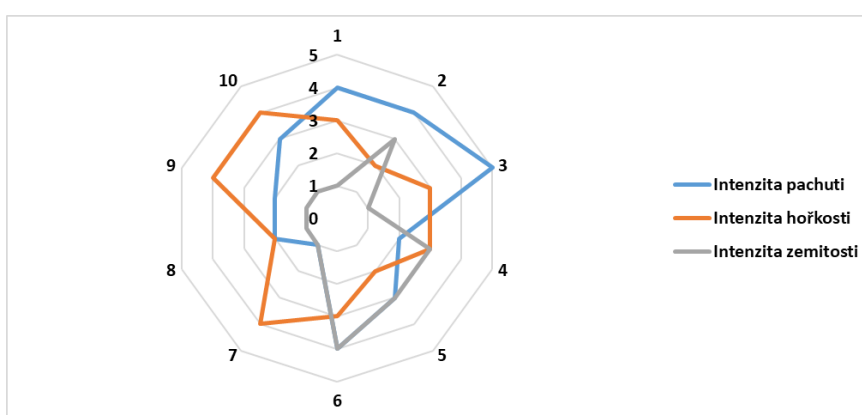


Obrázek 2: Zleva - kontrolní sekaná; sekaná s 3 % lněné vlákniny

Dalšími příklady hybridních masných výrobků jsou výrobky zahrnující hmyz nebo hlemýždi jako složku nahrazující maso, které byly vyvíjeny v rámci specifického vysokoškolského výzkumu projekt č. A2_FPBT_2022_008. V rámci tohoto projektu byly vytvořeny potraviny z alternativních surovin, jako jsou cvrčci (*Acheta domesticus*), larvy potměnků moučného (*Tenebrio molitor*) a hlemýždi (*Helix aspersa*). Cílem bylo vytvoření produktů s 50% přídavky těchto surovin (Tabulka 1). Takovýto přídavek měl však v tomto případě negativní vliv (Obrázek 3) na sensorický profil výrobků. Problém vznikl zejména u zhomogenizovaných sušených cvrčků a larev na prášek („mouku“). Ta byla velmi aromatická a připomínala vůni hub. U těchto prášků byl také problém vytvoření požadované soudržné struktury výrobku (např. Flapjack) po upečení. Běžně totiž u komerčních výrobků, obsahující hmyz v různých formách, je obsah těchto surovin nízký, běžně kolem 5 %.

Tabulka 1: Výrobky s náhradou masa pomocí hmyzu a hlemýžďů

č.	Název výrobku	Alternativní surovina (%)	Trvanlivost
1	Flapjack 1 vanilkový	<i>Acheta domesticus</i> (30 %)	21 dnů / 20 °C
2	Flapjack 2 čokoládový	<i>Acheta domesticus</i> (33 %)	21 dnů / 20 °C
3	Flapjack 3 sýrový	<i>Acheta domesticus</i> (44 %)	21 dnů / 20 °C
4	Jerky z hlemýžďe	<i>Helix aspersa</i> (82 %)	30 dnů / 20 °C
5	Hlemýžďi s bazalkou a sýrem	<i>Helix aspersa</i> (po usušení 56 %)	30 dnů / 4 °C
6	Šneci v oleji s chilli	<i>Helix aspersa</i> (po usušení 70 %)	60 dnů / 4 °C
7	Cvrček smažený máslový	<i>Acheta domesticus</i> (84 %)	30 dnů / 20 °C
8	Červík sušený chilli	<i>Tenebrio molitor</i> (83 %)	30 dnů / 20 °C
9	Šnečí paštika s bučkem	<i>Helix aspersa</i> (53 %)	21 dnů / 4 °C
10	Čokoláda se sušenými cvrčky	<i>Acheta domesticus</i> (51 %)	30 dnů / 20 °C



Obrázek 3: Intenzita nežádoucích vjemů u výrobků s hmyzem a hlemýžďi



Obrázek 4: Zleva – Flapjack 1; hummus s červíky

Závěr

Ze zahraniční odborné literatury je zjevné, že největším problémem ze strany spotřebitelů s konzumací hybridních masných výrobků jsou senzorické vlastnosti, ale také stravovací návyky. I pro samotné technology je někdy zakomponování náhražky masa při výrobě masných výrobků velkým problémem, vlivem změny texturních vlastností. Rostlinné ale i další alternativní zdroje bílkovin mohou také způsobit změny související s procesem výroby a skladováním v důsledku jejich rozdílné technologické funkčnosti. Pro úspěšné uvedení hybridních masných výrobků na trh je tedy třeba tato omezení překonat.

Literatura

- Baune, M-Ch., Broucke, K., Ebert, S., Gibis, M., Weiss, J., Enneking, U., Profeta, A., Terjung, N., Heinz, V. 2023. Meat hybrids—An assessment of sensorial aspects, consumer acceptance, and nutritional properties. *Frontiers in Nutrition*, vol. 10, p. 1101479.
- Chandler, S.L., McSweeney, M.B. 2022. Characterizing the properties of hybrid meat burgers made with pulses and chicken. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol. 27, p. 100492
- González, N., Marquès, M., Nadal, M., Domingo, J.L. 2020. Meat consumption: Which are the current global risks? A review of recent (2010–2020) evidences. *Food Research International*, vol. 137, p. 109341.
- Grasso, S., Asioli, D., Smith, R. 2022. Consumer co-creation of hybrid meat products: A cross-country European survey. *Food Quality and Preference*, vol. 100, p. 104586.
- Grasso, S., Goksen, G. 2023. The best of both worlds? Challenges and opportunities in the development of hybrid meat products from the last 3 years. *LWT*, vol. 173, p. 114235.
- Grasso, S., Jaworska, S. 2020. Part Meat and Part Plant: Are Hybrid Meat Products Fad or Future? *Foods*, vol. 9, p. 1888.
- Lang, M. 2020. Consumer acceptance of blending plant-based ingredients into traditional meat-based foods: Evidence from the meat-mushroom blend. *Food Quality and Preference*, vol. 79, p. 103758.
- Megido, R.C., Gierts, C., Blecker, C., Brostaux, Y., Haubruge, É., Alabi, T. 2016. Consumer acceptance of insect-based alternative meat products in Western countries. *Food Quality and Preference*, vol. 52, pp. 237-243.
- Rocchetti, G., Ferronato, G., Sarv, V., Kerner, K., Venskutonis, P.R., Lucini, L. 2023. Meat extenders from different sources as protein-rich alternatives to improve the technological properties and functional quality of meat products. *Current Opinion in Food Science*, vol. 49, p. 100967.
- Rumpold, B.A., Schlüter, O.K. 2013. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 17, pp. 1-11.
- Scholliers, J., Steen, L., Fraeye, I. 2020. Partial replacement of meat by superworm (*Zophobas morio* larvae) in cooked sausages: Effect of heating temperature and insect: Meat ratio on structure and physical stability. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 66, p. 102535.
- Sun, G., Xiong, Y., Feng, X., Fang Z. 2022. Effects of incorporation of hempseed meal on the quality attributes of chicken sausage. *Future Foods*, vol. 6, pp. 100169
- Wang, T., Kaur, L., Furuhashi, Y., Aoyama, H., Singh, J. 2022. 3D printing of textured soft hybrid meat analogues. *Foods*, vol. 11, p. 478.
- Zhang, F., Cao, C., Kong, B., Sun, F., Shen, X., Yao, X., et al. 2022. Pre-dried mealworm larvae flour could partially replace lean meat in frankfurters: Effect of pre-drying methods and replacement ratios. *Meat Science*, vol. 188, p. 108802.

Poděkování

Tento výstup vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. A1_FPBT_2024_008. Podpořeno projektem Juniorský interní grant 2024 VŠCHT Praha - Vývoj hybridních masných výrobků.

„V rámci projektu JIGA 2024 VŠCHT Praha bychom byli rádi o vyplnění krátkého dotazníku. Pomocí QR kódu na Vašem telefonu si můžete dotazník otevřít a následně vyplnit. Dotazník najdete také na www.ukp.vscht.cz. Děkujeme za Vaši spolupráci.“



Kontaktní adresa

Ing. Filip Beňo, Ph.D., VŠCHT Praha, Fakulta potravinářské a biochemické technologie; Ústav konzervace potravin, Technická 5, 166 28, Praha 6, e-mail: filip.beno@vscht.cz

Detegovanie génov rezistencie na antibiotiká u kmeňov stafylokokov zo surového kozieho mlieka

Detection of antibiotic resistance genes in staphylococci isolated from raw goat milk

Zábolyová, N.¹, Lauková, A.¹, Troscianczyk, A.², Pogány Simonová, M.¹

¹Centrum biovied SAV v.v.i. Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Košice, Slovensko

²Prírodovedecká univerzita v Lubline, Fakulta veterinárskej medicíny, Oddelenie veterinárnej mikrobiológie, Lublin, Poľsko

Súhrn

Kozie mlieko je potravina z nutričného hľadiska veľmi kvalitná, ľahšie stráviteľná (než napr. kravské mlieko) a teda vhodná aj pre konzumentov-alergikov. Avšak môže obsahovať tzv. kontaminantné baktérie, napr. stafylokoky. Aby sa predišlo nežiaducim účinkom, je vhodné otestovať kontaminantné baktérie na prítomnosť/nepítomnosť génov rezistencie, keďže narastá antibiotická rezistencia. Preto cieľom tejto práce bolo analyzovať gény rezistencie (*mecA*, *mecC*, *blaZ*, *ermA*, *ermB*, *ermC*, *tetK*, *tetL*) u stafylokokov pomocou PCR. Z 27 kmeňov stafylokokov zo surového kozieho mlieka, 11 obsahovalo aspoň jeden z 8 testovaných génov (41%). Avšak detegované boli len dva gény, *mecC* gén alebo *blaZ* gén. Stafylokoky neobsahovali gény *msrA*, *ermC*, *mecA*, *tetK*, a *tetL*. Napriek druhovo variabilnému zastúpeniu stafylokokov v surovom kozom mlieku (14 druhov), jednotlivé kmene neobsahovali viaceré gény rezistencie na antibiotiká, čo môže poukazovať na nízku patogenitu a výskyt testovaných génov sa neviaže na určitý druh.

KLúčové slová: antibiotiká, rezistencia, gény, stafylokoky, kozie mlieko, zdravie

Abstract

Raw goat milk represents a food of nutritionally high quality, easy to digest and absorb in comparison with e.g. cow milk. Therefore, it is suitable food for allergic persons. However, goat milk can contain contaminant bacteria such as staphylococci. To avoid unrequested effects, it is necessary to test contaminant bacteria to have/not to have resistance genes. The reason is increasing antibiotic resistance occurrence. Therefore, the aim of this study was to analyse antibiotic resistance genes (*mecA*, *mecC*, *blaZ*, *ermA*, *ermB*, *ermC*, *tetK*, and *tetL*) in staphylococcal strains using PCR method. Eleven (11) out of 27 staphylococci isolated from raw goat milk possessed at least one from eight tested genes (41%). However, only two genes were detected, *mecC* or *blaZ* genes. Staphylococci were absent of genes *msrA*, *erm B*, *ermC*, *mecA*, *tetK*, and *tetL*. In spite of species variable representatives of staphylococci in raw goat milk (14species), the strains did not possess several antibiotic resistance genes; it could indicate low pathogenity. Based on results, antibiotic resistance genes occurrence is not associated with the strain species.

Key words: antibiotics, resistance, genes, staphylococci, raw goat milk, health

Úvod

Slovensko patrí medzi krajiny, kde má chov kôz svoju tradíciu (Uhrín a kol., 2002). Kozie mlieko je potravina z nutričného hľadiska veľmi kvalitná, keďže je bohatá na obsah minerálov, vitamínov, proteínov, potrebných lipidov a esenciálnych aminokyselín (Park,

2006). Výživné látky obsiahnuté v kozom mlieku sú ľahšie stráviteľné a absorbovateľné organizmom v porovnaní napr. s látkami kravského mlieka. A preto je kozie mlieko vhodnejšie aj pre jedincov, ktorí trpia alergiami alebo intoleranciou na mliečne proteíny. Navyše, kozie mlieko samotné obsahuje aj tzv. bioaktívne peptidy s viacerými prospešnými aktivitami ako sú napr. proti-zápalový účinok, antioxidačný, či imuno-modulačný účinok (Tagliazucchi a kol., 2018). Avšak, pri spracovaní a skladovaní surového kozieho mlieka môže byť jeho mikrobiota rôznorodo ovplyvnená (Kalimari a kol., 2020). Môžu v ňom byť detegované i tzv. kontaminantné baktérie napr. aj stafylokoky. Lauková a kol. (2022a) detegovali v surovom kozom mlieku 14 druhov stafylokokov v rámci 37 identifikovaných kmeňov a to aj napriek tomu, že rod *Staphylococcus* bol detegovaný v surovom kozom mlieku len v nízkom percente abundancie pri použití identifikačnej techniky „next-generation sequencing“ (Lauková a kol. 2022b). Z hľadiska potravinovej bezpečnosti je pri detegovaní kontaminantných bakteriálnych kmeňov potrebné poznať či obsahujú gény rezistencie na antibiotiká teda poznanie prítomnosti či neprítomnosti jedného z faktorov virulencie (Kasela a kol., 2023), aby bol zvolený vhodný spôsob ošetrovania mlieka. Mlieko musí byť následne vhodne ošetrované nielen kvôli technologickému spracovaniu, ale práve kvôli znemožneniu prenosu génov rezistencie na konzumenta (Fischer a Titgemeyer, 2023). Preto cieľom tejto štúdie bolo analyzovať prítomnosť/neprítomnosť génov rezistencie na antibiotiká u kmeňov stafylokokov izolovaných zo surového kozieho mlieka.

Materiál a metodika

Pre testovanie prítomnosti génov rezistencie na antibiotiká bolo zo zbierky mikroorganizmov nášho laboratória vybraných 27 rôznych kmeňov stafylokokov (izolovaných zo surového kozieho mlieka). Kmene boli identifikované a testované na produkciu biofilmu ako aj iné vlastnosti v našej predchádzajúcej práci (Lauková a kol., 2022a). Testované boli gény *mecA*, *mecC*, *blaZ*, *ermA*, *ermB*, *ermC*, *tetK*, *tetL*. Z kmeňov stafylokokov bola izolovaná DNA. Do kúmvaviek Ependorf bolo pridaných 100 µl TE pufru (pH=8), 1,5 ml log baktérie a zmes bola po zmixovaní zahrievaná v termobloku (95°C) 15 minút. Získaný lyzát bol použitý pre PCR reakciu. Každá vzorka obsahovala 12,5 µl PCR Mix Plus (A&A Biotechnology, Poland), 1 µl priméru, 6,5 µl vody a 2 µl DNA (lyzát). Amplifikačný program zahŕňal cykly denaturácie, annealovania/žihania a predlžovania. PCR produkty boli analyzované elektroforézou na 1% agarózovom géli a vizualizované pomocou GelDoc Go Imaging System (Bio-Rad Laboratories, USA).

Výsledky a diskusia

Z 27 testovaných kmeňov, u 11 kmeňov bol detegovaný aspoň jeden z 8 génov (41%). Avšak u testovaných stafylokokov bola preukázaná prítomnosť len dvoch génov; buď bol prítomný *mecC* alebo *blaZ* gén. Ostatné gény *msrA*, *erm B*, *ermC*, *mecA*, *tetK*, *tetL* neboli u stafylokokov preukázané. Z 27 kmeňov boli (v rámci druhu *S. arlettae*) 2 kmene bez výskytu uvedených génov, z dvoch kmeňov *S. equorum*, kmeň Sq32/2 (Tabuľka 1) obsahoval *mecC* gén a 1 kmeň bol bez výskytu génov rezistencie. Rovnako bol bez výskytu génov rezistencie aj kmeň *S. delphini* SD30, a 2 kmene *S. epidermidis*, podobne ako aj kmeň *S. simulans* Smi32/1 a kmeň. *schleiferi* Ssch6/2. Aj kmeň *S. pasteurii* SPs 14/1 bol bez výskytu testovaných génov rezistencie. Gén *mecC* bol detegovaný u 9 kmeňov stafylokokov (Tabuľka 1, 33%), zatiaľ čo gén *blaZ* sa vyskytoval len u dvoch kmeňov (*S. xylosus* SX1/2 a *S. hominis* SHo12/1, 7%). Zo 7 kmeňov *S. hominis*, bol *mecC* gén detegovaný len u jedného kmeňa (SHo31/1); aj *blaZ* gén bol prítomný len u jedného

kmeňa *S. hominis* (SHo12/1). Teda 5 kmeňov *S. hominis* bolo bez výskytu testovaných génov rezistencie a 2 kmene obsahovali buď *mecC* gén alebo *blaZ* gén. Z druhu *S. capitis* bol testovaný 1 kmeň obsahujúci *mecC* gén. Dva kmene z druhu *S. lentus* obsahovali *mecC* gén, podobne ako aj 2 kmene z druhu *S. sciuri* (Tabuľka 1). V rámci 3 kmeňov z druhu *S. warneri*, 2 kmene boli bez výskytu génov a u jedného kmeňa bol detegovaný *mecC* gén. Dva kmene *S. xylosus* obsahovali jedenkrát *mecC* gén a raz *blaZ* gén. Zdá sa, že napriek druhovo variabilnému zastúpeniu stafylokokov v surovom kozom mlieku, tieto neobsahovali viaceré gény rezistencie na antibiotiká, teda faktor virulencie, čo z daného pohľadu naznačuje ich nízku patogenitu. V rámci testovaných kmeňov len dva kmene patrili ku koaguláza-pozitívnym stafylokokom (SD30 a Ssch6/2). Obidva kmene však boli bez výskytu testovaných génov. Ostatní zástupcovia stafylokokov patrili ku koaguláza-negatívnym druhom. Zdá sa, že výskyt testovaných génov u stafylokokov sa neviaže na určitý druh, nakoľko pri 14 rôznych druhoch stafylokokov aj kmene v rámci rovnakého druhu neobsahovali príslušný gén, zatiaľ čo niektoré kmene ho mali. Teda prítomnosť jednotlivých génov rezistencie nie je druhovo závislá. Používanie antibiotík v poľnohospodárstve má za následok vzrastajúcu rezistenciu na antibiotiká v potravinách živočíšneho pôvodu, čo predstavuje problém pre zdravie konzumentov (Vidovic a Vidovic, 2020).

Tabuľka 1: Výskyt génov rezistencie u kmeňov stafylokokov izolovaných zo surového kozieho mlieka

Kmeň	<i>mecC</i> gén	<i>blaZ</i> gén
<i>S. equorum</i> Sq 32/2	+	-
<i>S. hominis</i> SHo 12/1	-	+
<i>S. hominis</i> SHo 31/1	+	-
<i>S. capitis</i> Sca 32/1	+	-
<i>S. sciuri</i> Sci 50/1	+	-
<i>S. sciuri</i> Sci 52/1	+	-
<i>S. lentus</i> SL37/1	+	-
<i>S. warneri</i> SW39	+	-
<i>S. xylosus</i> XS1/2	-	+
<i>S. xylosus</i> SX33/2	+	-

Ostatné kmene boli bez výskytu testovaných génov. Kmene v Tabuľke 1 boli tiež bez výskytu ostatných testovaných génov; + znamená, prítomnosť génu u kmeňa, - znamená, že kmeň je bez výskytu daného génu

Ako už bolo spomenuté, stafylokoky predstavujú kontaminantné baktérie, u ktorých je detegovaná najmä rezistencia na meticilín a to predovšetkým u koaguláza-pozitívnych druhov (KoPS). Avšak, v ostatných rokoch bol tento typ rezistencie zistený aj u zástupcov koaguláza-negatívnych stafylokokov (KoNS, Silva a kol., 2022). V našom prípade, KoPS druhy, *S. schleiferi* a *S. delphini* boli bez výskytu týchto génov a v prípade KoNS druhov a kmeňov prevládal tiež výskyt najmä *mecC* génu teda meticilínová rezistencia. Avšak prítomnosť génov nedosiahla ani 50%. *BlaZ* gén bol zistený len u 2 kmeňov druhu *S. xylosus* a *S. hominis*. Mohli by sme teda skonštatovať, že detegované stafylokoky v surovom kozom mlieku z hľadiska rezistencie na antibiotiká nepredstavujú striktné nebezpečenstvo pre konzumenta a navyše je možné ich eliminovanie za použitia postbioticky aktívnych substancií-bakteriocínov (Lauková a kol., 2022a). V našej

predchádzajúcej štúdií sme zistili, že stafylokoky boli citlivé ku lantibiotickým bakteriocínom (postbiotikám) nízku aj galidermínu pri aktivite 204 800 AU/ml. Z technologického hľadiska je dôležité, že tieto substancie nezanechávajú reziduá.

Záver

U 11 stafylokokov bol detegovaný aspoň jeden z 8 génov rezistencie (41%). Avšak detegované boli dva typy génov *mecC* alebo *blaZ*. Stafylokoky neobsahovali gény *msrA*, *erm B*, *ermC*, *mecA*, *tetK* a *tetL*. Napriek druhovo variabilnému zastúpeniu stafylokokov v surovom kozom mlieku (14 druhov), kmene neobsahovali viaceré gény rezistencie na antibiotiká, čo môže poukazovať na ich nízku patogenitu. Výsledky ukazujú, že prítomnosť/nepítomnosť testovaných génov sa neviaže na určitý druh.

Literatúra

- Fischer, S.W., Titgemeyer, F. 2023. Protective cultures in Food products:from science to market. *Foods*, vol. 12, pp. 1541. <https://doi.org/10.3390/foods12071541>
- Kamilari, E., Anagnostopoulos, D.A., Papademas, P., Efthymiou, M., Tretiak, S., Tsaltas, D. 2020. Snapshot of Cyprus raw goat milk bacterial diversity via 16S rDNA High-throughput sequencing; impact of cold storage conditions. *Fermentation*, vol. 6, no. 100. doi:10.3390/fermentation6040100.
- Kasela, M., Ossowski, M., Dzikon, E., Ignatiuk, K., Wlazlo, L., Malm, A. 2023. The epidemiology of animal associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Antibiotics*, vol. 12, pp. 1079. <https://doi.org/10.3390/vetsci3030014>
- Lauková, A., Pogány Simonová, M., Focková, V., Tomáška, M., Drončovský, M., Vargová, M., Dvorožňáková, E. 2022a. Slovak raw goat milk as a source of variable, biofilm-forming staphylococci, and their susceptibility to lantibiotic bacteriocins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 2, no. 40, pp. 40-47. doi:10.1002/jsf2.27
- Lauková, A., Mícenková, L., Grešáková, L., Maďarová, M., Pogány Simonová, M., Focková, V., Ščerbová, J. 2022b. Microbiome associated with Slovak raw goat milk, trace minerals, and vitamin E content. *International Journal of Food Science*. Article ID 4595473, 8 pages <https://doi.org/10.1155/2022/s595473>
- Park, Y.W. Goat milk:goat milk-chemistry and Nutrition. 2006. In *Handbook of milk of non-bovine mammals*; Park, Y.W., Haenlein, G.F.W., Eds.; Blackwell Publishing Professional:Oxford, UK, Ames, IA, USA, pp. 34-58.
- Silva, V., Canca, M., Ferreira, E., Vieira-Pinto, M., Saraiva, C., Pereira, J.E., Capelo, J.L., Igrejas, G., Poeta, P. 2022. Multidrug-resistant methicillin-resistant coagulase-negative staphylococci in healthy poultry slaughtered for human consumption. *Antibiotics*, vol. 11, pp. 365. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8050639>
- Tagliazucchi, D., Martini, S., Shamsia, S., Helal, A., Conte, A. 2018. Biological activities and peptidomic profile of in vitro-digested cow, camel, goat and sheep milk. *International Dairy Journal*, vol. 81, pp. 19-27.
- Uhrín, V., Lauková, A., Jančová, A., Plintovič, V. 2002. Mlieko a mliečna žľaza (in Slovak). eds. Publ. No. 92. Nitra:Faculty of Natural Sciences of the University Constatntinus Philosophus; pp. 5-167. ISBN-80-8050-511-X.
- Vidovic, N., Vidovic, S. 2020. Antimicrobial resistance and food animals:influence of livestock environment on the emergence and dissemination of antimicrobial resistance. *Antibiotics*, vol. 9, no. 52. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9020052>

Pod'akovanie

Výsledky boli dosiahnuté v rámci projektov APVV-20-0204, APVV-17-0028 a čiastočne aj v rámci projektu APP0464.

Kontaktná adresa

MVDr. Natália Zábolyová a MVDr. Andrea Lauková CSc., Centrum biovied SAV, v.v.i. Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6, 040 01 Košice, Slovensko, email: kotesovska@saske.sk

**Stanovení rizika mikrobiální kontaminace vzorků potravin při
narušení chladírenského řetězce během transportu**
*Determining the risk of microbial contamination of food samples after
cold chain disruption during their transport*

**Haruštiaková, D.¹, Martínková, N.¹, Necidová, L.², Bursová, Š.², Zouharová, A.²,
Bartáková, K.²**

¹RECETOX, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Brno,

²Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta
veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno,

Souhrn

Při transportu úředně odebraných vzorků potravin je nezbytné, aby mikrobiologický profil vzorku při přijetí do laboratoře co nejpřesněji odrážel aktuální stav v době jeho odběru. Může ovšem nastat situace, kdy je chladicí řetězec během transportu přerušen. Hlavními faktory, které mohou ovlivnit mikrobiální profil čerstvých chlazených potravin jsou teplota, délka expozice potraviny této teplotě a případně i doba vyšetření vzorku po následném uskladnění v adekvátních podmínkách analytických laboratoří. S cílem zjistit vliv těchto faktorů na počet mikroorganismů jsme experimentálně narušily chladicí řetězec u osmi různých potravin ve třech různých typech balení. Tato experimentální data sloužila k vytvoření sady prediktivních statistických modelů, které hodnotí vliv teploty, délky expozice této teplotě a doby vyšetření vzorku na pravděpodobnost narušení vzorku daného typu potraviny v daném typu obalu. Výsledky těchto modelů byly použity k vytvoření softwaru implementovaného do volně přístupné webové aplikace na stránce <https://webstudio.shinyapps.io/transportvzorku/>. Tento nástroj je primárně určen dozorovým orgánům a laboratořím jako pomůcka umožňující posouzení konkrétní situace vzniklé při transportu vzorků v neadekvátní teplotě i jako nástroj pro minimalizaci možnosti zpochybnění výsledků analýz v rámci probíhajících správních řízení. Uživatel aplikace zvolí typ potraviny a typ jejího balení, teplotu v transportním boxu, které byl vzorek vystaven, délku expozice této zvýšené teplotě a dobu setrvání vzorku ve vyhovující teplotě do mikrobiologického vyšetření. Simuluje tak porušení chlazení při transportu vzorku. Software jako výsledek zobrazí předpokládaný počet mikroorganismů (uveden v násobcích výchozí hodnoty) a riziko narušení mikrobiologického profilu vzorku ve formě doporučení či nedoporučení vzorku k analýze, a to včetně vizualizace v podobě trojrozměrného grafu.

Klíčová slova: *chlazené drůbeží maso, mleté maso, chlazené ryby, balení, mikrobiologická kvalita*

Abstract

When transporting food samples collected by supervisory authorities, it is essential that the microbiological profile of the sample on receipt in the laboratory matches that present at the time of collection as accurately as possible. However, in some instances, cold chain disruption may occur during transport. The main factors potentially affecting the microbial profile of fresh chilled foods include the temperature, the length of exposure of the food to that temperature, and, where applicable, the time until sample analysis after receipt to the laboratory and return to optimum storage conditions. We investigated the influence of these factors on microorganism count by experimentally disrupting the cold chain of eight different foods in three different types of packaging. These experimental

data were used to develop a set of predictive statistical models considering the effect of temperature, length of exposure to the respective temperature, and time to sample examination on the likelihood of compromising the sample of a particular food type in a particular packaging. The results of these models were used to develop software implemented in a freely accessible web application at <https://webstudio.shinyapps.io/transportvzorku/>. This tool is primarily intended for use by supervisory authorities and laboratories to enable them to assess a specific situation arising from the transport of samples at an inadequate temperature. Moreover, it can also serve as a tool to minimize the possibility of the results of analyses being challenged during the subsequent administrative proceedings. The user of the application can select the type of food and of packaging, the temperature in the transport box to which the sample has been exposed, the length of exposure to this elevated temperature, and the time period between the return to an appropriate temperature and microbiological examination, i.e., data simulating a cold chain disruption during the sample transport. As a result, the software displays the predicted number of microorganisms (in multiples of the initial value) and the degree of risk of the sample microbiological profile being compromised by recommending or not recommending the sample for analysis, including a visualization in the form of a three-dimensional graph.

Key words: *chilled chicken meat, minced meat, chilled fish, packaging, microbiological quality*

Úvod

Legislativní požadavky na teplotu skladování včetně transportu chlazeného drůbežího masa, ryb a mletého masa uvádí nařízení (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu ve znění pozdějších předpisů. Potraviny živočišného původu jsou velmi rychle se kazící komoditou a podporují mikrobiální růst i v případě, že jsou skladovány chlazené (Säde et al., 2013). V případě transportu vzorků chlazených potravin do laboratoře je velmi důležité dodržet odpovídající teplotní řetězec. Při zvýšení teploty potravin může dojít k nárůstu kontaminující mikroflóry.

Cílem studie bylo posoudit vliv neadekvátního transportu na výsledek mikrobiologických analýz chlazeného drůbežího masa, ryb a mletého masa. Situace, které byly experimentálně ověřeny, představují transport vzorku, kdy k narušení chladicího řetězce dochází při převozu vzorku v transportním boxu, tj. od jeho odběru po uskladnění ve vyhovující teplotě. Následné uskladnění vzorku (např. v meziskladu na inspektorátu), resp. jeho převoz svozovou linkou, probíhá již ve vyhovující teplotě až do doby mikrobiologického vyšetření. Výsledky studie umožňují definovat přijatelný postup při odběru a transportu vzorků potravin, především s ohledem na minimalizaci případného znehodnocení vzorku či zpochybnění výsledků analýz.

Materiál a metodika

Přerušení chladicího řetězce bylo simulováno u tří druhů ryb (kapr obecný, losos atlantický, treska atlantická), u dvou druhů chlazeného drůbežího masa (kuřecí prsa a kuřecí stehna) a tří druhů mletého masa (mletá vykostěná kuřecí stehna, mleté hovězí maso, mletá směs hovězího a vepřového masa) ve třech typech obalů (prosté balení, balení v modifikované atmosféře (MAP), vakuové balení – toto balení pouze u ryb).

Všechny potraviny byly zakoupeny v maloobchodní síti a dopraveny do laboratoře při teplotě požadované legislativou a při této teplotě byly skladovány až do zahájení pokusu

(mleté maso: ≤ 2 °C; chlazená drůbež: ≤ 4 °C; ryby v prostém balení: 0–1 °C; ryby balené ve vakuu a v MAP: ≤ 3 °C).

U jednotlivých komodit bylo simulováno zvýšení teploty při transportu vzorků na 5–25 °C. Doba expozice této zvýšené teplotě byla 0,5–4 h. Bezprostředně po této době byly vzorky vráceny do prostředí s doporučenou skladovací teplotou, kde byly ponechány až do odběru vzorků. Analytické vzorky byly odebrány ihned po ukončení expozice vzorku zvýšené teplotě, po 3 hodinách nebo po 24 hodinách od porušení chlazení. Jako kontrolní vzorky byly použity vzorky skladované při legislativně požadovaných teplotách bez porušení chlazení.

U analytických vzorků všech modelových pokusů u všech potravin byly sledovány především mikrobiologické parametry, tj. celkový počet mikroorganismů (CPM) (ČSN EN ISO 4833-1/2013) a počet psychrotrofních mikroorganismů (CPP) (ČSN ISO 17410/2020). Zjištěné hodnoty počtu mikroorganismů v KTJ.g^{-1} byly logaritmičtě transformovány při použití dekadického logaritmu ($\log \text{KTJ.g}^{-1}$).

Kontrolní vzorky, u kterých nedošlo k porušení chladicího řetězce, byly použity k vypočítání horní meze reprodukovatelnosti dle normy ČSN EN ISO 7218/2008, a to pro každou šarži dané potraviny v daném typu balení zvlášť. Horní mez reprodukovatelnosti byla uvažována jako hodnota počtu mikroorganismů, která by při zachování chladicího řetězce neměla být překročena. Překročení horní meze tak dosahovaly hodnot 0 (mezní hodnota nebyla překročena) nebo 1 (mezní hodnota byla překročena).

Z důvodu různých šarží potravin použitých v experimentu byly hodnoty CPM i CPP u vzorků po porušení chlazení vyjádřeny jako násobek výchozí hodnoty (výchozí hodnota je hodnota počtu mikroorganismů u vzorků bez porušení chlazení stejné šarže). Tato úprava umožnila porovnatelnost vzorků potravin z různých šarží.

Takto upravená data byla použita k vyhodnocení vlivu teploty, délky expozice této teplotě a době vyšetření vzorku na CPM i CPP (hodnoty CPM i CPP přepočítány jako násobek výchozí hodnoty), a to pomocí obecného lineárního modelu. Dále byla pomocí zobecněného lineárního modelu s logit linkovací funkcí vyhodnocena pravděpodobnost překročení mezní hodnoty v závislosti na teplotě skladování, délce expozice této teplotě a době vyšetření vzorku. Pro hodnocení vzorku byly klíčové výsledky ze zobecněných lineárních modelů určující pravděpodobnost překročení mezní hodnoty. Pro každý typ potraviny a balení byl vytvořen model pro překročení mezní hodnoty CPM a model pro překročení mezní hodnoty CPP. Z těchto dvou modelů byl pro software vybrán ten, který vedl k přísnějším výsledkům (tj. častějšímu nedoporučení vzorku k analýze z důvodu překročení mezní hodnoty). Pro každou potravinu a typ balení byly uloženy a v softwaru použity predikované pravděpodobnosti překročení mezní hodnoty vybraného zobecněného lineárního modelu a taky predikované hodnoty násobků výchozích hodnot (upravený počet mikroorganismů) příslušného obecného lineárního modelu.

Ke zpracování dat byl použit software R (R Core Team, 2024). Výsledky z prediktivních modelů byly implementovány do formy volně přístupné webové aplikace využívající R a balíčky „shiny“, „shinythemes“, „readxl“ a „plotly“ (Chang et al., 2024, Sievert, 2020, Wickham, 2023).

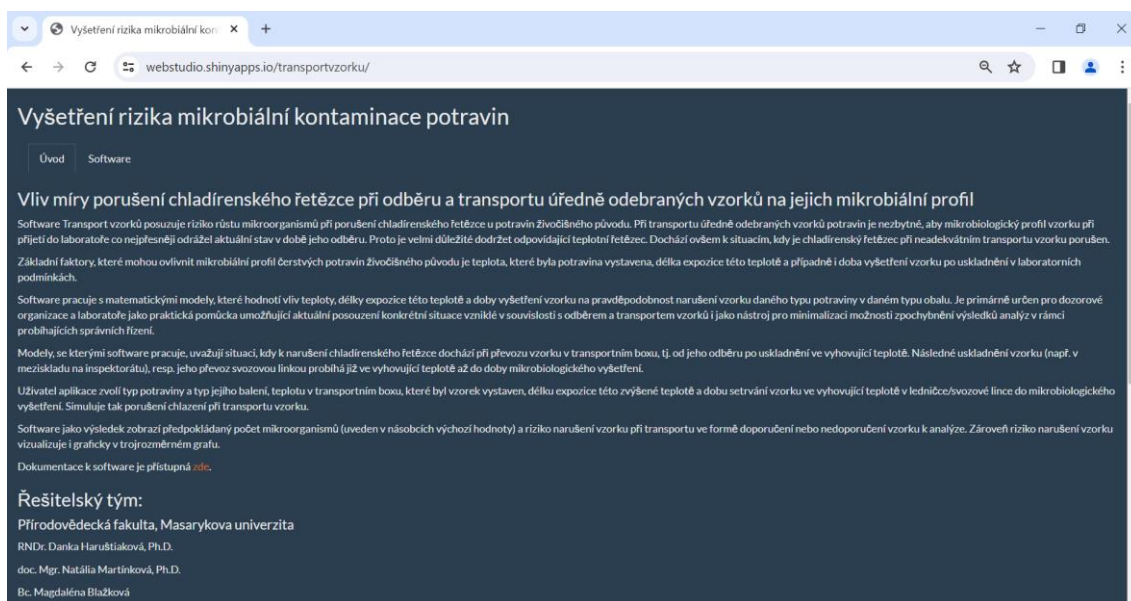
Výsledky a diskuze

Vytvořený uživatelský software vizualizuje a kvantifikuje riziko mikrobiální kontaminace potravin v důsledku narušení chladírenského řetězce. Je volně přístupný na webové stránce <https://webstudio.shinyapps.io/transportvzorku/>.

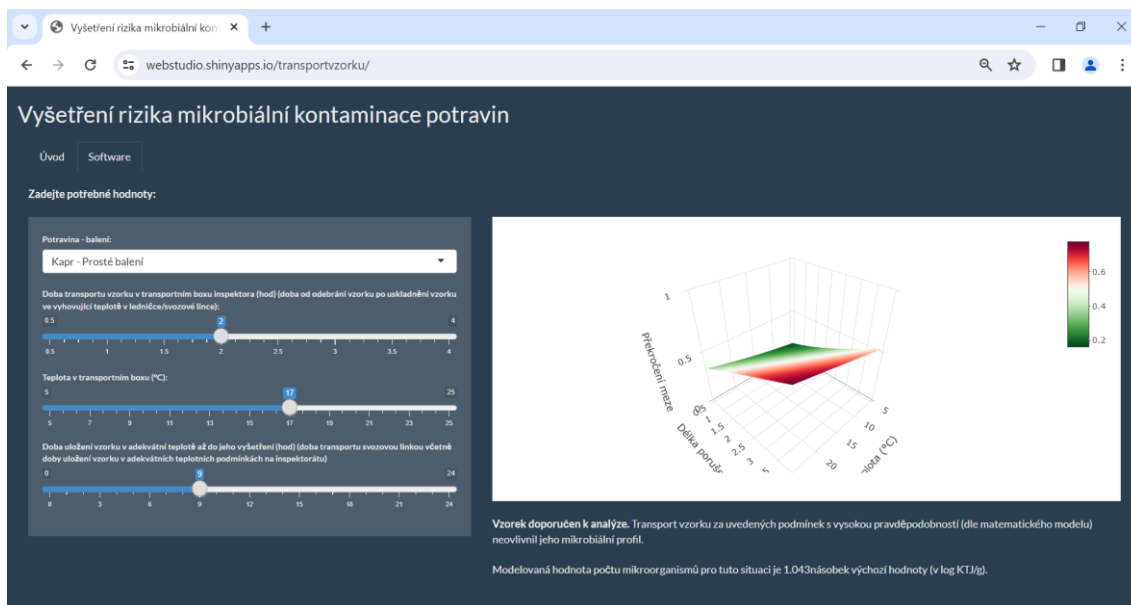
Na úvodní kartě softwaru jsou základní informace o nástroji a pokyny k použití (obr. 1). Druhá záložka obsahuje funkční část aplikace. V ní uživatel zvolí typ potraviny a typ jejího balení, teplotu, které byla potravina vystavena (možnost nastavení od 5 do 25 °C, po 0,5 °C), délku expozice této zvýšené teplotě (od 0,5 hodiny do 4 hodin, možnost nastavení po 0,5 hod) a dobu setrvání vzorku ve vyhovující teplotě v ledničce/svozové lince do mikrobiologického vyšetření (od 0 do 24 hodin, možnost nastavení po 1 hod). Simuluje tak porušení chlazení při transportu vzorku (obr. 2).

Software jako výsledek zobrazí předpokládaný počet mikroorganismů (uveden v násobcích výchozí hodnoty) a poskytne doporučení, zda lze vzorek analyzovat. Vzorky, u kterých byla predikovaná pravděpodobnost překročení meze vyšší než 0,5, nejsou doporučeny k analýze. Jde o případy, kdy je velice pravděpodobné, že při transportu vzorku za daných podmínek došlo k ovlivnění jeho mikrobiálního profilu. V případech, kdy byla predikovaná pravděpodobnost překročení meze nižší než 0,5, je vzorek doporučen k analýze. Jeho transport za zvolených podmínek s vysokou pravděpodobností (dle matematického modelu) neovlivnil jeho mikrobiální profil. Predikovaná hodnota počtu mikroorganismů ve formě násobku výchozí hodnoty je doplňující informací. Kromě slovního vyhodnocení je riziko narušení vzorku vizualizováno graficky v trojrozměrném grafu (obr. 2).

Stejně jako výsledky této studie i celá řada dalších publikací potvrzují vliv teploty na růst a množení bakterií u chlazených ryb (Giarratana et al., 2022), chlazené drůbeže (Yimenu et al., 2019) a mletého masa (Djordjevic et al., 2022). Obdobně také výsledky prací mnoha autorů hodnotí vliv typu balení na údržnost a mikrobiální kvalitu potravin živočišného původu (Zouharová et al., 2023).



Obrázek 1: Úvodní stránka softwaru Transport vzorku



Obrázek 2: Zadávání hodnot a zobrazení výsledků v softwaru Transport vzorku

Závěr

Porušení chladicího řetězce např. při transportu vzorku do laboratoře může ovlivnit výsledky mikrobiologického hodnocení. Zejména v případech, kdy dochází k vystavení vzorku vyšší teplotě delší dobu, je nevyhnutné vzorky analyzovat bezprostředně po příjmu do laboratoře. Volně dostupný software, který je založen na matematických modelech experimentálních dat, hodnotí vliv míry porušení chladicího řetězce při odběru a transportu úředně odebraných vzorků na jejich mikrobiální profil. Software je volně dostupný odborné i laické veřejnosti. Výsledky poskytované tímto nástrojem jsou určeny k podpoře rozhodovacího procesu.

Literatura

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

ČSN EN ISO 7218. 2008. Mikrobiologie potravin a krmiv – Všeobecné požadavky a doporučení pro mikrobiologické zkoušení.

Chang, W., Cheng, J., Allaire, J., Sievert, C., Schloerke, B., Xie, Y., Allen, J., McPherson, J., Dipert, A., Borges, B. 2024. Shiny: Web Application Framework for R. R package version 1.9.0, <https://github.com/rstudio/shiny>, <https://shiny.posit.co/>.

Djordjevic, J., Boskovic, M., Lasic, I. B., Djordjevic, V., Baltic, T., Laudanovic, M., Baltic, M. Z. 2019. Spoilage-related bacteria of pork and beef minced meat under vacuum and modified atmosphere. *Romanian Biotechnological Letters*, vol. 24, no. 4, p. 658-668.

Giarratana, F., Panebianco, F., Nalbone, L., Ziino, G., Valenti, D., Giuffrida, A. 2022. Development of a predictive model for the shelf-life of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *Italian Journal of Food Safety*, vol. 11, no. 1, 10019.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienické předpisy pro potraviny živočišného původu. *Úřední věstník Evropské unie*, 2004, L. 139, 30. 4. 2004, p. 14–74. (ve znění pozdějších předpisů)

R Core Team. 2024. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Säde, E., Muros, A., Björkroth, J. 2013. Predominant enterobacteria on modified-atmosphere packaged meat and poultry. *Food Microbiology*, vol. 34, pp. 252-258.

Sievert, C. 2020. Interactive Web-Based Data Visualization with R, plotly, and shiny. Chapman and Hall/CRC. ISBN 9781138331457, <https://plotly-r.com>.

Wickham, H., Bryan, J. 2023. readxl: Read Excel Files. <https://readxl.tidyverse.org>, <https://github.com/tidyverse/readxl>.

Yimenu, S. M, Koo, J., Kim, B. S, Kim, J. H., Kim, J. Y. 2019. Freshness-based real-time shelf-life estimation of packaged chicken meat tunder dynamic storage conditions. *Poultry Science*, vol. 98, pp. 6921-6930.

Zouharová, A., Bartáková, K., Bursová, Š., Necidová, L., Haruštíaková, D., Klimešová, M., Vorlová, L. 2023. Packaging of meat and fish and its impact on the shelf life – a review. *Acta Veterinaria Brno*, vol. 92, pp. 63-76.

Poděkování

Práce byla finančně podpořena projektem NAZV QK21020245. Autoři dále děkují projektu výzkumné infrastruktury RECETOX RI (č. LM2023069) a projektům H2020 CETOCOEN Excellence 857560 a OP VVV CZ.02.1.01/0.0/0.0/17_043/0009632.

Kontaktní adresa

RNDr. Danka Haruštíaková, Ph.D., RECETOX, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 602 00 Brno, ČR; E-mail: harustiakova@iba.muni.cz

**Stabilita postbioticky aktívnych enkapsulovaných laktobacilov
z kozieho mlieka a ovčieho hrudkového syra v jogurtoch**
*Stability of postbiotic active encapsulated lactobacilli from raw goat milk
and ewe milk lump cheese in yogurts*

Lauková, A., Ščerbová, J., Bino, E., Zábolyová, N., Pogány Simonová, M.
Centrum biovied SAV v.v.i. ÚFHZ, Košice, Slovensko

Súhrn

Laktobacily sú kyselinu mliečnu produkujúce baktérie, z ktorých mnohé kmene majú prospešné vlastnosti. V rámci laktobacilov boli na našom pracovisku vyselektované a študované kmene s prospešnými vlastnosťami, *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1 a *Lacticaseibacillus paracasei* LPa12/1, ktoré sú postbioticky aktívne, teda produkujú antimikrobiálne pôsobiace látky bielkovinovej povahy - bakteriocíny, ktoré boli v ostatných rokoch zaradené do skupiny postbiotík. Postbioticky aktívne, prospešné laktobacily môžu predstavovať vhodné aditívum v mliekarenskom priemysle napr. pre tzv. funkčné jogurty (potraviny). Aby kmeň plnil svoju prospešnú aktivitu v produkte, musí byť aplikovaný vo vhodnej forme a stabilný. Preto cieľom tejto práce bolo zistiť stabilitu uvedených kmeňov po ich aplikácii v lyofilizovanej (enkapsulovanej) forme do jogurtov z rôzneho mlieka. Nezávisle od pôvodu, obidva kmene v enkapsulovanej forme rovnako rástli a boli stabilné v jogurte z kozieho mlieka, zatiaľ čo v kombinovanom jogurte síce obidva kmene rástli rovnomerne, ale počty kmeňa LP17L/1 na 10. deň poklesli, ale kmeň LPa12/1 bol stabilný. V jogurte z kravského mlieka obidva kmene dosahovali nižšie počty než v kozom a kombinovanom jogurte. Hodnoty pH neboli negatívne ovplyvnené podávaním kmeňov. Lyofilizácia-enkapsulácia je vhodnou formou aplikovania postbioticky aktívnych aditívnych kmeňov.

Kľúčové slová: jogurty, postbiotikum, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lacticaseibacillus paracasei*, stabilita

Abstract

Lactobacilli are lactic acid bacteria, many of which possess beneficial properties. Regarding the lactobacilli, beneficial, postbiotic active strains *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1 and *Lacticaseibacillus paracasei* LPa12/1 have been selected and studied at our laboratory meaning the strains producing antimicrobial substances of proteinaceous character-bacteriocins which have been allotted in the group of postbiotics recently. Postbiotic active, beneficial lactobacilli can be supposed a suitable additive in dairy industry, e.g. as functional yogurts (food). To fulfill beneficial activity in the product, each beneficial strain has to be applied in suitable form and to be stable. Therefore, the aim of this study was testing stability of the strains mentioned after their application in freeze-dried (encapsulated) form into yogurts produced from different types of milks. Both strains in encapsulated form grew sufficiently in yogurts not depending on the source of isolation and they were counted in stable count in goat milk yogurts, while in ewe-goat milk yogurts both strains grew well but LP17L/1 count was decreased on day 10. However, LPa12/1 strain was stable. Both strains reached lower amounts in cow milk yogurts than in ewe-goat milk and goat milk yogurts. The pH values were not influenced using both strains. Freeze-drying (encapsulation) is a suitable application form of postbiotic active additive strains.

Key words: yogurts, postbiotic, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lacticaseibacillus paracasei*, stability

Úvod

Kyselinu mliečnu produkujúce baktérie (KMPB) tvoria prirodzenú mikrobiotu surového kravského, ovčieho i kozieho mlieka a sú zastúpené viacerými rodmi ako napr. rod *Lactobacillus*, *Lacticaseibacillus*, *Lactiplantibacillus*, či *Lactococcus*. Zástupcovia uvedených rodov sú potom prirodzene prítomné aj v produktoch ako sú ovčí sudovaný syr alebo ovčí hrudkový syr. V rámci laktobacilov boli na našom pracovisku vyselektované a študované kmene s prospešnými vlastnosťami, *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1 (Lauková a kol., 2022, 2024) a *Lacticaseibacillus paracasei* LPa12/1 (Lauková a kol., 2023), ktoré sú postbioticky aktívne, čo znamená, že produkujú antimikrobiálne pôsobiace látky bielkovinovej povahy - bakteriocíny, ktoré boli v ostatných rokoch zaradené do skupiny postbiotík. Postbiotiká sú definované ako substancie neživých mikroorganizmov a/alebo komponenty, ktoré majú prospech pre zdravie hostiteľa (Nataraj a kol., 2020). Takéto, postbioticky aktívne, prospešné baktérie - laktobacily môžu predstavovať vhodné aditívum v mliekarenskom priemysle napr. pre jogurty, ktoré následne môžu byť označené za funkčnú potravinu. Aby kmeň plnil svoju prospešnú aktivitu v produkte, musí byť aplikovaný vo vhodnej forme a preukázať stabilitu po osídlení daného produktu. Výhodnou formou aplikácie je enkapsulácia. A najjednoduchšou formou enkapsulácie je lyofilizácia (Nedovic a kol., 2011). Preto aj cieľom našej práce bolo zistiť stabilitu uvedených kmeňov po ich aplikácii v lyofilizovanej forme do jogurtov z rôzneho mlieka; kozieho, kravského, či ovčieho - kozieho mlieka. Keďže dané kmene majú prospešné vlastnosti ako bolo uvedené v predchádzajúcich prácach (Lauková a kol., 2022, 2023, 2024; Vargová a kol., 2020), môžu byť označené aj za funkčné aditíva a v budúcnosti využiteľné v mliekarenskom priemysle.

Materiál a metodika

Kmeň *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1 je izolovaný z ovčieho sudovaného syra. Je bez hemolýzy, citlivý ku antibiotikám. Je to deoxyribonukleáza-negatívny kmeň, ktorý netvorí biofilm, ale dobre toleruje prostredie s obsahom žlče a nízke pH. Produkuje užitočný enzým β -galaktozidáza a je postbioticky aktívny - produkuje antimikrobiálne pôsobiaci plantaricín. Je uložený v Českej zbierke mikroorganizmov (CCM 9208) ako aj v GenBanku pod prístupovým číslom ON114094 (Lauková a kol., 2024). Aj kmeň *Lacticaseibacillus paracasei* LPa12/1, izolovaný zo surového kozieho mlieka je hemolýza-negatívny, s dobrou toleranciou na žlč a nízke pH; tiež produkuje enzým β -galaktozidáza a má postbiotickú aktivitu (Lauková a kol., 2023). Obidva kmene sú bezpečné (test na myškách hybridného plemena Balb/c). Pre experiment boli pripravené rifampicínom značené varianty obidvoch kmeňov - pre odlíšenie od ostatnej mikrobioty, (Lauková a kol., 2024) a kmene boli enkapsulované - lyofilizované (10^9 KTJ/ml) ako bolo popísané v predchádzajúcej práci (Lauková a kol., 2024). Na inokuláciu (0,5 g) boli použité jogurty vyrobené z kozieho, ovčieho-kozieho a kravského mlieka dostupné z obchodnej siete. Pred aplikáciou boli jogurty skontrolované na nežiaducu mikrobiotu použijúc krvný agar. Po inokulovaní boli jogurty umiestnené v chladničke (4 °C) a následne boli odoberané vzorky ako z kontrolných jogurtov, tak i z experimentálnych jogurtov po 24 h, na 7. a 10. deň (najčastejšie deklarovaný čas expirácie alebo pokiaľ mali zachovaný senzorycky prijateľnú kvalitu). Sledované boli počty aplikovaných kmeňov na

MRS agare (Merck, Darmstadt, Nemecko) s rifampicínom (100 µg/ml). Hodnoty pH boli merané pomocou pH metra Checker (pH Instruments Inc. USA). Počty baktérií boli vyjadrené v kolónie tvoriacich jednotkách na g (KTJ/g) log 10.

Výsledky a diskusia

V jogurte z kombinovaného (ovčieho-kozieho) mlieka boli po 24 h od aplikácie hodnoty obidvoch kmeňov dostatočne vysoké (5,1 KTJ/g log 10). Tieto počty boli zachované aj na 7. deň ($4,60 \pm 0,1$ KTJ/g log 10 pre kmeň LP17L/1 a $5,15 \pm 0,1$ KTJ/g pre kmeň LPa12/1). Na 10. deň bol zaznamenaný výrazný pokles kmeňa LP17L/1 ($1,90 \pm 0,0$ KTJ/g log 10), zatiaľ čo počty kmeňa LPa12/1 vzrástli o 1 log cyklus ($6,1 \pm 0,1$ KTJ/g log 10). V kozom jogurte obidva kmene dosiahli po 24 h od aplikácie rovnaké počty, ktoré boli takmer zhodné s ich počtom v jogurtoch z ovčieho-kozieho jogurtu ($4,78 \pm 0,02$ KTJ/g). V prípade kozieho jogurtu bol rast obidvoch kmeňov v jogurte vyrovnaný a na 7. deň dosiahol $6,56$ KTJ/g \pm $0,2$ KTJ/g pre kmeň LPa12/1 a $6,60 \pm 0,2$ KTJ/g pre kmeň LP17L/1. Na 10. deň ich počty opätovne narástli rovnako ($7,45 \pm 0,5$ KTJ/g- LPa12/1 a $7,52 \pm 0,5$ KTJ/g pre LP17L/1). Teda obidva kmene po podaní v enkapsulovanej forme nezávisle od pôvodu rástli a boli stabilné rovnako v jogurte z kozieho mlieka, zatiaľ čo v kombinovanom jogurte síce obidva kmene rástli rovnomerne, ale počty kmeňa LP17L/1 na 10. deň poklesli, avšak kmeň LPa12/1 sa prejavil ako stabilný. V jogurte z kravského mlieka obidva kmene dosahovali po 24 h od aplikácie nižšie počty ($2,88 \pm 0,2$ KTJ/g pre kmeň LP17L/1 a $2,1 \pm 0,0$ KTJ/g pre kmeň LPa12/1) než v kozom a kombinovanom jogurte. Na 7. deň dosiahli počty kmeňa LPa12/1 v jogurte z kravského mlieka $2,36 \pm 0,2$ KTJ/g a $2,20 \pm 0,2$ KTJ/g u kmeňa LP17L/1; teda nižšie počty než v kozom či kombinovanom jogurte, avšak tieto počty boli stabilné na 10. deň u kmeňa LP17L/1 ($2,13 \pm 0,0$ KTJ/g) a v prípade kmeňa LPa12/1 boli na 10. deň zaznamenané dokonca vyššie počty ($4,78 \pm 0,3$ KTJ/g). Hodnoty pH neboli negatívne ovplyvnené podávaním kmeňov. Kmeň LP17L/1 je súčasťou podanej patentovej prihlášky (PP 50021-2022 „Kmene kyslomliečnych baktérií *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* MK1/3, *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1, použitie uvedených kmeňov, spôsob výroby fermentovaného kozieho mlieka, výrobok vyrobený týmto spôsobom, - zverejnená Úrad vo Vestníku priemyselného vlastníctva Slovenskej republiky 8.11.2023. Keďže bakteriocíny-postbiotiká sú substancie bez chuti, farby a zápachu, predpokladá sa aj ich samotné využitie v potravinárstve bez negatívneho dosahu na organoleptické vlastnosti produktu (Peréz a kol., 2014). Kmeň LP17/1 sa už uplatnil pri experimentálnom sledovaní prevencie/terapie infekcie *Trichinella spiralis* (Vargová a kol., 2020). Protektívny účinok bol preukázaný zvýšením oxidatívneho metabolizmu peritoneálnych makrofágov v experimente s myškami Balb/c. Kmeň aktivoval metabolickú aktivitu makrofágov počas migrácie novonarodených lariev; znížil tiež intenzitu parazitárnej infekcie aj ovplyvnením fagocytózy. Produkcia plantaricínu kmeňom LP17L/1 poukazuje aj na jeho potenciálne medicínske využitie po ďalších testovaniach (Soltani a kol., 2021). Podobné experimenty prebiehajú s kmeňom LPa12/1.

Záver

Lyofilizácia ako najjednoduchšia forma enkapsulácie je vhodnou formou aplikovania postbioticky aktívnych aditívnych kmeňov, ktoré bez ohľadu na zdroj ich izolovania rástli dostatočne vo všetkých troch typoch jogurtov, aj keď v kravskom jogurte boli ich počty nižšie než v kozom a kombinovanom jogurte.

Literatúra

- Lauková, A., Dvorožňáková, E., Vargová, M., Ščerbová, J., Focková, V., Plachá, I., Pogány Simonová, M. 2023. The bacteriocin-like inhibitory substance producing *Lactiacaseibacillus paracasei* LPa12/1 from raw goat milk, a potential additive in dairy products. *Appl. Sci.*, vol. 13, 12223. <https://doi.org/10.3390/app132212223>
- Lauková, A., Chrastinová, L., Plachá, I., Focková, V., Zábolyová, N., Bino, E., Grešáková, L., Žitňan, R., Formelová, Z., Ščerbová, J., Belzecki, G., Miltko, R., Pogány Simonová, M. 2024. Dairy-derived and bacteriocin-producing strain *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1: An assessment of its safety and effect using broiler rabbits. *Front. Biosci. Elite*, vol. 16, 21, 9 pages. <https://doi.org/10.31083/j.fbe1603021>
- Lauková, A., Tomáška, M., Fraqueza, M.J., Szabóová, R., Bino, E., Ščerbová, J., Pogány Simonová, M., Dvorožňáková, E. 2022. Bacteriocin-producing strain *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1 isolated from traditional stored ewes milk cheese and its beneficial potential. *Foods*, vol. 11, 959. <https://doi.org/10.3390/foods11070959>
- Nataraj, B.H., Azmal, A.;S., Betore, P.V., Yadav, H. 2020. Postbiotics-parabiotics:the new horizon in microbial biotherapy and functional food. *Microb. Cell. Fact.*, vol. 19, 168.
- Nedovic, V., Kalusevic, A., Manojlovic, V., Levic, S., Bugarski, B. 2011. An overview of encapsulation technologies for food applications. *Procedia Food Sci.*, vol. 1, 1806-1815. doi:10.1016/j.profoo.2011.09.266
- Peréz, R.H., Zendo, T., Sonomoto, K. 2014. Novel bacteriocins from lactic acid bacteria:various structure and applications. *Microb. Cell. Fact.*, vol. 13, S3.
- Soltani, S., Hammami, R., Cotter, P.D., Rebuffat, S., Ben Said, L., Gaudreu, H., Bédard, F., Biron, E., Drider, D., Fliss, I. 2021. Bacteriocins as a new generation of antimicrobials:toxicity aspects and regulations. *FEMS Microbiol. Rev.*, 45, 1-24, fuaa039, doi:10.1093/femsre/fuaa039
- Vargová, M., Hurníková, Z., Revajová, V., Lauková, A., Dvorožňáková, E. Probiotic bacteria can modulate murine macrophage's superoxide production in *Trichinella spiralis* infection. 2020. *Helminthologia*, vol. 57, 226-234. ISSN 0440-6605.

Pod'akovanie

Výsledky boli dosiahnuté v rámci projektov APVV-20-0204 a APVV-17-0028. Ďakujeme pani Dane Melišovej za laboratórnu pomoc. Ďakujem aj MVDr. Mariánovi Maďarovi, PhD z UVLF v Košiciach za pomoc pri sekvenovaní a RNDr. Rastislavovi Muchovi PhD z Neurobiologického ústavu SAV (Košice) za pomoc pri uložení kmeňa v GenBanku, Ďakujem tiež kolegom z Výskumného ústavu mliekarenského s.r.o. v Žiline (Slovensko) za izolovanie kmeňov pre našu ďalšiu prácu.

Kontaktná adresa

MVDr. Andrea Lauková, CSc., Centrum biovied SAV, v.v.i. Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6, 040 01 Košice, Slovensko, email: laukova@saske.sk

Aplikácia enterocínov (postbiotík) v diéte králikov pre zvýšenie kvality králičieho mäsa

Application of enterocins (postbiotics) in rabbits diet to improve rabbit meat quality

Pogány Simonová, M.¹, Chrastinová, E.^{2†}, Bino, E.¹, Kandričáková, A.¹, Ščerbová, J.¹, Focková, V.¹, Formelová, Z.², Lauková, A.¹

¹Centrum biovied SAV, v.v.i., Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Košice, Slovensko

²Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Nitra-Lužianky, Slovensko

Súhrn

Chov králikov je dôležitým odvetvím živočíšnej výroby, vzhľadom na ich malý rozmer, rýchly rast, krátky generačný interval a najmä pre ich zdravé, chudé a chutné mäso. Králičie mäso má vynikajúce nutričné a dietetické vlastnosti, nízky obsah cholesterolu, tuku a sodíka a vysoký obsah esenciálnych aminokyselín (EAK) a mastných kyselín (EMK). Zlepšenie kvality králičieho mäsa pomocou postbiotík - enterocínov (Ent) je zaujímavou oblasťou výskumu vo výžive králikov, pretože králičie mäso tak môže byť považované za funkčnú potravinu. Aplikácia nových (nekomerčných) Ent brojlerovým králikom prebiehala počas niekoľkých experimentov, ktoré sa líšili dĺžkou trvania a formou aplikácie, s cieľom vyhodnotiť vplyv Ent na nutričnú kvalitu králičieho mäsa. Počas týchto pokusov sa zaznamenala lepšia jatočná výťažnosť, vyššia energetická hodnota, vyšší obsah bielkovín, draslíka, horčíka a železa a významné zvýšenie obsahu EAK a EMK v králičom mäse. Okrem toho sa počas aplikácie potenciálnych patogénnych kmeňov nedošlo k negatívnemu pôsobeniu aplikovaných kmeňov a nezhoršila sa ani kvalita králičieho mäsa, čo svedčí o ochrannom efekte testovaných Ent. Tieto výsledky poukazujú na perspektívne využitie Ent vo výžive králikov s cieľom zvýšiť nutričnú kvalitu králičieho mäsa.

KLúčová slova: *králičie mäso, enterocín, postbiotikum, funkčná potravina*

Abstract

Rabbit farming is an important sector of livestock production due to its small size, rapid growth, short generation interval, and healthy, lean, and delicious meat. Rabbit meat has excellent nutritional and dietetic properties, low cholesterol, fat and sodium content, and a high level of essential amino acids (EAA) and fatty acids (EFA). Improving rabbit meat quality using postbiotics—enterocins (Ent) has become an interesting research area in rabbit nutrition, which helps to obtain rabbit meat considered as functional food. Several experiments varying in duration and form of application have been carried out to evaluate the effect of new, non-commercial Ent on the nutritional quality of rabbit meat. During these trials, improved carcass yield, protein content and energy value, elevated potassium, magnesium and iron content, and a significant increase in EAA and EFA levels were noted. Moreover, during the application of potential pathogenic strains, the quality of rabbit meat was not impaired, indicating the protective effect of the tested Ent. These results assume the perspective use of Ent in rabbits' diets to improve rabbit meat quality.

Key words: *rabbit meat, enterocins, postbiotics, functional food*

Úvod

Postbiotiká sú preparáty neživých mikroorganizmov a/alebo ich zložiek, ktoré poskytujú hostiteľovi zdravotný prínos (Salminen a kol. 2021). Bakteriocíny ako antimikrobiálne proteíny (peptidy) produkované najmä kyselinu mliečnu produkujúcimi baktériami sú najdôležitejšími a najznámejšími postbiotikami. Využívanie postbiotík/bakteriocínov resp. enterocínov (Ent; bakteriocíny produkované bakteriálnymi kmeňmi druhu *Enterococcus* spp.) v živočíšnej výrobe ako krmných aditív má veľký potenciál ako stimulatory rastu zvierat, imunomodulatory so zdraviu prospešným účinkom, alternatívy k antibiotikám a obohatenie diéty týmito bioaktívnymi zlúčeninami zvyšuje aj kvalitu živočíšnych produktov - mlieka, vajec alebo mäsa (Lauková a kol., 2023; Pogány Simonová a kol., 2020a,b; 2021; 2022). Chov králikov je dôležitým odvetvím živočíšnej výroby, keďže králik je jedným z najvšestrannejších druhov hospodárskych zvierat a má zdravé a ľahko stráviteľné mäso, ktoré sa už samo osebe považuje za funkčnú potravinu vzhľadom na jeho vynikajúce nutričné a dietetické vlastnosti (nízky obsah cholesterolu, tukov a sodíka, vysoká biologická hodnota, vysoký podiel esenciálnych amino- a mastných kyselín, horčíka, draslíka, selénu, železa a je najbohatším zdrojom vitamínu B₁₂; Dalle Zotte a Szendrő, 2011). Doplnenie stravy o enterocíny však ešte viac môže zvýšiť kvalitu králičieho mäsa. Preto našim cieľom bolo otestovať vplyv nových, nekomerčných Ent na fyzikálno-chemické vlastnosti, minerálny profil a obsah aminokyselín (AMK) a mastných kyselín (MK) králičieho mäsa.

Materiál a metodika

Aplikácia Ent brojlerovým králikom prebiehala počas niekoľkých experimentov a rokov v spolupráci s kolegami z Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra, Výskumný ústav živočíšnej výroby (NPPC-VUŽV) v Nitre (Lužianky). Doteraz do pokusov bolo zaradených 350 brojlerových králikov oboch pohlaví vo veku 5 týždňov, plemena Hyplus, Hylak a mäsovej línie M91/P91. Čiastočne purifikované substancie - Ent7420 (produkovaný kmeňom *E. faecium* EF2019/CCM7420), Ent4231 (*E. faecium* CCM4231), Ent55 (*E. faecium* EF55), EntA/P (*E. faecium* EK13/CCM7419), EntM (*E. faecium* AL41/CCM8558) a DurED26E/7 (*E. durans* ED26E/7) boli aplikované do pitnej vody zvierat po dobu 14 resp. 21 dní v dávke 50 µl/zviera/deň. Okrem podávania jednotlivých Ent, králiky skrmovali aj rôzne kombinácie: EntM a DurED26E/7, EntM resp. Ent7420 s rastlinným extraktom šalvie, ale aj Ent s podmienene patogénnymi bakteriálnymi kmeňmi (EntM s biofilm-formujúcim kmeňom *Enterococcus hirae* Kr8+; EntA/P resp. Ent7420 s meticilín-rezistentným kmeňom *Staphylococcus epidermidis* SEP3Tr2a). Na 14. resp. 21. deň experimentu (49. resp. 56. deň veku zvierat) aplikácia testovaných Ent bola ukončená, pričom vybrané parametre boli sledované ešte ďalšie 3 resp. 4 týždne od nepodávania Ent, teda až po 42. deň pokusu (t.j. 77. deň veku zvierat - dosiahnutie jatočnej výťažnosti). Na 21. a 42. deň experimentu králiky boli odporazené na bitútku NPPC, vykrcené, stiahnuté z kože, zbavené vnútorností a distálnych častí končatín. Jatočná výťažnosť bola vypočítaná ako podiel hmotnosti jatočne opracovaného tela za tepla zo živej hmotnosti. Boli odobraté vzorky chrbtovej svaloviny *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL). Hodnoty pH boli merané 24 resp. 48 h *post mortem* (p.m.; Radelkis OP-109; Jenway, England). Farba mäsa bola stanovená 24 h p.m. na povrchu svalu LTL pomocou systému CIE L*a*b (lightness-L*, 0: black and 100: white), (redness and greenness-a*; yellowness and blueness-b*) a Lab. Miniscan (HunterLab, Reston, VA, USA). Obsah celkovej vody, bielkovín a tuku boli stanovené spektroskopom INFRATEC 1265 (FOSS, Tecator AB, Švédsko). Energetická hodnota bola vypočítaná

podľa vzorca $[EC(kJ/100g) = 16.75 \times \text{obsah bielkovín} + 37.68 \times \text{obsah tuku}]$ (Strmiska a kol., 1988). Obsah voľne viazanej vody bola stanovená kompresnou metódou (Hašek a Palanská, 1976). Mastné kyseliny (MK) sa stanovovali plynovou chromatografiou GC 6890N (Agilent Technologies AG, Švajčiarsko; Ouhayoun, 1992). Aminokyseliny (AMK) boli stanovené kvapalinovou chromatografiou a separované pomocou Amino Acid Analyzator AAA 400 (Ingos s.r.o., Česká republika). Obsah makro- a mikroprvkov bol analyzovaný z popolovín vzoriek pomocou AAS iCE 3000 (Thermo Fisher Scientific, USA) a Camspec M501 (Spectronic Campes Ltd., Spojené kráľovstvo). Výsledky boli štatisticky vyhodnotené v programe GraphPad Prism (USA).

Výsledky a diskusia

Počas týchto experimentov boli králiky v dobrej zdravotnej kondícii. Podávanie Ent výrazne neovplyvnilo jatočnú výťažnosť králikov. Pokles hodnôt pH bol zaznamenaný počas aplikácie všetkých Ent ($P < 0,05$; okrem Ent55), čo je dôležité z hľadiska zachovania vhodnej mikrobiologickej kvality mäsa (Dalle Zotte, 2002; Rodríguez-Calleja a kol., 2004) a svedčí teda o ochrannom efekte podávaných susbtancií. Obsah bielkovín a energetická hodnota mäsa sa výrazne zvýšili po aplikácii Ent samotných, ale aj v kombinácii EntM so šalviovým extraktom ako aj EntM a Dur ED26E/7 ($P < 0,05$). Zlepšený minerálny profil sa odzrkadlil najmä vo vyššej hladine draslíka (EntM + šalvia; $P < 0,05$), fosforu (EntM; $P < 0,05$), vápnika (EntM + šalvia; $P < 0,05$), zinku a železa (Ent7420; $P < 0,05$; Ent7420 + šalvia; $P < 0,05$). Vyššie hladiny makroprvkov a železa v králičom mäse bol zaznamenaný aj po podávaní prospešných kmeňov *Enterococcus faecium* CCM7420 a CCM8558 (Pogány Simonová a kol., 2020a; 2021). Najvýznamnejší výsledok však bol zvýšený obsah esenciálnych AMK v králičom mäse počas podávania Ent7420 samotného aj v kombinácii so šalviovým extraktom ($P < 0,05$), ako aj esenciálnych MK, s dôrazom na hodnoty polynenasýtených MK, ikozapentaénovej a arachidónovej kyseliny ($P < 0,05$). Siudak a Kowalska (2023) taktiež popisujú pozitívny účinok naturálnych krmných aditív na obsah esenciálnych MK v králičom mäse. Aplikácia podmiennečne patogénnych kmeňov negatívne neovplyvnila testované fyzikálno-chemické parametre mäsa, čo znamená, že nedošlo k negatívnemu pôsobeniu aplikovaných kmeňov na zdravie a produktivitu králikov. Navyše, optimalizované hodnoty parametrov počas súčasného podávania EntM, Ent7420 a EntA/P potvrdzujú ochranný účinok týchto postbiotík na zachovanie kvality mäsa.

Záver

Na základe týchto výsledkov môžeme povedať, že enterocíny majú významný potenciál nielen ochrániť zdravie králikov, ale ako krmné aditíva sú schopné zvýšiť nutričnú hodnotu a kvalitu mäsa a králičie mäso tak môže byť považované za funkčnú potravinu. Tieto výsledky sú originálne aj z toho hľadiska, keďže podľa našich aktuálnych vedomostí sa *in vivo* testovaniu Ent u zvierat, najmä u potravinových, sa venuje len málo štúdií a náš tím ako prvý začal testovať efekt Ent okrem zdravotných a produkčných parametrov králikov aj na nutričnú kvalitu králičieho mäsa.

Literatura

- Dalle Zotte, A. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*, vol. 75, pp. 11-32.
- Dalle Zotte, A., Szendrő, Zs. 2011. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*, vol. 88, pp. 319-331.

- Hašek, O., Palanská, O. 1976. Determination of water holding capacity in meat by instruments at constant pressure (in Slovak). *Poultry Industry*, vol. 8, pp. 228-233.
- Lauková, A., Pogány Simonová, M., Chrastinová, Ľ., Kandričáková, A., Bino, E., Focková, V., Ščerbová, J., Plachá, I., Grešáková, Ľ., Styková, E., Valocký, I., Štrkolcová, G., Žitňan, R. 2023. Enterocins and their application potential in animal breeding. In *Proceedings of the 16th International scientific conference on probiotics, prebiotics, gut microbiota and health*, 20-22 June 2023, Bratislava, Slovakia. 1.vyd. - Praha : CZECH-IN s.r.o, 2023, s. 41, O 290.
- Ouhayoun, J. 1992. Rabbit meat characteristics and qualitative variability. *Cuniculture Science*, vol. 7, pp. 1-15.
- Pogány Simonová, M., Chrastinová, Ľ., Lauková, A. 2020a. Autochthonous strain *Enterococcus faecium* EF2019(CCM7420), its bacteriocin and their beneficial effects in broiler rabbits—A Review. *Animals* vol. 10, pp. 1188.
- Pogány Simonová, M., Chrastinová, Ľ., Chrenková, M., Formelová, Z., Kandričáková, A., Bino, E., Lauková, A. 2020b. Benefits of Enterocin M and sage combination on the physico-chemical traits, fatty acid, amino acid, and mineral content of rabbit meat. *Probiotics & Antimicrobial Proteins* vol. 12, pp. 1235–1245.
- Pogány Simonová, M., Chrastinová, Ľ., Lauková, A. 2021. Effect of *Enterococcus faecium* AL41 (CCM8558) and its Enterocin M on the physicochemical properties and mineral content of rabbit meat. *Agriculture* vol. 11, 1045.
- Pogány Simonová, M., Chrastinová, Ľ., Lauková, A. 2022. Enterocin Ent7420 and sage application as feed additives for broiler rabbits to improve meat carcass parameters and amino acid profile. *Meat Science*, vol. 183, 108656.
- Rodríguez-Calleja, J.-M., Santos, J.M., Otero, A., García-López, M.-L. 2004. Microbiological quality of rabbit meat. *Journal of Food Protection*, vol. 67, pp. 966-971.
- Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M. M., Sanders, M. E., Shamir, R., Swann, J. R., Szajewska, H. Vinderola, G. 2021. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology Hepatology*, vol. 18, pp. 649–667.
- Siudak, Z., Kowalska, D. Dietary supplements used in rabbit nutrition and their effect on the fatty acid profile of rabbit meat - a review. 2024. *Journal of Animal and Feed Sciences*, vol. 33, pp. 159-169.
- Strmiska, F., Holčíkova, K., Simonová, E., Mrázova, E., Hodeková, J., Votaššáková, A., Pristašová, M., Strmiska, J., Strmisková, G., Krupařová, M., Gola, J., Pappajová, H., Mareš, J., Kostkanová, E., Ehrenhaft, B. 1988. *Poživatínové tabuľky I – Potravínárske suroviny, Food Tables I - Primary foods*. (in Slovak with English Summary and Register). Výskumný ústav potravinársky (Food Research Institute), Bratislava, pp. 189.

Pod'akovanie

Táto práca bola podporená projektom VEGA 2/0005/21.

Kontaktní adresa

MVDr. Monika Pogány Simonová, PhD., Centrum biovied SAV, v.v.i., ÚFHZ, Šoltésovej 4-6, 04001, Košice, e-mail: simonova@saske.sk

Světové osobnosti, které ochránily lidstvo, včetně potravin

Kovařík, K.

Společné pracoviště ústavu FVL a FVHE Veterinární a farmaceutická univerzita Brno

Přednáška je připravena dle obrazu v aule naší alma mater, kde jsou vyobrazeny světové osobnosti, které ochránily lidstvo zejména v oblasti medicíny, včetně potravin. Tento obraz namaloval v roce 1984 u příležitosti dvoustého výročí zahájení výuky zvěrolékařství na pražské univerzitě (v roce 1784) F. R. Dragoun, akademický malíř (1906 – 2005).

Byli to geniální vědci, kteří se většinou nemuseli setkat, ale kteří společně svými objevy přispěli k vymýcení řady nález, jak u lidí, tak i u zvířat a zabezpečili zdravotní nezávadnost potravin.

Současné tím přispěli k zajištění dostatku potravin živočišného původu pro značnou část lidstva.

Obraz je nazván: **Vítězové nad nakažlivými nemocemi**



Joseph Lister (1827 – 1912)

Anglický lékař, který zavedl při operacích antisepsi. Před tím se operace dělaly bez důrazu na čistotu, včetně operačních sálů. Lister čerpal informace z prací Pasteura a Kocha o bakteriích, zejména způsobujících pooperační hnisání. První antisepsi provedl obvazem nasáklým kyselinou karbolovou (fenolem). I přes velkou nedůvěru svých kolegů, čistil kyselinou karbolovou všechny použité prostředky, operační nástroje, ruce a dokonce ji rozprašoval i po sále. Antiseptice, zachránila životy milionů operovaných po celém světě.

Ignác Filip Semmelweis (1818 – 1865), lékař - porodník, řešil epidemii horečky omladnic (v nemocnicích, byl nazýván zachránce matek). Zavedl mytí rukou chlorovým vápnem.

Tím přerušil přenos infekce na rukou mezi pitevnou a porodním sálem. Výčitky svědomí ho dovedly do psychiatrické léčebny, kde v 47 letech zemřel).

Robert Koch (1843 – 1910)

Německý lékař a mikrobiolog, nositel Nobelovy ceny (1905). Zpočátku pracoval jako praktický a vojenský lékař. V části ordinace si vybudoval malou laboratoř a začal se zabývat bakteriologickým výzkumem. Prokázal, že *Bacillus anthracis* je původcem antraxu a vypracoval Kochovy postuláty. Prokázal existenci spór antraxu a tím jeho vysokou odolnost v zevním prostředí. V roce 1882 popsal *Mycobacterium tuberculosis* (Kochův bacil) a stanovil epidemiologická opatření proti jeho šíření. Prokázal jeho přenos dýchacími cestami. V roce 1883 během epidemie cholery v Egyptě a Indii objevil *Vibrio cholerae*, zejména prokázal jeho šíření nečistou vodou.

Robert Koch se v roce 1885 stal profesorem hygieny na univerzitě v Berlíně. Slavný Kochův ústav byl založen v roce 1891.

Celosvětově dle WHO umírá denně na tuberkulózu 4500 osob, ročně jich onemocní kolem 10mil. V ČR umírá kolem 400 osob ročně - z toho polovina cizinců. Nebyly to vždy jen životní úspěchy - v roce 1890 přišel s tuberkulinem jakožto očkovací látkou proti tuberkulóze. Za tento objev byl i vyznamenán velkokřížem Řádu červené orlice. Jeho použití v praxi bylo však velkým zklamáním a řada pacientů zemřela na alergické reakce. I když se později ukázalo, že tento může být vhodným diagnostickým prostředkem při průkazu tbc protilátek v těle pacienta. U skotu byla v ČR tbc skotu zdolána v r. 1967 a od roku 2004 jsme EU uznáni zemi prostou TBC. (BAB prostá od roku 1964).

Gerhard Domagk (1895 – 1964) - německý lékař, bakteriolog a chemik

Domagk, zkoumal zejména bakteriální infekce – od roku 1929 pracoval ve fa Bayer, kde zkoumal sulfonamidy v chemoterapii bakteriálních infekcí. Rovněž vyvinul účinná tuberkulostatika. V roce 1935 slavil úspěch jeho první lék Prontosil proti tuberkulóze. Za to v roce 1939 obdržel Nobelovu cenu. Zásahem Hitlera, bylo převzetí ceny zakázáno – převzal ji od švédského krále až v roce 1947, avšak již bez příslušné finanční částky. Vydal dvě významné knihy „Patologická anatomie a chemoterapie infekčních chorob“ a „Chemoterapie tuberkulózy“.

Alexander Fleming (1881 – 1955)

Skotský lékař, proslavil se průkazem baktericidního účinku lysozymu, hlavně však získáním penicilinu z plísně *Penicillium notatum*. Vyrůstal na statku, chodil jen do elementárních škol, kde se vyučovalo, jen několik základních předmětů. Na statku si také zlomil nos a získal tak typický boxerský nos. V 15ti letech rodina rozhodla, že přejde na studium do Londýna. V roce 1899 vypukla búrská válka a s bratry vstoupili do skotského pluku, pro nadbytek zájemců však do války neodjel. K bakteriologii ho přivedla náhoda, protože si ho vybral prof. Freeman. Nevybral si ho však proto, že bude dobrý bakteriolog, ale protože dobře střílel a on chtěl založit shooting club. Na začátku první světové války odešel do Francie s ostatními spolupracovníky. Po skončení války se vrátil do nemocnice Saint Mary, kde studoval hleny, slzy, aby v nich prokázal lysozym účinkujícím proti bakteriím, bohužel ne proti patogenům. V roce 1928 Fleming objevil Penicilin, čirou náhodou, kdy po návratu s víkendů našel na agaru plíseň, která vylučovala látku a ničila v okolí většinu mikrobů, kromě tyfu. Plíseň se pěstovala v masovém bujónu a proto bylo nutno technicky zajistit její purifikaci. Technicky izolovat penicilin se podařilo až v roce

1940 oxfordskému chemikovi Ernstu Chainovi a biochemikovi Hovardu Floryemu. Druhá světová válka však neumožnila s finančních důvodů pokračovat v jeho rozšíření. Proto odjeli do USA, kde se v mykologickém ústav Peorii podařilo zvětšit jeho výrobu na kukuřičném výluhu. Rovněž se jim podařilo izolovat další výhodnější kmen z plesnivého melounu, ze kterého se penicilin vyrábí dodnes. V roce 1943 se již penicilin začal dodávat armádě, při léčení zraněných vojáků (Bordelář, který zachránil miliony lidí). V roce 1945 dostal Fleming s Floryem a Chainem Nobelovu cenu. Zmíním plíseň *Aspergillus flavus* s opačným účinkem na zdraví – byla nalezena v hrobkách faraonů a postihující jejich objevitele (faraonova pomsta).

Louis Pasteur (1822 – 1895) - doktor přírodních věd

Vystudoval chemii v Paříži, oženil se s dcerou rektora, měli spolu pět dětí – tři z nich zemřely na tyfus. To ho vedlo ke zkoumání této choroby. Titul profesora však získal objevem kyseliny vinné. Dále výzkumy prováděl v oblasti mléčného, octového a alkoholového kvašení. Prokázal, že kvašení je způsobeno životními projevy mikroorganismů a vypracoval metodu, která brání nežádoucímu kvašení a tím i zkáze potravin – tzv. pasteurizaci (zachránce vína, piva i mléka). Dále pokračoval v práci a vyhlásil teorii, že nemoci, hniloba a zánět jsou způsobeny škodlivými mikroorganismy (anglický lékař Joseph Lister založil na jeho práci teorii aseptické operace). V roce 1864 byl pověřen zkoumáním tzv. bourcového moru. Vypracoval metodu zabránění kontaminace zdravých vajíček, která byla vzorem i pro ostatní státy a zabránil tím obrovským ekonomickým ztrátám (v tu dobu již byl postižen těžkou mozkovou mrtvicí). Zbytek života se věnoval výzkumu nebezpečných infekčních chorob a jejich prevenci. Dokázal jako jeden z prvních identifikovat původce nákazy a vyrobit z něho očkovací látku. Prováděl očkování proti antraxu, ptačí choleře a prasečímu moru. Vrchol jeho kariéry nastal v roce 1885, kdy provedl první očkování proti vzteklině u člověka (po předchozích pokusech na psech a i na sobě). Jeho postup výroby oslabené vakciny (atenuace) spočíval ve vysoušení králičích mích a tento postup se používal až do 50tých let 20.století. V roce 1887 založil Pasteurův ústav v Paříži, který představuje dodnes vrchol výzkumu v oblasti nakažlivých chorob. Ústav podporoval i ruský car Alexandr III a tehdy patřil se 100 000 franky k nejvýznamnějším mecenášům. Do Paříže přijelo i mnoho ruských vědců mezi nimi i Ilja Mečnikov, pozdější nositel Nobelovy ceny. Pasteurovo jméno nese čeleď bakterií Pasteurellaceae, onemocnění domácích i divokých zvířat způsobené *Pasteurella multocida*. Jeho jménem byl pojmenován i asteroid Pasteur. Ve Francii je pojmenováno jeho jménem kolem 2000 ulic.

Ilja Iljič Mečnikov (1845 – 1916) - ruský přírodovědec - zoolog

Velmi intenzivně se zabýval infekčními chorobami, je objevitelem fagocytózy, fagocytární teorii imunity, je tvůrce srovnávací patologie zánětu a zakladatel vědecké gerontologie. Je držitelem Nobelovy ceny za medicínu a fyziologii a za výzkum imunitního systému. V roce 1869 se oženil a jeho žena za čtyři roky zemřela. Po její smrti se pokusil o sebevraždu morfiem. Druhá žena byla jeho studentkou a s ní pokračoval ve výzkumech. Když onemocněla morem, tak pro její záchranu se nakazil, aby zjistil, zda je nemoc přenosná krví. Oba to přežili. Pak objevil fagocytární buněčnou imunitu a přišel k závěru, že bílé krvinky brání organismus tím, že pohlcují cizí tělesa včetně mikroorganismů způsobující infekce. Luis Pasteur mu v tu dobu nabídl místo v jeho ústavu, kde vykonával funkci zástupce ředitele. V roce 1908 obdrželi společně s Ehrlichem Nobelovu cenu za fyziologii a medicínu. Zpočátku 20. století se svět započal

zabývat problematikou stárnutí. Mečnikov vyslovil teorii, že stáří je důsledkem otravy těla produkty některých bakterií ve střevech. Jako prostředek proti množení těchto nežádoucích bakterií doporučoval stravu obsahující mléčné fermentované bakterie, především bulharský kefir a jogurty.

Současné výzkumy - 80% imunity vzniká v tlustém střevě.(95 % serotoninu se tvoří v tenkém střevě). – Obezita.

Paul Ehrlich (1854 – 1915) - německý chemik, lékař, sérolog a imunolog

Zpočátku se zabýval histologií, hematologií a barvením zvířecích tkání a jeho významu pro medicínu. Přátelil se také s Robertem Kochem, který ho přivedl k barvení tuberkulózních tkání a hledání bacilů tuberkulózy. V roce 1883 objevil spolehlivé barvení bacila tuberkulózy, což umožnilo stanovení diagnózy z hlenů. Při hledání zárodku tbc se však sám nakazil (byl velmi silný kuřák doutníků), proto odjel do Egypta, kde se vyléčil a po návratu začal imunologickým výzkumem, zkoumal příčiny imunity a hledal možnosti jejího měření. Spolupracoval s Emilem von Behringem, který objevil antitoxin proti záškrtu a vypracovali metodu na měření jeho léčebné hodnoty. Tato metoda vytvořila základ vedoucí ke standardizaci sér. Studoval léčbu spavé nemoci a chemicky vytvořil lék proti této nemoci. Pokračoval v této práci s organickými sloučeninami trojmocného arzenu a tím vytvořil nový prostředek rovněž proti syfilis, kterému dal název *Salvarsan*. V roce 1908 byl společně s Iljou Mečnikovem oceněn Nobelovou cenou na poli imunity.

Dmitrij Ivanovskij (1864 – 1920) - ruský virolog, botanik a biolog

Byl zakladatelem moderní virologie. Dokázal existenci infekčních původců onemocnění – virů. Vypracoval metody na onemocnění způsobených viry a jejich odlišení od onemocnění nevirových. Až do 19 století byly infekce přisuzovány především bakteriím. V roce 1892 ruský botanik Ivanovskij provedl pokus s tabákem napadeným tabákovou mozaikou, když extrakt prošel filtrem, který žádné bakterie nepropouštěl – a tento extrakt byl stále infekční – proto se mluvilo o fitrovatelých virech. V roce 1898 pokus zopakoval Martinus Beijerinck a nazval filtrát nakažlivá živoucí tekutina (contagious virum fluidum). Brzy byla objevena řada virů způsobujících i slintavku a kulhavku (1898). Prvním objeveným virem napadajícím lidi byl virus žluté zimnice. Viry však nejsou schopny se replikovat bez hostitelské buňky.

Antoni van Leeuwenhoek (1632 – 1723) - nizozemský přírodovědec a průkopník mikroskopie

Po ukončení základní školy v Amsterdamu, byl zaměstnán v obchodě s látkami. Později začal pracovat na obecním úřadě - sinekuru, což mu umožnilo věnovat se jeho celoživotní vášni - výrobě čoček a mikroskopů. Jeho velký přínos byl v tom, že v roce 1676 poprvé uviděl mikroskopem bakterie, které označil jako animalcules – zvířátka. Tajemství výroby mikroskopů si zachoval až do své smrti – zemřel v 90ti letech.

Lazzaro Spallanzani (1729 – 1799) - italský kněz, vědec a biolog

V 15ti letech vstoupil do jezuitské koleje, studoval rovněž biologii a zastával profesora přírodních věd v Pavii, který mu nabídla Marie Terezie, a zde vybudoval známé přírodní muzeum. Jeho vědecké práce se týkaly reprodukce mikroorganismů a popřel teorii Aristotela a dalších tehdejších vědců, že život může vzniknout samočinně z neživé hmoty. Rovněž studoval reprodukci zvířat a popsal je jako spojení spermie a vajíčka. Provedl

první oplodnění vajíček hmyzu, obojživelníků a později i psa. Prováděl pokusy s netopýry a zjistil, že se orientují ve tmě lidskému uchu neslyšících zvuků – echolokace (pokusy se zalepením očí a uší). Věnoval se krevnímu oběhu, dýchání a trávení, kdy zjistil, že nejde jen o mechanické zpracování potravy - rozmělnění, ale také o chemické působení žaludečních šťáv, což umožní absorpci živin. Zemřel na rakovinu močového měchýře a jeho přání bylo, aby byl použit ke zkoumání k lékařským účelům. Dodnes je umístěn v jeho muzeu v Pavii.

Uvedené osobnosti a jejich výběr je reprezentativní v oblasti výskytu a šíření nebezpečných onemocnění jak u lidí, tak i u zvířat.

Jejich znalosti posloužily dalším vědeckým přístupům při zdolávání těchto nákaz. A tak se lidstvu podařilo doposud vymýtit Právě neštovice r. 1980 (zahubily 300 – 500 mil. lidí), mor skotu r. 2011 (u nás poslední případ v roce 1885) a drankulóza v roce 2022 - původce vlasovec medinský (*Drankulus medicensis*).

Kontaktní adresa

MVDr. Karel Kovařík, VETUNI Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: kovarikka@vfu.cz

Český rozhlas- 100 let nejen zábavy, ale i poučení *Czech Radio- 100 years of not only entertainment, but also lessons learned*

Hejlová, Š.

Senzační zázrak XX. století.

Víte, co je rádio? Nevíte!

Slyšeli jste rádio? Neslyšeli!

Proto přijďte zítra, 22. března 1924, o šesté hodině večer do hostince U tří lip, kde ve velkém sále se bude hlasitě reprodukovat radiotelefonní vysílání Radiojournalu ze Kbel u Prahy.

Budou-li v té době vysílat zahraniční vysílače, uslyšíte je také!

Budete překvapeni!

Jednotné vstupné Kč 5

Uctivě zve

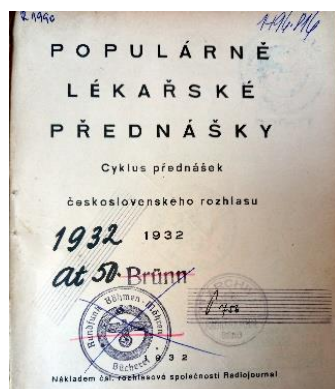
Rudolf Šťastný, radiopodnikatel.

Nechce se tomu věřit, že před 100 lety vyšla tato reklama o senzaci XX. Století – rozhlasu, ale byl to zdroj nejen zábavy, ale i poučení. Zpočátku probíhalo vysílání tzv. naživo, takže se nám záznamy o vystoupení nezachovaly v audio formě.

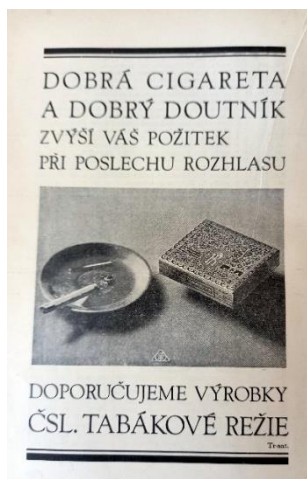


Reportáž F. K. Zemana ze starobrněnského pivovaru.

V písemné formě byly zaznamenány různé odborné přednášky, které byly vydávány tiskem.



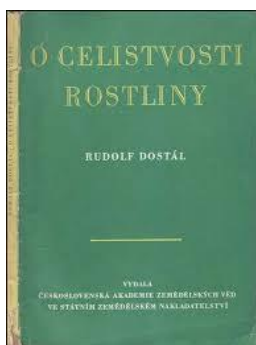
Součástí publikací byly i tehdy reklamy.



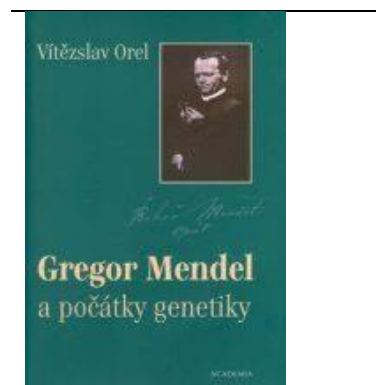
Později se pořizovaly audio záznamy. V archívu Českého rozhlasu Brno se zachovaly audiozáznamy 2 významných učitelů naší ALMA MATER a to prof. Rudolfa Dostála a doc. Vítězslava Orla.



Rudolf Dostál



Vítězslav Orel



Literatura

k dispozici u autorky.

Kontaktní adresa

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

Prof. MVDr. Čeněk Červený, CSc. – 5. výročí úmrtí *Čeněk Červený, DVM., PhD., prof. – 5th death anniversary*

Ostrý, V.

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

Souhrn

1. srpna 2024 uplynulo již 5 let od úmrtí prof. MVDr. Čenka Červeného, CSc. přední osobnosti československé veterinární anatomie. Jeho celoživotní působení bylo také úzce spjato s popularizací historie veterinární medicíny, hygieny potravin a zvěrolékařského školství. Zabýval se mimo jiné osobou MVDr. Františka Pfaffa, který byl významný zastánce idey „*una sanitas – una medicina*“ a MVDr. Františka Nádvorníka, který formuloval předpisy o hygieně mléka, kam zahrnul oprávněný požadavek na tepelné ošetření syrového mléka a o novém přístupu k veterinární prohlídce jatečných zvířat a masa.

K velkým koníčkům prof. Červeného patřila hudba, kterou sám provozoval aktivně jako klarinetista a saxofonista v různých kapelách. Soukromě studoval na JAMU i dirigování a získal certifikát kapelníka. Řídil především studentské orchestry a slavnou kapelu „*Dechovka*“ na VŠV v Brně.

Klíčová slova: *prof. Čeněk Červený, 5. výročí úmrtí, anatomie, historie veterinární medicíny a hygieny potravin, hudebník.*

Úvod

Letošní konference LIII. Lenfeldovy a Höklovy dny je spojena s 5. výročím úmrtí Prof. MVDr. Čenka Červeného, CSc., profesora v oboru anatomie na Vysoké škole veterinární v Brně a velkého popularizátora historie veterinární medicíny a hygieny potravin.



Prof. MVDr. Čeněk Červený, CSc.
(*1932 – †2019)

Prof. Červený se narodil ve středních Čechách v malé obci Přehvozdí nedaleko Českého Brodu dne 22. září 1932.

Na obecnou školu docházel do Bříství, kde jeho otec učil na dvoutřídce. Měšťanskou školu absolvoval na zámku v Kounicích a po skončení 2. světové války navštěvoval

reálku v Českém Brodě, kterou dokončil maturitou v roce 1952. V letech 1953 – 1959 vystudoval Vysokou školu veterinární v Brně.

S manželkou Olgou (roz. Šajnarovou) učitelkou biologie a zeměpisu vychovali syna a dceru. Syn MVDr. Čeněk Červený je veterinárním lékařem v Liberci - Kateřinkách, dcera MVDr. Olga Pecková pracuje jako vedoucí oddělení hygieny výživy v Krajské hygienické stanici Plzeňského kraje v Klatovech.

Prof. Červený zemřel 1. srpna. 2019 v Plzni.

Prof. Červený a veterinární anatomie

Když u prof. Jana Koldy úspěšně složil zkoušku z anatomie, byl jím vybrán jako demonstrátor na Anatomický ústav, kde byl prof. Kolda přednostou. Prof. Kolda byl velmi pracovitý člověk a vycházel vstříc studentům a spolupracovníkům, kteří chtěli něco dokázat, podporoval pracovité lidi. Prof. Červený byl jedním z nich. Na Anatomickém ústavu později působil jako odborný asistent, docent a profesor do r. 1998, kdy odešel jako přednosta Ústavu anatomie, histologie a embryologie do důchodu. Po celou dobu se v ústavu věnoval svému oboru nejen jako vysokoškolský pedagog a vědecký pracovník, ale i jako neúnavný publicista výsledků vědeckého bádání a sepisování učebních pomůcek.

V oblasti morfologických věd jsou u nás i ve světě známé jeho práce z osteologie, angiologie a experimentální angiologie. Studoval morfologii krevního řečiště jater prasete v rámci experimentální angiologie. Výsledky později uplatnil při hodnocení biologické plasticity krevního řečiště u prasat s transplantovanými játry ve spolupráci s brněnským transplantačním týmem na Lékařské fakultě Masarykovy univerzity.

Vedle těchto stěžejních oblastí zpracoval a publikoval řadu problémů z artrologie, neurologie, topografické anatomie, rentgenologie, anatomie laboratorních zvířat a anatomie ptáků. V aplikované anatomii publikoval řadu článků aktuálních pro klinickou praxi a chirurgické zákroky. Výsledky byly též publikovány v našich i zahraničních odborných vědeckých časopisech a přednášeny na vědeckém fóru doma i v zahraničí.

Vydal se spolupracovníky i samostatně kolem 60 titulů učebních textů týkajících se anatomie domácích savců, domácích ptáků ale i laboratorních zvířat, a to ve formě skript a knižních publikací, učebnic či příruček. Ze zahraničních úspěšných učebnic se též podílel pod editory prof. H. E. Königem z Vídně a H. G. Liebichem z Mnichova na vydání knihy: „*Lehrbuch und Farbatlas der Anatomie der Haustiere*“, kde je jedním ze spoluautorů. Tato bohatě obrazově vybavená publikace vyšla v němčině, angličtině, češtině a slovenštině, španělštině, portugalštině a v roce 2011 dokonce v japonštině. Zajímavé a aktuální jsou jeho poslední knižní publikace. Jedná se o „*Odhad věku mufloní zvěře*“ z roku 2010 a „*Vademecum anatomie domácích savců – Splanchnologia*“ z roku 2011) určené pro studenty veterinární medicíny, veterinární lékaře a zájemce specialisty. Jako vysokoškolský učitel se prof. Červený plně osvědčil. Využíval svých hlubokých znalostí oboru a biologických věd, dlouholetých zkušeností včetně těch získaných na velmi četných stážích na morfologických pracovištích u nás i v zahraničí.

Prof. Červený jako popularizátor historie veterinární medicíny a hygieny potravin

Po stránce organizace své práce patřil prof. Červený k vynikajícím tvůrčím osobnostem. Věnoval se obětavě studiu a publicitě historie veterinární medicíny, historie veterinární hygieny potravin, historie zvěrolékařského školství a organizování a podpoře zájmových aktivit řady generací mladých studentů na alma mater nejen po dobu jejich studia.

V oblasti popularizace vědy a historie veterinární medicíny a veterinární hygieny potravin publikoval kolem 140 článků. Zabýval se mimo jiné osobou a aktivitami MVDr. Františka Pfaffa a MVDr. Františka Nádvorníka.

MVDr. František Pfaff byl významný zastávce idey „*una sanitas – una medicina*“.



Na Ministerstvu veřejného zdravotnictví působil od roku 1926. Nastoupil zde jako veterinární lékař do funkce přednosta 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 blízký 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. Dále se podílel na zavedení nového přístupu k veterinární prohlídce jatečných zvířat a masa.

Prof. Červený je autorem monografie „*Veterinární prohlídka jatečných zvířat: příloha - mizní systém a ústrojí mizního oběhu u skotu, kozy, ovce, prasete a koně*“ publikované v roce 2005.

Prof. Červený jako hudebník

K velkým koníčkům prof. Červeného patřila hudba, kterou sám provozoval aktivně jako klarinetista a saxofonista v různých kapelách. Soukromě studoval na JAMU i dirigování a získal certifikát kapelníka. Řídil především studentské orchestry a slavnou kapelu „*Dechovka*“ na VŠV v Brně. Ta měla velkou popularitu v Brně a přetrvala od roku 1948 do roku 1990. V této kapele působil jako klarinetista a jako kapelník 30 let. Z hráčů dechovky se formovaly další orchestry, jak šel čas a s ním vývoj žánrů, big-bandů, dixielandy, bigbeaty, rockové kapely a cimbálky nevyjímaje. A jak konstatoval, citují: „*práce s tím bylo mnoho, ale zábavy a uspokojení ještě více*“.

Díky příteli Rudovi Zavadilovi, profesoru konzervatoře, v jehož orchestru na Vysočině často působil, pronikl i mezi profesionální muzikanty. Prof. Zavadil v Brně založil hudební společnost Stréci, která se nakonec vypracovala na fiktivní „*Velkomoravská univerzita Stréců a Tetin*“ se dvěma fakultami. V této společnosti fungoval prof. Červený jako člen „*vědecké rady*“.

Prof. Červený je autorem monografie „*Zájmová umělecká činnost studentů a učitelů Vysoké školy veterinární v Brně: hudba a divadlo*“ publikované v roce 1982.

Za vykonané dílo mu vědecká rada v roce 1980 udělila medaili VŠV za dlouholetou a obětavou práci ve prospěch školy a v roce 1985 pamětní medaili za zásluhy o rozvoj

školy a veterinárních věd. V roce 2011 mu děkan fakulty veterinárního lékařství udělil čestné uznání za rozvoj veterinárního lékařství.

Čest jeho památce!

Literatura

Bernardy, J. Profesor Červený se dožívá 80 let. Zvěrokruh. 2012, 9. <https://www.vetkom.cz/profesor-cerveny-se-doziiva-80-let/>

Červený, Č. Zájmová umělecká činnost studentů a učitelů Vysoké školy veterinární v Brně: hudba a divadlo, Společnost veterinárních lékařů, 1982, 72 stran.

Červený, Č. Veterinární prohlídka jatečných zvířat: příloha - mizní systém a ústrojí mizního oběhu u skotu, kozy, ovce, prasete a koně, Brno, Veterinární a farmaceutická univerzita, 2005, 163 s.

Stehno, Z. Představujeme – prof. Čeněk Červený. Zvěrokruh. 2012, 5. <https://www.vetkom.cz/predstavujeme-prof-cenek-cerveny/>

Pozn: Další použitá literatura je k dispozici u autora

Poděkování

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

Kontaktní adresa

Doc. MVDr. Vladimír Ostrý, CSc., Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin, Oddělení hodnocení zdravotních rizik a aplikované výživy, Palackého 3a, Brno, 612 42, e-mail: vladimir.ostry@szu.cz

Prof. MVDr. Jiří Ruprich, CSc. – 70 let
Jiří Ruprich, DVM., PhD., prof. – 70 years

Ostrý, V.

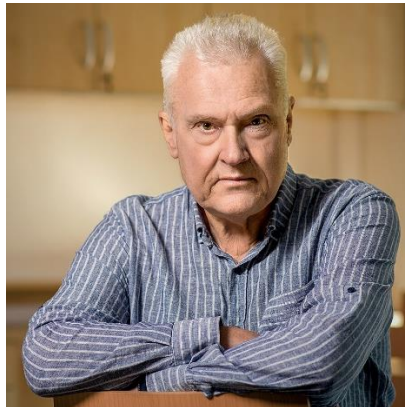
Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin v Brně

Souhrn

Dne 24. července 2024 se dožil 70 let prof. MVDr. Jiří Ruprich, CSc. přední osobnost v oblasti ochrany veřejného zdraví, toxikologie a nutriční epidemiologie. Je duchovním otcem, tvůrcem a garantem subprojektu „*Monitoringu dietární expozice chemickým látkám*“ („*Total Diet Study*“) s nadnárodním přesahem v rámci projektu „*Monitoringu zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí*“. Zde aplikoval a nadále rozvíjí metodologii hodnocení zdravotního rizika s využitím pravděpodobnostního modelování dietární expozice a charakterizace zdravotních rizik kontaminantům a živinám v potravinách pro jednotlivé populační skupiny. Zorganizoval první národní studii individuální spotřeby potravin v ČR (SISP04) a založil systém sběru dat o obsahu chemických látek v potravinách pro hodnocení zdravotních rizik (DATEX CZ) využívaný na národní i mezinárodní úrovni (EFSA). Z hlediska mezinárodního působení a ocenění je významná jeho dlouhodobá činnost v EU. Byl u založení Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA), působil 4 roky v panelu pro kontaminanty (CONTAM), pak byl 8 roků členem správní rady této vrcholné veřejné organizace v EU.

Klíčová slova: *prof. Jiří Ruprich, 70. výročí narození, hodnocení zdravotních rizik, Total Diet Study.*

Letošní konference LIII. Lenfeldovy a Höklovy dny je spojena se 70. výročím narození Prof. MVDr. Jiřího Rupricha, CSc.



Prof. MVDr. Jiří Ruprich, CSc. se narodil 24. července 1954 v Šumperku, většinu svého života však prožil v Brně. Maminka Marianna Ruprichová pracovala jako zdravotní sestra a otec prof. Ing. Jiří Ruprich, CSc. pracoval na Vysoké škole zemědělské v Brně.

Po maturitě na Střední zemědělské škole v Kloboukách u Brna začal v roce 1973 studovat na Vysoké škole veterinární v Brně (VŠV) obor všeobecné veterinární lékařství. Během studia projevil svůj zájem o problematiku farmakologie a toxikologie, ale i patologické fyziologie. Doktorem veterinární medicíny (MVDr.) se stal v roce 1979. V letech 1979 – 1985 pracoval jako doktorand - asistent na Katedře farmakologie a toxikologie, kde se

pod vedením prof. Aloise Piskače zabýval problematikou toxikologie především se zaměřením na diagnostiku mykotoxinů. Vyvinul např. přímé radioimunologické stanovení (RIA metody) aflatoxinu M₁ s podporou týmu radiobiologie Mikrobiologického ústavu AV v Praze, vedeném doc. Verešem. Ta byla vyráběna jako diagnostická souprava v Košicích.

V letech 1985 – 1992 pracoval jako vědecký pracovník toxikologie na Centru hygieny potravinových řetězců v Brně, Institutu hygieny a epidemiologie (dnes Státní zdravotní ústav) pod vedením prof. Zdeňka Matyáše. V té době se podílel na zavádění metodologie HACCP v rámci ČR, ale dále rozvíjel téma analýzy a hodnocení zdravotního rizika mykotoxinů. V roce 1988 získal titul kandidáta věd (CSc.) v oboru toxikologie.

Od roku 1992 až dosud pracuje jako vedoucí Centra hygieny potravinových řetězců (od roku 2008 Centra zdraví, výživy a potravin). Absolvoval zdravotnickou atestaci ve dvou oborech - ochrana veřejného zdraví a laboratorní metody.

V roce 1998 se stal docentem veterinární toxikologie a ekologie na Veterinární a farmaceutické univerzitě v Brně (VFU). V roce 2012 mu byl udělen titul profesora v oboru hygieny a technologie potravin VFU Brno. Dlouhou dobu se také věnoval pedagogické činnosti, především v rámci Fakulty veterinární hygieny a ekologie. Od výuky toxikologie přešel k výuce předmětu „*Výživa člověka*“. Tento široký odborný záběr využívá i při výuce pracovníků hygienické služby, ale i na jiných univerzitách v ČR.

Jeho odborná vědecká činnost je velmi bohatá. Svě vědomosti a zkušenosti získával a uplatňuje na národní i mezinárodní úrovni. Měl možnost doplnit si znalosti zejména v Nizozemí a USA, v rámci řady pracovních pobytů.

Jako vědecký pracovník pracoval na tématech, která se týkala hlavně metodologie hodnocení dietární expozice a zdravotního rizika se zaměřením na celou řadu chemických látek. Je držitelem Osvědčení o autorizaci v oblasti Hodnocení zdravotních rizik expozice chemickým látkám a biologickým agens v potravinách a pokrmech podle zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.

Je duchovním otcem, tvůrcem a garantem subprojektu „*Monitoringu dietární expozice chemickým látkám*“ („*Total Diet Study*“) s nadnárodním přesahem v rámci projektu „*Monitoringu zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí*“. Zde aplikoval a nadále rozvíjí metodologii hodnocení zdravotního rizika s využitím pravděpodobnostního modelování dietární expozice a charakterizace zdravotních rizik kontaminantům a živinám v potravinách pro jednotlivé populační skupiny. Zorganizoval první národní studii individuální spotřeby potravin v ČR (SISP04) a založil systém sběru dat o obsahu chemických látek v potravinách pro hodnocení zdravotních rizik (DATEX CZ) využívaný na národní i mezinárodní úrovni Evropským úřadem pro bezpečnost potravin (EFSA).

Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí

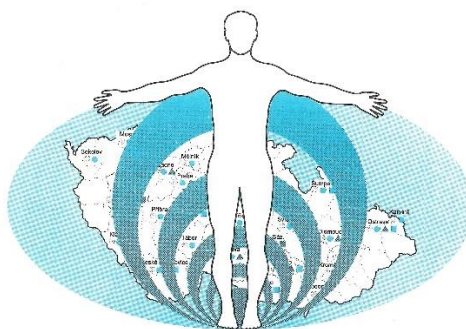


Subsystém 4

Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců v roce 2002:

*hlášená onemocnění přenášená potravinami,
bakteriologická a mykologická analýza potravin,
dietární expozice člověka chemickým látkám
a výskyt GMO na trhu potravin v ČR*

Odborná zpráva za rok 2002



Státní zdravotní ústav Praha
Praha, 2003

Byl řešitelem řady národních a zejména mezinárodních výzkumných projektů. Většina z nich je zaměřena na metodologii nutriční epidemiologie a hodnocení zdravotního rizika. Prof. Ruprich je autorem více než 600 různých publikací. Jeho práce byly citovány více než 1800x a jeho Hirschův index (WoS) dosahuje hodnoty 23. Je autorem celé řady přednášek na tuzemských a zahraničních konferencích a kongresech. Pravidelně informuje širší veřejnost populárně naučnou formou o výsledcích práce Centra na webu SZÚ.

Svémi rozsáhlými znalostmi vždy pomáhal zvyšovat odbornou a vědeckou úroveň Centra. Dlouhodobě předsedal Vědeckému výboru pro potraviny, v rámci něhož vznikly stále platné odborné materiály. Je členem Vědecké rady SZÚ.

Z hlediska mezinárodního působení a ocenění je významná jeho dlouhodobá činnost v EU. Byl u založení Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA), působil 4 roky v panelu pro kontaminanty (CONTAM), pak byl 8 roků členem správní rady této vrcholné veřejné organizace v EU. Angažoval se i ve WHO (GEMS FOOD) a OECD. V současné době byl zvolen do rady ředitelů International Life Sciences Institute (ILSI Europe).

Vedle rozsáhlých úspěchů a zásluh na poli vědy a organizace práce centra, má i další zájmy. Patří mezi ně především zahradničení a gastronomie. V letech 2016-2017 se vyučil na SŠ Charbulova v Brně kuchařem se zaměřením na teplé pokrmy, minutky a studené pokrmy. Nové znalosti uplatňuje ve své práci a výuce.

Prof. Ruprich je nejen náročným a spravedlivým vedoucím, spolehlivým a přátelským spolupracovníkem, ale i vítaným společníkem a partnerem pro diskuse plné nejen odborných a vědeckých témat, ale také dalších zajímavých aktuálních témat, které hýbou světem.

Ad multos annos!

Literatura

Ostrý, V., Řehůrková, I. Prof. MVDr. Jiří Ruprich, CSc. – 70. let. *Veterinářství*, 2024, 7, s. 410.

Ostrý, V., Řehůrková, I. Prof. MVDr. Jiří Ruprich, CSc. – 70. let. *Hygiena*, 2024, 69, 2, 37. ISSN 1802-6281

Pozn: Další použitá literatura je k dispozici u autora

Poděkování

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

Kontaktní adresa

Doc. MVDr. Vladimír Ostrý, CSc., Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin, Oddělení hodnocení zdravotních rizik a aplikované výživy, Palackého 3a, Brno, 612 42, e-mail: vladimir.ostry@szu.cz

doc. RNDr. Ing Jaromír Šikula, CSc., dr. h. c. – 100. výročí narození

Pažout, V., Kovařík, K., Šikula, C.

Doc. RNDr. Ing. Jaromír Šikula, CSc., dr. h. c., narozen 29. 5. 1924, byl významný veterinární botanik a ekolog. Byl vedoucím Botanického ústavu na Vysoké škole veterinární.

Objekt své špičkové odbornosti – zelené rostliny a zejména trávy, vnímal s ohromným respektem jako objemný zdroj výživy býložravých zvířat a potažmo i člověka, a při přijímaném množství je respektoval i jako potenciální zdroj nežádoucích látek do jejich výživy.

Studentům přednášel botaniku a pícninářství, encyklopedii zemědělství a hygienu vegetabilních potravin. Velmi významná, proslulá a plně respektovaná byla jeho praktická cvičení, zejména výukové exkurze do okolní přírody a terénu, na kterých svým ohromným přehledem a vynikajícími znalostmi přírody získával každoročně příznivce z řad studentů, učitelů a dalších zaměstnanců.

Respekt odborníků a široké veřejnosti získával bohatou řadou vystoupení v rozhlasu a televizi a mimořádnou publikační činností včetně řady skript, učebnic a monografií o travách, zejména jedovatých (Veterinary Toxicology, ELSEVIERS GIDS VAN DE GRASSEN) a jeho velmi žádaný kapesní atlas trav s barevnými originály A. Štolfy byl vydán v anglické, francouzské, španělské a vlámské verzi a jejich velmi náročná monografie o travách i ve verzi německé.

Kontaktní adresa

doc. MVDr. Vladimír Pažout, CSc., email: pazout.v@seznam.cz

POSTERY

Ovčí hrudkový syr z hľadiska obsahu minerálnych prvkov *Ewe's milk lump cheese from the aspect of trace minerals content*

Bino, E., Grešáková, E., Zábolyová, N., Pogány Simonová, M., Lauková, A.
Centrum biovied SAV v.v.i. ÚFHZ, Košice, Slovensko

Súhrn

Syry sú nutrične významné potraviny živočíšneho pôvodu, ktoré prispievajú aj ku dennej potrebe minerálnych prvkov u konzumentov. Preto aj cieľom tejto práce bolo sledovanie obsahu stopových prvkov – zinku (Zn), železa (Fe), medi (Cu) a mangánu (Mn) vo vzorkách ovčieho hrudkového syra, ktorý je obľúbeným produktom medzi slovenskými konzumentami. Pre naše účely bolo použitých 20 vzoriek syrov z rôznych agrofariem stredného Slovenska. Koncentrácie stopových prvkov boli analyzované pomocou atómového absorpčného spektrofotometra. Vo vzorkách syrov bol výrazne najvyšší obsah zinku ($20,49 \pm 3,24$ mg/kg). Namerané hodnoty Cu v syroch boli nižšie než v mlieku. Hodnoty Mn v syroch boli najbližšie hodnotám nameraným v mlieku. Poznať obsah mikroprvkov v syroch má význam z hľadiska ich dostatočného prísunu pre konzumenta, ako aj z hľadiska možného rizika pri prekročení fyziologického limitu ich prísunu.

Kľúčové slová: *minerálne prvky, ovčí hrudkový syr, výživa, zdravie*

Abstract

In general, cheese is nutritionally effective animal-derived food which also contribute to daily intake of trace elements in consumers. Therefore, the aim of this study was to analyze trace elements content – zinc (Zn), iron (Fe), copper (Cu) and manganese (Mn) in ewe's milk lump cheeses. This type of cheese is very popular among Slovak consumers. Twenty cheeses from agrofarms in central Slovakia were analysed using the atomic absorption spectrophotometer. Among trace elements in cheeses, the highest content of Zn was detected (20.49 ± 3.24 mg/kg). Values of Cu were lower than in milk. Mn values were the nearest to those in milk. Knowing the content of microelements in cheeses is important in terms of their sufficient supply to the consumer, as well as the potential risk of exceeding the physiological limit of their intake.

Key words: *trace minerals, ewe's milk lump cheese, nutrition, health*

Úvod

V rámci mliekarenských produktov predstavujú syry vo všeobecnosti vysoko nutrične výživné a obľúbené potraviny, ktoré obsahujú takmer všetky výživné látky ako sú proteíny, esenciálne minerálne prvky, tuk, vitamíny a ďalšie komponenty (Capcarová a kol., 2023). Aby syr naplnil požiadavku takejto potraviny, je potrebné poznať v danom produkte kvantitatívne, ale aj kvalitatívne zastúpenie jednotlivých zložiek, keďže mlieko a mliekarenské produkty môžu významne prispievať napr. k dennej potrebe minerálnych prvkov (Šnirc a kol., 2020). Chov oviec má na Slovensku tradíciu a výrobky z ovčieho mlieka patria medzi často konzumované. Medzi konzumentami sú obľúbené aj ovčie hrudkové syry. Ovčí hrudkový syr vyrábaný na Slovensku získal od Európskej komisie zaradenie a označenie: tradičná garantovaná/zaručená špecialita (TSG-traditional specialty guaranteed, Lauková a kol., 2022). Syry, ktoré boli vzorkované pre naše testovanie, boli vyrobené z mlieka oviec plemena Valaška. Toto plemeno je chované zväčša v podhorských oblastiach Slovenska (Kováčová a kol., 2021). Mlieko a syr môžu byť významným zdrojom denného príjmu niektorých stopových prvkov (Cashman,

2006). Cieľom tejto štúdie bolo stanovenie stopových prvkov – zinku, železa, medi a mangánu vo vzorkách ovčích hrudkových syrov z rôznych agrofariem v rámci stredného Slovenska. Prínos tejto štúdie je v informovaní verejnosti, keďže takéto analýzy nie sú bežne realizované. Preto aj s tým súvisiace informácie sú len veľmi limitované. Navyiac, v našej predchádzajúcej práci sme v rovnakých vzorkách robili aj skrining mikrobioty (Lauková a kol., 2022) pre komplexnosť a súvislosť poznatkov hlavne v rámci základného výskumu.

Materiál a metodika

Vzorky syrov nám boli dodávané našimi kolegami z Výskumného ústavu mliekárenského s.r.o. v Žiline. Kolegovia odoberali syry z rôznych agrofariem v rámci stredného Slovenska. Pre naše účely bolo použitých 20 vzoriek, teda 20 ovčích hrudkových syrov z rôznych agrofariem v rámci stredného Slovenska, ako už bolo uvedené. Sledovaný bol obsah nasledovných stopových prvkov v ovčích hrudkových syroch: zinok (Zn), železo (Fe), meď (Cu) a mangán (Mn). Koncentrácie stopových prvkov boli analyzované pomocou atómového absorpčného spektrofotometra (AAS-7000 Series, Shimadzu Co., Kyoto, Japonsko). Pred samotnou analýzou prešli vzorky mineralizáciou, mokrým rozkladom pomocou zmesi 65% HNO₃ a 30% H₂O₂ (Grešáková a kol., 2016, Tokarčíková, 2023). Štatistická analýza bola robená metódou ANOVA použijúc post-hoc Tukey test. Výsledky sú vyjadrené ako priemer analýz so štandardnou odchýlkou (SD). Koncentrácie stanovovaných prvkov boli vyjadrené v mg/kg.

Výsledky a diskusia

Vo vzorkách syrov bol výrazne najvyšší obsah zinku, ktorý dosiahol hodnotu v priemere 20,49±3,24 mg/kg (tab. 1), pričom najvyššia hodnota v rámci syrov bola detegovaná vo vzorkách syra č. 9 a č. 11 (27,35 resp. 27,55 mg/kg). Najnižšia nameraná hodnota Zn v ovčom hrudkovom syre bola 16,96 mg/kg. Tieto hodnoty sú oveľa vyššie, než boli napr. namerané v surovom kozom mlieku, kedy priemerný obsah Zn v rámci 26 vzoriek dosiahol 2,561 ± 0,6823 mg/L (Lauková a kol., 2022). Špánik a Margetin (2024) publikovali rozdiely v obsahu Zn v rámci porovnania kravského, ovčieho a kozieho mlieka a v prípade ovčieho mlieka uviedli hodnotu od 0,5 do 1,2 mg/100 g. V kozom mlieku boli namerané hodnoty nižšie a najnižšie boli hodnoty Zn v kravskom mlieku. Avšak takmer zhodnú priemernú hodnotu v rámci obsahu Zn z 19 testovaných produktov namerali Šnirc a kol. (2020) vo vzorkách tradičného syra z ovčieho mlieka, ktorým je oštiepok (23,2 mg/kg). Tieto údaje naznačujú, že syry z ovčieho mlieka sú dostatočným zdrojom a prísunom zinku pre konzumenta. Stopové prvky sú funkčnými, štruktúrnymi a regulačnými zložkami viacerých biomolekúl, ktoré sú súčasťou metabolických procesov v organizme (Tokarčíková, 2023). Zinok je po železe druhým najviac zastúpeným mikroelementom organizmu. Až 85 % z celkového zinku v organizme je uloženého vo svaloch a kostiach, 11 % je v koži a pečeni a zvyšok v ostatných tkanivách (Tokarčíková, 2023). Obsah Zn súvisí s obranyschopnosťou organizmu a lymfatickým systémom. Podporuje tvorbu a aktiváciu lymfatických buniek. Funguje aj ako antioxidant, pomáha neutralizovať voľné radikály, čím chráni lymfatický systém. Železo (Fe) je esenciálnym kofaktorom viacerých enzýmov a proteínov zapájajúcich sa do Krebsovho cyklu a rôznych redoxných reakcií v organizme. Zohráva úlohu pri prenose kyslíka a dýchaní a má význam aj v metabolizme aminokyselín, lipidov, a vitamínu A (Oliveira a kol., 2014). Hodnoty obsahu Fe v ovčom hrudkovom syre korelovali s jeho výskytom a množstvom detegovaným v kozom mlieku a boli vyššie než hodnoty Fe

v ovčom mlieku (Špánik a Margetin, 2024). V ovčích hrudkových syroch boli namerané hodnoty Fe v priemere $4,43 \pm 1,05$ mg/kg, v kozom mlieku $1,38 \pm 0,50$ mg/kg (Lauková a kol., 2022) a v ovčom mlieku do $1,2$ mg/100g, zatiaľ čo v oštiepku dosiahli hodnoty Fe až $14,10 \pm 5,85$ mg/kg (Šnirc a kol., 2020). Podobné hodnoty Fe ako v ovčom syre boli namerané aj v ďalšom type syra – Mozzarella ($5,34 \pm 1,09$ mg/kg; Capcarová a kol., 2023). Najvyššia hodnota Fe bola nameraná vo vzorke č. 51 ($6,87$ mg/kg) a najnižšia vo vzorke č. 7 ($2,19$ mg/kg). Ďalším dôležitým stopovým prvkom je meď (Cu). Cu sa napr. nachádza v transportných proteínoch Fe-hefastín a ceruloplazmín, ktoré umožňujú absorpciu a transport Fe, čo poukazuje na esenciálnu úlohu Cu v metabolizme Fe (Vashchenko a MacGillivray, 2013). Obsah Cu v oštiepku bol výrazne vyšší ($10,00 \pm 3,84$ mg/kg; Šnirc a kol., 2020), než bola jeho hodnota v ovčích syroch ($0,37 \pm 0,11$ mg/kg) alebo v kozom mlieku ($0,18 \pm 0,05$ mg/kg, Lauková a kol., 2022). Najvyššia hodnota Cu bola nameraná v syre č. 54 ($0,58$ mg/kg) a najnižšiu hodnotu vykazovali 2 vzorky syrov č. 1 a č. 2 ($0,29$ mg/kg). Mangán (Mn) je stopový prvok nevyhnutný pre normálny metabolizmus aminokyselín, lipidov, bielkovín a sacharidov. Má nezastupiteľnú úlohu pri procese zrážania krvi v organizme, pri imunite či v reprodukcii (Roth a kol., 2013). V rámci všetkých 4 sledovaných mikroelementov, hodnoty Mn namerané v ovčích hrudkových syroch (tab. 1) boli najbližšie hodnotám nameraným napr. v oštiepku ($0,70 \pm 0,24$ mg/kg) a boli vyššie než jeho hodnoty v kozom mlieku ($0,05 \pm 0,02$ mg/kg). Capcarová a kol. (2023) namerali v syre Mozzarella hodnoty Mn $1,48 \pm 0,38$ mg/kg. Najvyššia hodnota Mn bola nameraná v syre č. 54 ($0,75$ mg/kg) a najnižšia v syre č. 7 ($0,26$ mg/kg). Vedieť dané hodnoty je zaujímavým faktom pre konzumenta; napr. živočíšne produkty majú vyšší obsah Zn v porovnaní s jeho obsahom v zelenine (Manzi a kol., 2021). Poznať obsah prvkov v potravině – syroch má význam nielen z hľadiska ich dostatočného prísunu cez potraviny pre konzumenta, ale aj z hľadiska možného rizika, keď EFSA (Európska agentúra pre bezpečnosť potravín) (2010) stanovila tzv. bezpečný dočasný týždenný príjem prvkov – the provisional tolerable week intake (akceptovateľné hodnoty) tak, aby neohrozili zdravie konzumentov.

Tabuľka 1: Koncentrácia stopových prvkov vo vzorkách ovčieho hrudkového syra z agrofariem na Slovensku

Prvok v mg/kg	Priemer	SD
Zinok	20,49	3,24
Železo	4,43	1,05
Meď	0,37	0,11
Mangán	0,45	0,16

Záver

Pri testovaní obsahu 4 stopových minerálov v ovčích hrudkových syroch bol vo vzorkách syrov výrazne najvyšší obsah zinku. Hodnoty obsahu Fe v ovčom hrudkovom syre korelovali s jeho výskytom a množstvom detegovaným napr. v kozom mlieku a boli vyššie než v ovčom mlieku. Namerané hodnoty Cu v ovčích hrudkových syroch boli nižšie než v mlieku. V rámci 4 sledovaných mikroelementov, hodnoty Mn namerané v ovčích hrudkových syroch boli najbližšie hodnotám nameraným v mlieku. Poznať obsah prvkov v potravině – syroch má význam nielen z hľadiska ich dostatočného prísunu cez potraviny pre konzumenta, ale aj z hľadiska možného rizika pri prípadnom prekročení fyziologického limitu prísunu mikroprvkov.

Literatúra

Cashman, K.D. Milk minerals (including trace elements) and bone health. 2006. *International Dairy Journal*, vol. 16, p. 1389-1398. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12364>

Capcarová, M., Frigenti, M., Arvay, J., Jančo, I., Harangozo, L., Bandlertová, A., Sartoni, M., Guidi, A., Stawarz, R., Formicki, G., Argente, M.J., Massanyi, P. 2024. Levels of essential and trace elements in Mozzarella available on the Slovak market with the estimation of consumer exposure. *Biological Trace Elements Research*, vol. 202, p. 2357-2366. <https://doi.org/10.1007/s12011-023-03813-x>

Grešáková, E., Venglovská, K., Čobanová, K. 2016. Dietary manganese source does not affect Mn, Zn, and Cu tissue deposition and activity of manganese-containing enzymes in lambs. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, vol. 38, p. 138-143, ISSN 1878-3252

Kováčová, M., Výrostková, J., Dudříková, E., Zigo, F., Semjon, B., Regecová, I. 2021. Assessment of quality and safety of farm level produced cheeses from sheep and goat milk. *Applied Sciences*, vol. 11, p. 3196, <https://doi.org/10.3390/app11073196>

Lauková, A., Micenková, L., Grešáková, E., Maďarová, M., Pogány Simonová, M., Focková, V., Ščerbová, J. 2022. Microbiome associated with Slovak raw goat milk, trace minerals and vitamin E content. *International Journal of Food Science* Article ID 4595473, 8 pages, <https://doi.org/10.1155/2022/4595473>

Manzi, P., Di Constanzo, M.G., Ritota, M. 2021. Content of nutritional evaluation of zinc in PDO and traditional Italian cheese. *Molecules*, vol. 26, p. 6300

Oliveira, F., Rocha, S., Fernandes, R. 2014. iron metabolism: from health to disease. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, vol. 28, p. 210-218, ISSN 1098-2825

Roth, J., Ponzoni, S., Aschner, M. 2013. manganese homeostasis and transport. *Metals in Life Sciences*, vol. 12, p. 169-201, ISSN 1868-0402

Šnirc, M., Arvay, J., Král, M., Jančo, I., Zajác, P., Harangozo, L., Benešová, L. 2020. Content of mineral elements in the traditional oštiepok cheese. *Biological Trace Elements Research*, vol. 196, p. 639-645, <https://doi.org/10.1007/s12011-019-01934-w>

Špánik, J., Margetin, M. Niekoľko zaujímavostí o ovčom mlieku a bryndzi. (on-line 2024)

Tokarčíková, K. Interakcie stopových prvkov a ich vplyv na minerálny status hospodárskych zvierat. Doktorandská dizertačná práca G397/23, UVLF in Košice, CBV SAV v.v.i. ÚFHZ Košice, p.1-140.

Vashchenko, G., MacGillivray, R.T. 2013. Multi-copper oxidases and human iron metabolism. *Nutrients*, vol. 7, p. 2289-2313, ISSN 2072-6643

PodĎakovanie

Výsledky boli dosiahnuté v rámci projektov APVV-20-0204 a APVV-17-0028.

Kontaktná adresa

MVDr. Andrea Lauková, CSc., Centrum biovied SAV, v.v.i. Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6, 040 01 Košice, Slovensko, email: laukova@saske.sk a MVDr. Eva Bino, PhD, Centrum biovied SAV, v.v.i. Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6, 040 01 Košice, Slovensko, email: bino@saske.sk

Amoniak-sulfitový karamel a vybrané fyzikálně-chemické parametry medu

Ammonia-Sulphite Caramel and Selected Physico-Chemical Parameters in Honey

Dluhošová, S., Hromčíková, J., Tkáč, M.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Studie se zabývala hodnocením vlivu obsahu amoniak-sulfitového karamelového barviva E150d na elektrickou vodivost a barvu medových roztoků. Bylo použito 6 modelových medů (n=6), označených jako květové a lesní. U každého vzorku byla stanovena hodnota obsahu vody, která je nezbytná pro následné měření elektrické vodivosti. K vytvořeným roztokům byly přidány koncentrace karamelového barviva na třech úrovních. Elektrická vodivost byla sledována v roztocích medů. Barva medu byla sledována jak v medech, tak medových roztocích za použití barevné stupnice a fotometru.

U sledovaných parametrů byly zjištěny statisticky nevýznamné ($p > 0,05$), významné ($p < 0,05$) i vysoce významné ($p < 0,01$) rozdíly, týkající se především barvy medu. Přítomnost karamelového barviva ovlivnila také mírně vodivost medu. Je nutné poznamenat, že hodnocení barvy medu a elektrické vodivosti nejsou dostačující k potvrzení falšování medu přídavkem amoniak-sulfitového karamelu. Je vhodné využít jiných konfirmačních metod, např. kapalinové chromatografie s hmotnostní detekcí.

Klíčová slova: *E150d, 4-methylimidazol, refraktometrie, konduktometrie, barva medu, fotometrie*

Abstract

The study dealt with the evaluation of the influence of the ammonia-sulphite caramel dye E150d content on the electrical conductivity and color of honey solutions. Six model honeys (n=6) were used, labeled as floral and forest. For each sample, the value of the water content was determined, which is necessary for the subsequent measurement of electrical conductivity. Caramel dye concentrations at three levels were added to the created solutions. Electrical conductivity was monitored in honey solutions. Honey color was monitored in both honeys and honey solutions using a color scale and a photometer. Statistically insignificant ($p > 0.05$), significant ($p < 0.05$) and highly significant ($p < 0.01$) differences were found for the monitored parameters, mainly concerning the color of the honey. The presence of caramel dye also slightly affected the conductivity of the honey. It must be noted that the assessment of honey color and electrical conductivity is not sufficient to confirm the adulteration of honey with the addition of ammonia-sulphite caramel. It is advisable to use other confirmation methods, e.g. liquid chromatography with mass detection.

Key words: *E150d, 4-methylimidazole, refractometry, conductometry, honey color, photometry*

Úvod

Med je potravina přírodního původu, která obsahuje kromě jednoduchých sacharidů řadu cenných látek zastoupených v minoritním množství, jako jsou enzymy, aminokyseliny, kyseliny, vitaminy, minerální látky, barviva, antioxidanty a látky zajišťující specifické organoleptické vlastnosti. Jeho produkce i kvalita je ovlivněna mnoha vnějšími faktory

(Alvarez-Suarez et al., 2009; Margaoan et al., 2021; da Silva et al., 2016; Escuredo et al., 2014; Tornuk et al., 2013; Jin et al., 2017; Habib et al., 2014; Demeter a Haščík, 2008; Brudzynski a Sjaarda, 2021). Použití medu v domácnostech se stalo tradicí. S ohledem na jedinečnost produkce patří med k častým potravinám, které jsou falšovány. Jednu z možných cest falšování je přidání karamelového barviva do květových medů a označení těchto medů jako medovicových (Pospiech a kol., 2021; Everstine et al., 2013; Moore et al., 2012; Fakhlaei et al., 2020; Hong et al., 2017; Walker et al., 2022; Phipps, 2019; Siddiqui et al., 2017; Recklies et al., 2021). Tmavší medovicové medy jsou ze stran spotřebitelů kladně hodnoceny s ohledem na zvýšený obsah minerálů a vitamínů (Ajibola et al., 2012; da Silva et al., 2016; Bogdanov, 2016; Pita-Calvo et al., 2017; Seraglio et al., 2021).

K legislativním podkladům týkajících se medu patří Codex Alimentarius Standard for Honey (2022), směrnice Rady 2001/110/ES o medu v úpravě směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/63/EU a vyhláška č. 76/2003 Sb (v aktuálním znění). Pro Českou republiku (ČR) je od roku 1999 vydána norma jakosti Český med. Pro analytické stanovení fyzikálně-chemických parametrů je možné aplikovat Harmonizované metody Evropské komise pro med (Bogdanov et al., 1997; International Honey Commission, 2009). Opomenuto by nemělo být nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. Dozor nad medem dle zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích (v aktuálním znění) je prováděn Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí (SZPI), případně Státní veterinární správou (SVS) v rámci svých kompetencí.

Karamelová barviva jsou nejstarší a nejpoužívanější barviva v potravinách (Rahardjo et al., 2019; Altunay a Gürkan, 2019). Jsou ošetřena nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách. Rozlišují se čtyři typy karamelových barviv: třídy I–IV, příp. E150a–d. Využívají se při výrobě pečených potravin, masných polotovarů, piva, vína, nápojů, omáček, džemů, náplní, polev a cukrovinek (nařízení č. 1333/2008; JECFA, 2011; Lee et al., 2013; Wu et al., 2015). Pro aditivní látky platí při použití množství quantum satis. Z důvodů zachování zdraví spotřebitelů jsou nastaveny maximální povolené limity ze strany Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) (EFSA, 2011; JECFA, 2011; Chazelas et al., 2020; Vollmuth, 2018). S ohledem na některé meziprodukty vznikající při výrobě karamelových barviv, musí být prováděny i testy dlouhodobého působení na zdraví (nařízení č. 1333/2008; JECFA, 2011; Lee et al., 2013; Vollmuth, 2018; Wu et al., 2015; Kamuf et al., 2003; IARC, 2022; NTP, 2007; Tzatzarakis et al., 2017; Morita a Uneyama, 2016; Goscinný et al., 2014). Dle odhadovaných expozic je ale prokázáno, že běžný příjem karamelových barviv nepředstavuje bezpečnostní riziko (Vollmuth, 2018; Li et al., 2013; OEHHA, 2021). Med dle směrnice 2001/110/ES patří k potravinám, do kterých není povoleno přidávat potravinářská barviva.

Cílem této práce bylo vyhodnocení výsledků a porovnání, do jaké míry byla ovlivněna elektrická vodivost a barva medových roztoků po přidavku amoniak-sulfitového karamelu. Dalším cílem bylo zhodnocení, zda je stanovení vodivosti a barvy vhodným ukazatelem pro falšování medu karamelovým barvivem.

Materiál a metodika

Použité pracovní pomůcky: laboratorní sklo (kádinky, tyčinky, odměrné baňky, odměrné válce; plastové a porcelánové pracovní pomůcky (pipety, lžičky); papírová stupnice Jack's Scale (USA). Použité přístroje: analytické laboratorní váhy ALJ I60-4NM (Kern,

Německo); refraktometr Abbé (Krüss, Německo); konduktometr inoLab Cond 720 (WTW, UK); fotometr pro měření barvy medu (Hanna Instruments, Rumunsko); vodní lázeň typ 1002 (GFL, Německo); ultrazvuková lázeň K-5 (Kraintek, Slovensko); Microsoft Excel (USA); Unistat for Excel (UK). Použité chemické látky a standardy: destilovaná voda připravená použitím filtračního zařízení 03 (Device Aqua Osmotic, ČR); glycerol pro kalibraci fotometru; karamel kulér potravinářské barvivo E150d (složení: amoniak-sulfitový karamel, alergen oxid siřičitý v množství vyšším než 10 mg/kg), původ Francie. Použité vzorky medů (n=6): medy dostupné na pracovišti Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie Veterinární univerzity Brno byly označeny jako květové a lesní. Medy byly skladovány v originálních obalech ve tmě při teplotě 20±2 °C.

Příprava vzorků

Stanovení obsahu vody refraktometricky

U vzorků medů byla stanovena hodnota obsahu vody vypočtená ze zjištění indexu lomu dle hodnot uvedených v International Honey Commission (2009).

Stanovení elektrické vodivosti konduktometricky

Vodivost byla stanovena v roztoku medu obsahujícího 20 % sušiny ve 100 ml. Hodnoty vodivosti byly upraveny dle teploty. Vodivost se hodnotila v roztocích čistých medů i v roztocích medů obohacených amoniak-sulfitovým karamellem. Koncentrace karamelu byla 1,96 g/kg (Koncentrace 1), 5,77 g/kg (Koncentrace 2) a 12,47 g/kg (Koncentrace 3).

Stanovení barvy pomocí stupnice Jack's Scale

Do plastového kelímku byl aplikován med i medové roztoky bez/s karamelovým barvivem. Barva byla posuzována dle přiložené barevné stupnice 0–130 mm Pfund.

Stanovení barvy fotometricky

Do kyvet byl aplikován med, případně připravené medové roztoky bez/s karamelovým barvivem. Fotometr byl kalibrován na roztok glycerolu. Fotometr Hanna má rozsah měření 0–150 mm Pfund.

Zpracování výsledků

Statistické porovnávání bylo provedeno v programu Unistat for Excel. Byl použit Shapiro-Wilkův test normality. Na základě výsledků byly dále použity testy pro analýzu rozptylu (mnohonásobná porovnávání) a neparametrické testy vícevýběrové (Kruskal-Wallisova jednofaktorová ANOVA).

Výsledky a diskuze

Obsah vody v medech se pohyboval v rozmezí 16,4–20,2 % a hodnoty vodivosti pro čisté medové roztoky byly 27,11–57,91 mS/m. Hodnoty vodivosti roztoků medů obohacených amoniak-sulfitovým karamellem na třech koncentracích byly od 26,22 do 83,10 mS/m. Hodnota elektrické vodivosti byla značně variabilní, ale platí trend: se vzrůstající koncentrací přidaného barviva se vodivost zvyšuje. Statistické zhodnocení ale nepotvrdilo statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$). Lze tedy předpokládat, že pro zvýšení vodivosti u květových medů na hodnotu více než 80 mS/m, by mohl být amoniak-sulfitový karamel použit. U jednoho vzorku medu, do kterého byla přidána nejvyšší koncentrace barviva, byla hodnota vodivosti již na úrovni medů medovicových. Nicméně toto množství přidaného barviva již velmi ovlivnilo barvu medu v roztoku. Otázkou je, zda by byl takto tmavý med ještě spotřebitelem kladně přijímán, zvláště pokud platí, že barva medu je v roztoku světlejší v porovnání s barvou medu. Odborné články zabývající

se hodnocením elektrické vodivosti se shodují, že většina květových medů má hodnoty menší než 50 mS/m, některé se mohou blížit hodnotám mezi 60–70 mS/m, zatímco jiné mohou mít v průměru velmi nízkou vodivost okolo 8–20 mS/m. Také bylo sledováno, že medy označené jako smíšené mohou mít vodivost v rozmezí 50–80 mS/m, zatímco většina medovicových medů se pohybuje od 80 do 160 mS/m (Pauliuc et al., 2022; Addi a Bareke, 2021; Pospiech a kol., 2021; Sajid et al., 2019). Ovšem vyhláška č. 76/2003 Sb. (v aktuálním znění) nerozlišuje pojem smíšený med.

Barva medu a medových roztoků za použití měřící stupnice Jack's Scale byla v rozpětí 3 až hodnot > 130 mm Pfundovy stupnice, zatímco měření fotometrem zaznamenalo hodnoty 24 až > 150 mm Pfundovy stupnice. Mezi těmito dvěma metodami měření byla zjištěna značná variabilita, což je ovlivněno subjektivním hodnocením dle stupnice Jack's Scale. U všech obohacených vzorků je patrné, že přidaný karamel ovlivnil barvu medového roztoku. V případě vyšších koncentrací barviva a přesažení hodnoty stupnice či měřeného spektra, nemohla být odečtena přesná číselná hodnota. Totéž platilo o vzorcích medů, které byly zkrystalizovány a nepodařilo se je před měřením rozpuštěním vyčeřit. Pro hodnocení barvy z pokusu vyplývá, že mezi použitými metodami stupnice Jack's Scale a fotometru není statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$). Ten se projevil až při srovnání tří různých koncentrací přidaného karamelového barviva ($p < 0,05$). Statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,01$) byl zaznamenán mezi hodnocením barvy medů a medových roztoků. Med byl ve srovnání s roztoky výrazně tmavší. Ve studii Sajid et al. (2019) jsou barvy medu hodnoceny od bílé (27,95 mm Pfund), přes extra světle jantarovou (34,86 mm Pfund), světle jantarovou (50–70 mm Pfund) nebo dle Pospiecha a kol. (2021) dle botanického původu pro lipový (45,6 mm Pfund), akátový (47,4 mm Pfund), květový (49,4 mm Pfund), jetelový (50 mm Pfund), medy z ovocných stromů (59,1 mm Pfund), řepkový (73,3 mm Pfund) či medovicový (76,3 mm Pfund).

Z uvedeného je patrné, že amoniak-sulfitový karamel ovlivňuje barvu i elektrickou vodivost, a proto je jeho přídavek do medu zakázán. Stanovení vodivosti ani barvy medu není dostačující pro potvrzení odhalení použitého barviva, proto je nutné, aby byla aplikována jiná konfirmační metoda. Tou je nejčastěji kapalinná chromatografie s hmotnostní detekcí a stanovení látky 4-methylimidazol, jako sloučeniny vznikající při výrobě amoniak-sulfitového karamelu (Lee et al., 2013; Wu et al., 2015).

Závěr

Z výsledků vyplývá, že přídavek amoniak-sulfitového karamelu měl větší vliv na barvu než na vodivost. Se zvyšující se koncentrací karamelu stoupala i statistická významnost. Med je cenná surovina, která je vedle dalších potravin často vybrána k falšování. Vodivost i barva medu je ale k potvrzení použití karamelového barviva nedostačující, proto je nutné volit vhodnější metodu kapalinné chromatografie s hmotnostní detekcí.

Poděkování

Tato práce vznikla z finančních prostředků Institucionální podpory výzkumu přidělených Ústavu hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie FVHE, VETUNI Brno.

Literatura

Addi, A., Bareke, T. 2021. Botanical origin and characterization of monofloral honeys in southwestern forest of Ethiopia. *Food Science & Nutrition*, vol. 9, no. 9, pp. 4998–5005.

- Ajibola, A., Chamunorwa, J. P., Erlwanger, K. H. 2012. Nutraceutical values of natural honey and its contribution to human health and wealth. *Nutrition & Metabolism*, vol. 9, no. 61, pp. 1–12.
- Altunay, N., Gürkan, R. 2019. Ion pair vortex assisted-ionic liquid based dispersive liquid-liquid microextraction for selective separation and preconcentration of 4-methylimidazole from caramel colour drinks and foodstuffs prior to its spectrophotometric determination. *Microchemical Journal*, vol. 147, pp. 999–1009.
- Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E., Battino, M. 2009. Contribution of honey in nutrition and human health: A review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, vol. 3, no. 1, pp. 15–23.
- Bogdanov, S. 2016. *Honey as nutrient and functional food. Book of honey, Chapter 8. Bee Product Science*, 47 p. [online]. [cit. 2024-08-19]. Dostupné z: <<https://s66a5b07cb261a6cc.jimcontent.com/download/version/1609255034/module/1112014973/name/8HoneyNutrientFunctional.pdf>>
- Bogdanov, S., Martin, P., Lüllman, C. 1997. Harmonised methods of the European Honey Commission. *Apidologie*, extra issue, pp. 1–59. ISSN: 0044-8435.
- Brudzynski, K., Sjaarda, C. P. 2021. Colloidal structure of honey and its influence on antibacterial activity. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 20, no. 2, pp. 2063–2080.
- Codex Alimentarius Standard for Honey. 12-1981. 2022. 8 p. [online]. [cit. 2024-08-16] Dostupné z: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012e.pdf>.
- da Silva, P., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., Fett, R. 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, vol. 196, pp. 309–323.
- Demeter, Š., Haščík, J. 2008. *Včelie produkty*. 3. svazek. Bratislava: Polymedia, 60 p. ISBN: 978-80-969977-0-1.
- EFSA. European Food Safety Authority. 2011. EFSA Panel on food additives and nutrient sources added to food (ANS); Scientific opinion on the re-evaluation of caramel colours (E 150a, b, c, d) as food additives. *EFSA Journal*, vol. 9, no. 3, pp. 1–103. [online]. [cit. 2024-08-19]. Dostupné z: <<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2011.2004>>
- Escuredo, O., Dobre, I., Fernandez-Gonzalez, M., Carmen Seijo, M. 2014. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry*, vol. 149, pp. 84–90.
- Everstine, K., Spink, J., Kennedy, S. 2013. Economically motivated adulteration (EMA) of food: Common characteristics of EMA incidents. *Journal of Food Protection*, vol. 76, no. 4, pp. 723–735.
- Fakhlai, R., Selamat, J., Khatib, A., Razis, A. F. A., Sukor, R., Ahmad, S., Babadi, A. A. 2020. The toxic impact of honey adulteration: A review. *Foods*, vol. 9, no. 1538, pp. 1–21.
- Gosciny, S., Hanot, V., Trabelsi, H., van Loco, J. 2014. Determination of caramel colorants' by-products in liquid foods by ultra-high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS). *Food Additives & Contaminants: Part A*, pp. 1–9.
- Habib, H. M., Al Meqbali, F. T., Kamal, H., Souka, U. D., Ibrahim, W. H. 2014. Bioactive components, antioxidant and DNA damage inhibitory activities of honeys from arid regions. *Food Chemistry*, vol. 153, pp. 28–34.

- Hong, E., Lee, S. Y., Jeong, J. Y., Park, J. M., Kim, B. H., Kwon, K., Chun, H. S. 2017. Modern analytical methods for the detection of food fraud and adulteration by food category. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 97, pp. 3877–3896.
- Chazelas, E., Deschasaux, M., Srour, B., Kesse-Guyot, E., Julia, C., Alles, B., Druesne-Pecollo, N., Galan, P., Hercberg, S., Latino-Martel, P., Esseddik, Y., Szabo, F., Slamich, P., Gigandet, S., Touvier, M. 2020. Food additives: Distribution and co-occurrence in 126,000 food products of the French market. *Scientific Reports*, vol. 10, no. 1, pp. 1–15.
- IARC. International Agency for Research on Cancer. 2022. IARC monographs on the identification of carcinogenic hazards to humans. © IARC. 40 p. [online]. [cit. 2024-08-19]. Dostupné z: <<https://monographs.iarc.who.int/03fec2f6-3fc0-4ba9-a5ba-552f0ff1a6d1>>.
- International Honey Commission. 2009. Harmonised Methods of the International Honey Commission. 63 p. [online]. [cit. 2024-08-16]. Dostupné z: <<https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>>.
- JECFA. The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 2011. Caramel Colours. [online]. [cit. 2024-08-19]. Dostupné z: <https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/monograph11/additive-102-m11.pdf>.
- Jin, Y., Zhang, J., Zhao, W., Zhang, W., Wang, L., Zhou, J., Li, Y. 2017. Development and validation of a multiclass method for the quantification of veterinary drug residues in honey and royal jelly by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, vol. 221, pp. 1298–1307.
- Kamuf, W., Nixon, A., Parker, O., Barnum, G. C. Jr. 2003. Overview of caramel colors. *Cereal Foods World*, vol. 48, no. 2, pp. 64–69.
- Lee, K.-G., Jang, H., Shibamoto, T. 2013. Formation of carcinogenic 4(5)-methylimidazole in caramel model system: A role of sulphite. *Food Chemistry*, vol. 136, pp. 1165–1168.
- Li, A., Wei, P., Hsu, H. C., Cooks, R. G. 2013. Direct analysis of 4-methylimidazole in foods using paper spray mass spectrometry. *Analyst*, vol. 138, pp. 4624–4630.
- Margaoan, R., Topal, E., Balkanska, R., Yucel, B., Oravec, T., Cornea-Cipcigan, M., Vodnar, D. C. 2021. Monofloral honeys as a potential source of natural antioxidants, minerals and medicine. *Antioxidants*, vol. 10, no. 7, pp. 1–48.
- Moore, J. C., Spink, J., Lipp, M. 2012. Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010. *Journal of Food Science*, vol. 77, no. 4, pp. 118–126.
- Morita, T., Uneyama, C. 2016. Genotoxicity assessment of 4-methylimidazole: Regulatory perspectives. *Genes and Environment*, vol. 38, no. 20, pp. 1–4.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách. *Úřední věstník Evropské unie*. L 354/16, 21. 12. 2008, konsolidovaná verze 2. 6. 2024. 357 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*. L 304, 22. 11. 2011, konsolidovaná verze 1. 1. 2018. 60 p.

- Norma jakosti ČESKÝ MED – ČSV 1/1999. 3 p. [online]. [cit. 2024-08-16]. Dostupné z: <<https://www.vcelarstvi.cz/dokumenty-cms/svazova-norma-cesky-med-zmena-2023.pdf>>.
- NTP. National toxicology program. 2007. NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies of 4-methylimidazole (CAS NO. 822-36-6) in F344/N rats and B6C3F1 mice (feed studies). National Institutes of Health, Public Health Service, U.S. Department of health and human services. [online]. [cit. 2024-08-19]. Dostupné z: <https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/lt_rpts/tr535.pdf>.
- Pauliuc, D., Dranca, F., Ropciuc, S., Oroian, M. 2022. Advanced characterization of monofloral honeys from Romania. *Agriculture*, vol. 12, no. 4, pp. 1–13.
- OEHHA. The office of health and hazards assessment. 2021. Proposition 65 No Significant Risk Level (NSRLs) and Maximum Allowable Dose Levels (MADLs). 2021-10-01. © 2022 OEHHA. [online]. [cit. 2024-08-19]. Dostupné z: <<https://oehha.ca.gov/proposition65/general-info/current-proposition-65-no-significant-risk-levels-nsrls-maximum>>.
- Phipps, R. 2019. The quest for justice in the honey industry (fake vs. authentic honey). 17 p. [online]. [cit. 2024-08-19]. Dostupné z: <https://www.albertabeekeepers.ca/wp-content/uploads/2018/09/Phipps-International-Honey-Report_20190222.pdf>.
- Pita-Calvo, C., Guerra-Rodríguez, M. E., Vázquez, M. 2017. Analytical methods used in the quality control of honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 65, pp. 690–703.
- Pospiech, M., Javůrková, Z., Hrabec, P., Čížková, H., Titěra, D., Štarha, P., Ljasovská, S., Kružík, V., Podskalská, T., Bednář, J., Kundriková Burešová, P., Tremlová, B. 2021. Physico-chemical and melissopalynological characterization of Czech honey. *Applied Sciences*, vol. 11, pp. 1–17.
- Rahardjo, M., Sihombing, M., Anggraeni, M. K. 2019. Color development and antioxidant activity in honey caramel. International Conference on Food and bio-Industry 2019. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sciences 443, 012041. 9 p. [online]. [cit. 2024-08-19]. Dostupné z: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/443/1/012041/pdf>>.
- Recklies, K., Peukert, C., Kölling-Speer, I., Speer, K. 2021. Differentiation of honeydew honeys from blossom honeys and according to their botanical origin by electrical conductivity and phenolic and sugar spectra. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 69, no. 4, pp. 1329–1347.
- Sajid, M., Yamin, M., Asad, F., Yaqub, S., Ahmad, S., Mubarik, M. A. M. S., Ahmad, B., Ahmad, W., Qamer, S. 2019. Comparative study of physico-chemical analysis of fresh and branded honeys from Pakistan. *Saudi Journal of Biological Sciences*, vol. 27, no. 1, pp. 173–176.
- Seraglio, S. K. T., Schulz, M., Gonzaga, L. V., Feet, R., Costa, A. C. O. 2021. Current status of the gastrointestinal digestion effects on honey: A comprehensive review. *Food Chemistry*, vol. 357, pp. 1–14.
- Siddiqui, A. J., Musharraf, S. G., Choudhary, M. I., Rahman, A. 2017. Application of analytical methods in authentication and adulteration of honey. *Food Chemistry*, vol. 217, pp. 687–698.
- Směrnice Rady č. 2001/110/ES ze dne 20. prosince 2001 o medu. *Úřední věstník Evropské unie*. L 10, 12. 1. 2002, konsolidovaná verze 23. 6. 2014. 12 p.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/63/EU ze dne 15. května 2014, kterou se mění směrnice Rady 2001/110/ES o medu. *Úřední věstník Evropské unie*. L 164, 3. 6. 2014. 5 p.

Tornuk, F., Karaman, S., Ozturk, I., Toker, O. S., Tastemur, B., Sagdic, O., Dogan, M., Kayacier, A. 2013. Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial Crops and Products*, vol. 46, pp. 124–131.

Tzatzarakis, M. N., Vakonaki, E., Moti, S., Alegakis, A., Tsitsimpikou, C., Tsakiris, I., Goumenou, M., Nosyrev, A. E., Rizos, A. K., Tsatsakis, A. M. 2017. Quantification of 4-methylimidazole in soft drinks, sauces and vinegars of Greek market using two liquid chromatography techniques. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 107, pp. 565–571.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 76/2003 ze dne 6. března 2003, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, částka 32 (v aktuálním znění).

Vollmuth, T. A. 2018. Caramel color safety – An update. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 111, pp. 578–596.

Walker, M. J., Cowen, S., Gray, K., Hancock, P., Burns, D. T. 2022. Honey authenticity: the opacity of analytical reports – part 1 defining the problem. *Science of Food*, vol. 6, no. 11, pp. 1–9.

Wu, X., Kong, F., Huang, M., Yu, S. 2015. Effects of pH on the formation of 4(5)-methylimidazole in glucose/ammonium sulfate and glucose/ammonium sulfite caramel model reactions. *Food Research International*, vol. 76, pp. 661–665.

Zákon č. 110/1997 ze dne 24. dubna 1997 o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 38 (v aktuálním znění).

Kontaktní adresa

MVDr. Sandra Dluhošová, 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: dluhosovas@vfu.cz

**Význam ovocia a zeleniny vo výžive ľudí - Zabezpečenie kvality
a bezpečnosti pre spotrebiteľa**
*Importance of fruit and vegetable in human nutrition – Ensuring quality
and safety for the consumer*

Dudriková, E., Olekšáková, M., Zahumenská, J., Kováčová, M.
Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

Súhrn

Ovocie a zelenina sú na jednej strane významnou skupinou potravín pre obsah významných výživových faktorov. Na druhej strane môžu obsahovať nežiaduce látky, ktoré sa v/na ovocí a zelenine môžu nachádzať buď ako látky danej rastline prirodzené (toxíny, antinutričné látky) alebo látky cudzorodé (napr. zvyšky hnojív alebo pesticídov, škodliviny z ovzdušia, mikroorganizmy a ich toxíny, parazity). Preto je významné z hľadiska zabezpečenia kvality a bezpečnosti venovať pozornosť všetkým aspektom pestovania ovocia a zeleniny, ich zberu a pozberovej úprave a samozrejme spracovaniu a uskladneniu.

Kľúčové slová: *ovocie, zelenina, výživové faktory, antinutričné látky, kvalita a bezpečnosť*

Abstract

Fruits and vegetables are, on the one hand, an important group of foods for the content of important nutritional factors. On the other hand, they may contain undesirable substances that can be found in/on fruits and vegetables as either substances natural to the given plant (toxins, anti-nutritional substances) or foreign substances (e.g. residues of fertilizers or pesticides, pollutants from the air, microorganisms and their toxins, parasites). Therefore, it is important from the point of view of ensuring quality and safety to pay attention to all aspects of growing fruits and vegetables, their collection and post-harvest processing and, of course, processing and storage.

Key words: *fruits, vegetables, nutritional factors, anti-nutritional substances, quality and safety*

Úvod

Ovocie a zelenina sú potraviny rastlinného pôvodu, ktoré sa vyznačujú nízkou energetickou hodnotou, vysokým obsahom vody, značným obsahom vitamínov a minerálov, rozpustnej aj nerozpustnej vlákniny a množstvom bioaktívnych látok. Okrem vitamínov a minerálov do tejto skupiny patria: polyfenoly, flavonoidy a antokyány, glukozinoláty a izotiokyanáty, organické kyseliny a mnohé ďalšie (Putnik et al., 2018). Mnohé epidemiologické štúdie a meta-štúdie preukázali spojitost' dlhodobej zvýšenej konzumácie ovocia a zeleniny so zníženým rizikom chronických ochorení ako sú napríklad kardiovaskulárne ochorenia, diabetes typu 2, chronické zápalové ochorenia, neurodegeneratívne ochorenia a rakoviny (Slavin a Lloyd, 2012; Aune et al., 2017; Peréz Jiménez a Saura-Calixto, 2015; Koch, 2019). Konzumácia piatich alebo viacerých porcií ovocia a zeleniny denne znižuje riziko infarktu myokardu, ktoré je o 15 % nižšie v porovnaní s tými, ktorí konzumujú menej ako päť porcií. Ďalej spotreba 600 g ovocia a zeleniny denne môže znížiť riziko ischemickej choroby srdca o 31 % a ischemickej cievnej mozgovej príhody o 19 % (Borges et al., 2010). Navyše, za posledné desaťročie sa ukázalo, že konzumácia rastlinných potravín má významný vplyv na črevný

mikrobióm, a že strava bohatá na rastliny má za následok nie len zvýšenie počtu ale aj druhov črevných mikróbov, ktoré sú prospešné pre ľudskú fyziológiu a celkové zdravie (Klinder et al., 2016).

Cieľom práce bolo popísať bioaktívne látky významné z hľadiska výživy ľudí a prirodzené (toxíny, antinutričné látky) alebo látky cudzorodé v zmysle zabezpečenia kvality a bezpečnosti tejto komodity rastlinných potravín.

Materiál a metodika

Na získanie výsledkov zadaných cieľov práce bolo preštudovaných spolu 38 literárnych zdrojov vedeckých a odborných prác domácej a zahraničnej literatúry.

Výsledky a diskusia

Z literárneho prehľadu vyplýva, že z bioaktívnych látok prítomných v ovoci a zelenine sú významné nasledovné skupiny látok:

Polyfenolové zlúčeniny sú veľká skupina sekundárnych metabolitov rastlinného pôvodu, ktoré majú v rastlinách rôzne ochranné fyziologické funkcie. Prirodzene sú určené na ochranu rastlín pred bylinožravcami, rôznymi mikrobiálnymi infekciami a škodlivými účinkami ultrafialového žiarenia (Bursac Kovečević et al., 2020). Literatúra naznačuje, že majú silné antioxidačné účinky, teda reagujú s voľnými radikálmi a inaktivujú ich, čím chránia organizmus pred krátkodobým aj dlhodobým oxidačným stresom, ktorý prispieva k rozvoju cukrovky, šedého zákalu, nádorových ochorení, kardiovaskulárnych a mnohých ďalších ochorení. Z najvýznamnejších predstaviteľov môžeme spomenúť kyselinu chlorogénovú, gallovú a katechíny (Chlebo et al., 2020).

Flavonoidy sú podskupinou polyfenolových zlúčenín a podobne majú široké spektrum účinkov, ovplyvňujú zrážanie krvi, znižujú riziko kardiovaskulárnych chorôb, hladinu cholesterolu a riziko nádorov. Citrusy obsahujú značné množstvo flavonoidov, ktoré sú spojené s hypolipidemickými, hypoglykemickými, protizápalovými a antioxidačnými vlastnosťami (Mozaffarian a Wu, 2018). Najznámejší zástupcovia sú napr. resveratrol v šupke červeného hrozna, kvercetín prítomný v jablkách, jahodách ale aj cibuli a brokolici (Chlebo et al., 2020).

Antokyaníny sú podskupinou flavonoidov, ktoré ovociu dávajú zafarbenie v odtieňoch červenej, fialovej, modrej až čiernej a hojne sa vyskytujú v bobuľovínach ale aj v rebarbore, červenej kapuste, šupke baklažánu a cvikle. Slúžia ako prevencia proti zápalom močových ciest, inhibujú rast baktérií a rovnako ako ostatné polyfenoly majú silné antioxidačné účinky (Chlebo et al., 2020).

Glukozinoláty sú charakteristické pre všetkých zástupcov čeľade kapustovitých ako napríklad reďkovka, kapusta, kel, brokolica, ale aj chren a wasabi. Po hydrolýze sa menia na aromatické typicky štipľavé izotiokyanáty. Rastliny tieto látky vytvárajú ako obranu proti škodcom a sú významné svojím baktericídny účinkom. Bola pozorovaná aj kancerostatická aktivita a podpora vylučovania žlče, ktorá napomáha tráveniu tukov (Fodran et al., 2011, Moreb et al., 2020).

Vláknina

Ovocie a zelenina má nízku energetickú hodnotu a zvyčajne je bohatá na vlákninu, v čom spočíva jej prevencia pred obezitou. Rozpustná vláknina (pektín, inulín, algináty z rias) viaže žľčové kyseliny a vychytáva cholesterol. Vláknina pôsobí v hrubom čreve niekoľkými mechanizmami, zvyšuje pohyblivosť tráviaceho traktu, znižuje absorpciu jedovatých látok a potenciálnych karcinogénov (Chlebo et al., 2020).

Vláknina, ako je pektín, celulóza a hemicelulóza, má prebiotický účinok a pomáha kontrolovať pocit sýtosti, napomáha v prevencii rakoviny pľúc a čriev a cukrovky 2. typu a prispieva k zníženiu rizika vzniku kardiovaskulárnych ochorení a metabolického syndrómu (Song et al., 2020; Akbari et al., 2016). Potraviny rastlinného pôvodu obsahujú nestráviteľné disacharidy a oligosacharidy, charakterizované ako prebiotiká, pretože podporujú priaznivé prostredie pre prežitie mikroorganizmov ako sú baktérie mliečneho kysnutia a bifidobaktérie, ktoré z nich fermentáciou získavajú energiu (Chen a Lu, 2020; Barichella et al., 2016).

Črevný mikrobióm sa vekom mení, ale je relatívne stabilný v dospelosti (Yatsunenka et al., 2012). Diétne makroživiny však môžu rýchlo, v priebehu 2–4 dní, vyvolať zmeny v mikrobiálnom zložení v tráviacom trakte (David et al., 2014). Tieto zmeny sa prejavujú, keď mikróby získavajú energiu na rast zo živín, ktoré unikli proximálnemu tráveniu a absorpcii. Preto je možné príjmom stravy ovplyvniť, ktoré mikróby budú kolonizovať tráviaci trakt a rásť, alebo ktoré zmiznú z tráviacej sústavy počas života konzumenta. Štúdie o stravovacích návykoch preukázali asociácie medzi stravovacími vzorcami a špecifickými mikrobiálnymi spoločenstvami v tráviacom trakte (Wu et al., 2011).

Kvalita

Z nežiadúcich látok sa v/na ovocí a zelenine môžu nachádzať buď látky danej rastline prirodzené (toxíny, antinutričné látky) alebo látky cudzorodé, ako sú zvyšky hnojív alebo pesticídov, škodliviny z ovzdušia, mikroorganizmy a ich toxíny, parazity (Uher, 2009).

Antinutričné látky sú rastlinné zlúčeniny, ktoré majú potenciál znížiť biologickú dostupnosť nutričov a mikronutričov do organizmu konzumenta, prípadne môžu spôsobiť zdravotné ťažkosti. Niektoré z týchto látok sú termolabilné a dajú sa eliminovať tepelnou úpravou. Medzi termolabilné antinutrienty patria lektíny, glukozinoláty, fytáty, oxaláty, triesloviny či saponíny (Phan et al., 2018).

Tak napríklad kapustovitá zelenina, známa tiež ako krížová zelenina (brokolica, karfiol, kapusta, ružičkový kel, kaleráb, repa, horčica, reďkovky a kel), má svoj bohatý nutričný profil a mnohé zdravotné výhody. Ale jej konzumácia môže spôsobiť v dôsledku prítomnosti glukozinolátov napr. poruchu štítnej žľazy. Je to z dôvodu toho, že tieto zlúčeniny môžu znižovať uvoľňovanie jódu zo štítnej žľazy tým, že pôsobia ako kompetitívny inhibítor sodíkového/jodidového symportéra folikulárnych buniek štítnej žľazy. Preto sa pre jedincov s oslabenou funkciou štítnej žľazy alebo všeobecným nedostatkom jódu v strave jej konzumácia neodporúča (López-Moreno et al., 2022). Po tepelnom spracovaní potravín je koncentrácia glukozinolátov výrazne znížená. Po piatich minútach procesu varu bolo pozorované 51% zníženie celkových glukozinolátov v dôsledku bunkovej lýzy a difúzie (Hwang a Kim, 2013).

Oxaláty sú antinutričné zlúčeniny prítomné v zelenine, ako je špenát, repa alebo rebarbora. Tieto zlúčeniny sú soli silnej organickej kyseliny (kyselina oxálová alebo šťavelová) so schopnosťou vytvárať vo vode soli väzbou na minerály ako sodík, draslík, vápnik, železo alebo zinok (Lo et al., 2018). Tradične sa príjem oxalátov v strave spája s rizikom vzniku obličkových kameňov (Crivelli et al., 2021), Niekoľko štúdií uvádza, že na vznik obličkových kameňov má väčší vplyv obsah vápnika v potrave ako obsah oxalátov (Mitchell et al., 2019). Vzhľadom na rozpustnosť oxalátov vo vode umožňujú kulinárske procesy, ako je varenie a varenie v pare, značne znížiť obsah týchto zlúčenín. Proces varu počas 12 minút viedol k zníženiu rozpustných oxalátov o 30 až 87 %. Zatiaľ čo pri varení v pare je zníženie obsahu oxalátov okolo 42 % až 46 % (Chai a Liebman, 2005).

Alkaloidy sú horké zložky rastlín, ktoré majú úlohu pôsobiť ako prirodzený pesticíd proti škodcom a mnohé majú farmakologické využitie. Bežný príklad je solanín prítomný vo väčšom množstve v zelených častiach zemiakov a tomatín zase v paradajkách. Tieto alkaloidy sú považované za antinutrienty pre ich pôsobenie na tráviacu a nervovú sústavu, narušenie elektrochemického prenosu. Môžu zapríčiniť zvýšený tep, paralýzu až smrť. Sú hemolyticky aktívne a jedovaté pre ľudí (Sinha a Khare, 2017). Saponíny patria do skupiny glykozidov, sú rozpustné vo vode a majú horkú chuť. Nachádzajú sa v špenáte, špargli, brokolici, zemiakoch, baklažáne. Tieto látky majú hemolytické vlastnosti, spôsobujú hnačku a zvracanie a majú aj spermicídny efekt (Sinha a Khare, 2017).

Fermentácia aj tepelná úprava sú účinné pri znížení obsahu antinutrientov v potravinách rastlinného pôvodu. Niekoľko štúdií tiež dospelo k záveru, že kombinácia dvoch alebo viacerých metód spracovania je pri znižovaní hladiny antinutrientov efektívnejšia ako použitie jednej metódy spracovania (Rahim et al., 2023). Je potrebné si však uvedomiť, že antinutrienty sú spravidla škodlivé ak sú konzumované vo veľkých množstvách alebo počas dlhého obdobia.

Zdravotné riziká vyplývajúce z konzumácie ovocia a zeleniny sú spravidla nižšie ako u ostatných potravín a zdravým ľuďom nehrozí nebezpečenstvo ani pri vyššej konzumácii zeleniny, ako je odporúčané (Chlebo et al., 2020; Sinha a Khare, 2017).

Kontaminanty

Pri nesprávnom používaní chemických prípravkov v čase zberu môžu ich reziduá presiahnuť povolené hodnoty a ohroziť zdravie človeka. Ovocie a zelenina rastúce vonku môžu byť kontaminované aj z ovzdušia a pôdy, napríklad kedysi olovom v blízkosti ciest alebo inými splodinami zo skládok alebo tovární a spaľovní. Na takýchto miestach by sa nemalo pestovať vôbec (Hegedusová et al., 2006).

Na ovocí a zelenine sa prirodzene nachádza aj množstvo baktérií a spór. Veľa z nich je neškodných, ale nedovoleným hnojením fekáliami, močovkou alebo polievaním zdravotne závadnou vodou sa na povrch môžu dostať choroboplodné baktérie alebo parazity. Je možné ich eliminovať umytím pod nezávadnou pitnou vodou, povolenou dezinfekciou alebo tepelnou úpravou (Chlebo et al., 2020). Najvýznamnejšie patogény na ovocí a zelenine sú baktérie z čeľade *Enterobacteriaceae*, ktoré indikujú slabú kontrolu hygieny počas spracovania potravín, *Listeria monocytogenes* a *Clostridium botulinum* sa na potraviny dostávajú kontamináciou z pôdy, rody *Salmonella*, *Shigella* a *E. coli* pochádzajúce z krížovej kontaminácie exkrementami (Paramithosis et al., 2017). Ďalšie riziko predstavujú mykotoxíny produkované vláknitými hubami. Prirodzene sa na ovocí a zelenine môžu vyskytnúť počas rastu, zberu, transportu, skladovania, spracovania aj balenia (Barkai-Golan, 2008). Približne 150 húb má schopnosť produkovať viac ako 400 mykotoxínov. V potravinárskom priemysle sú najzávažnejšie aflatoxíny, trichotecény, ochratoxíny, patulín, toxíny produkované rodom *Alternaria* a pod. (Ünüsán, 2018). Mykotoxíny majú rozdielnu chemickú štruktúru, ale mnohé z nich majú spoločné efekty ako cytotoxicitu a poškodenie DNA. Pri malých koncentráciách môžu spôsobiť lézie na pečeni, obličkách a v gastrointestinálnom trakte, dokonca môžu mať karcinogénne, teratogénne a mutagénne účinky (Omotayo et al., 2019). Menované mykotoxíny sú relatívne termostabilné a bežnou tepelnou úpravou počas spracovania ťažko eliminovateľné. Stupeň degradácie daného mykotoxínu teplom závisí od viacerých faktorov, ako je teplota, pH, vlhkosť a čas. Toxíny produkované rodom *Alternaria* boli redukované pri teplote 121 °C počas 60 minút a trichotecény čiastočne redukované pri teplotách vyšších ako 200 °C. Celkovo je však ohrev energeticky náročný a vedie

k deštrukcii mnohých vzácnych bioaktívnych látok, napríklad termolabilných vitamínov (Nan et al., 2022). Mikrovlnný ohrev marhuľovej šťavy po dobu 15 min dokáže znížiť koncentráciu patulínu o 95 % bez výraznej zmeny chuti a výživovej hodnoty (Pramanik et al., 2017). Ďalším spôsobom eliminácie mykotoxínov je adsorpcia. Ošetrovanie jablkového džúsu aktivovaným uhlím významne znižuje obsah patulínu, zatiaľ čo nutričné ukazovatele ako rozpustné látky, redukujúce cukry a celkové kyseliny ostali bez významnej zmeny (Leggott et al., 2001). Ozón je silné oxidačné činidlo a dokáže oxidovať dvojitzú väzbu v molekule mykotoxínu, používa sa na elimináciu patulínu, ochratoxínu a trichotecénov. Pri ošetrovaní ovocných štiav ozónom neboli pozorované výrazné zmeny pH, hladiny vitamínu C a farby, preto je v potravinárskom priemysle rozšírený ako efektívna, bezpečná a lacná metóda na elimináciu mykotoxínov zo zeleniny a ovocia a zvýšenie bezpečnosti spracovaných produktov (Nan et al., 2022).

Záver

Konzumácia rôznych druhov ovocia a zeleniny je vďaka širokému spektru a bohatému obsahu bioaktívnych látok, vitamínov, minerálov a vlákniny prospešná pre ľudské zdravie. Odporúča sa ako prevencia mnohých chronických a civilizačných ochorení. Vďaka svojmu obsahu látok protektívnych pre ľudský organizmus majú významné protirakovinové, protizápalové, cytoprotektívne a antimikrobiálne vlastnosti. Obsah týchto látok je však závislý od druhu ovocia alebo zeleniny, preto je dôležité stravovať sa pestro a konzumovať rôzne druhy z každej skupiny. Ďalšou významnou zložkou ovocia a zeleniny je rozpustná a nerozpustná vláknina, ktorá upravuje trávenie a vstrebávanie niektorých živín a pomáha modelovať črevnú mikrobiotu. Ako každá potravina aj ovocie a zelenina so sebou nesú isté riziko pre konzumenta. Môžu obsahovať kontaminanty rastline prirodzené alebo cudzie, ktoré môžu byť zanesené do potraviny v ktoromkoľvek kroku od rastu na strome až po spracovanie a transport k zákazníkovi. Preto je potrebné ovocie a zeleninu pred konzumáciou v surovom stave minimálne dôkladne umyť, prípadne dostatočne tepelne opracovať.

Literatúra

- Akbari, E. et al. 2016. Effect of probiotic supplementation on cognitive function and metabolic status in Alzheimer's disease: a randomized, double-blind and controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, 256.
- Aune, D., Giovannucci, E., Boffetta, P. et al. 2017. Vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality-A systematic review and dose-response meta-analysis. *International Journal of Epidemiology*, 46(3), 1029–1056.
- Barichella, M. et al. 2016. Probiotics and prebiotic fiber for constipation associated with Parkinson disease. *Neurology*, vol. 87, no. 12, p. 1274-80.
- Barkai-Golan, R.; Paster, N. 2008. *Mycotoxins in Fruits and Vegetables*. Academic Press: New York, NY, USA. ISBN: 9780123741264.
- Borges, G., Degeneve, A., Mullen, W., Crozier, A. 2010. Identification of flavonoid and phenolic antioxidants in black currants, blueberries, raspberries, red currants, and cranberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 58, no. 7, 3901-3909.
- Bursać Kovačević, D. et al. 2020. *Strategies to achieve a healthy and balanced diet: fruits and vegetables as a natural source of bioactive compounds*. Agri-Food Industry Strategies for Healthy Diets and Sustainability, Editor: Barba F.J, Putnik, P., Bursać Kovačević, D. Academic Press, 51-88. ISBN 9780128172261

- Crivelli, J.J. et al. 2021. Contribution of Dietary Oxalate and Oxalate Precursors to Urinary Oxalate Excretion. *Nutrients*, vol. 13, no. 1, p. 62.
- David, L.A. et al. 2014. Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature*, vol. 505, no. 7484, p. 559–563.
- Fodran, P. et al. 2011. *Chémia potravín*. 1. vydanie. Bratislava : Slovenská technická univerzita, 394 s. ISBN 9788022735698.
- Hegedusová, A. Hegedus, O. Musilová, J. 2006. *Riziká kontaminácie pôd kadmium*. Vedecká monografia, Nitra, FPV UKF, 85 s. ISBN 80-8094-047-9.
- Hwang, E.S., Kim, G.H. Effects of various heating methods on glucosinolate, carotenoid and tocopherol concentrations in broccoli. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, vol. 64, no. 1, p. 103-111.
- Chai, W., Liebman, M. 2005. Effect of Different Cooking Methods on Vegetable Oxalate Content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. vol. 53, no. 8, p. 3027-3030.
- Chen, J., Hu, L. 2020. Nanoscale delivery system for nutraceuticals: preparation, application, characterization, safety, and future trends. *Food Engineering Reviews*, 12(4).
- Chlebo, P. et al. 2020. *Zdravie výživa ľudí 2*. 2. vydanie. Bratislava : CAD PRESS, s. 1338. ISBN 9788088969891.
- Klinder, A., Shen, Q., Heppel, S., Lovegrove, J.A., Rowland, I., Tuohy, K.M. 2016. Impact of increasing fruit and vegetables and flavonoid intake on the human gut microbiota. *Food & Function*, vol. 7no. 4, p. 1788–1796.
- Koch, W. 2019. Dietary Polyphenols-Important Non-Nutrients in the Prevention of Chronic Noncommunicable Diseases. A Systematic Review. *Nutrients*, vol. 11, no. 5, p. 1039.
- Leggott, N.L., Shephard, G.S., Stockenström, S., Staal, E., Van Schalkwyk, D.J. 2001. The reduction of patulin in apple juice by three different types of activated carbon. *Food Additives and Contaminants*, vol. 18, p. 825–829.
- Lo, D., HsinI, W., WanJen, W., & RayYu, Y. 2018. Anti-nutrient components and their concentrations in edible parts in vegetable families. *CAB Reviews*, vol. 13, p. 1-30.
- López-Moreno, M., Garcés-Rimón, M., Miguel, M. 2022. Antinutrients: Lectins, goitrogens, phytates and oxalates, friends or foe? *Journal of Functional Foods*, vol. 89, p. 104938, ISSN 1756-4646.
- Mitchell, T. et al. 2019. Dietary oxalate and kidney stone formation. *American Journal of Physiology*, vol. 316, no. 3, F409-F413.
- Moreb, N., Murphy, A., Jaiswal, S., Jaiswal, A.K. 2020. Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables. *Academic Press*, 33-54, ISBN 9780128127803.
- Mozaffarian, D., Wu, J. H. Y. 2018. Flavonoids, dairy foods, and cardiovascular and metabolic health. *Circulation Research*, vol. 122, no. 2, p. 369-384.
- Nan, M., Xue, H., Bi, Y. 2022. Contamination, Detection and Control of Mycotoxins in Fruits and Vegetables. *Toxins*, vol. 14 , no. 5, p. 309.
- Omotayo, O.P., Omotayo, A.O., Mwanza, M., Babalola, O.O. 2019. Prevalence of Mycotoxins and Their Consequences on Human Health. *Toxicological Research*, vol. 35, p. 1–7.
- Paramithiotis, S., Drosinos, E. H., Skandamis, P. 2017. *Microbial ecology of fruits and fruit based products*. In A. de Souza Sant’Ana (Ed.), *Quantitative microbiology in food processing—modeling the microbial ecology*. 358–381. New York: John Wiley & Sons, Ltd.

- Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F. 2015. Macromolecular antioxidants or non-extractable polyphenols in fruit and vegetables: Intake in four European countries. *Food Research International*, vol. 74, p. 315–323.
- Phan, M.A.T., Paterson, J. Bucknall, M., Arcot J. 2018. Interactions between phytochemicals from fruits and vegetables: Effects on bioactivities and bioavailability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 58, no. 8, p. 1310-1329.
- Pramanik, T., Padan, S.K., Gupta, R., Bedi, P., Singh, G. 2017. *Comparative efficacy of microwave, visible light and ultrasound irradiation for green synthesis of dihydropyrimidinones in fruit juice medium*. Recent Advances in Fundamental and Applied Sciences. In AIP Conference Proceedings; AIP Publishing LLC.: New York, NY, USA, vol. 1860, p. 020059.
- Putnik, P., Lorenzo, J., Barba, F., Roohinejad, S., Jambrak, A. R., Granato, D., Kovečević, D. B. 2018. Novel food processing and extraction technologies of high-added value compounds from plant materials. *Foods*, vol. 7, no. 7, p. 106.
- Rahim, A. et al. 2023. Food processing to reduce antinutrients in plant-based foods. *International Food Research Journal*, vol. 30, no. 1, p. 25-45.
- Sinha, K. a Khare, V. 2017. Review on: Antinutritional factors in vegetable crops. *The Pharma Innovation Journal*, vol. 6, no. 12, p. 353-358.
- Slavin, J.L., Lloyd, B. 2012. Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition*, vol. 3, no. 4, p. 506–516.
- Song, E.J. et al. 2020. Effect of probiotics on obesity-related markers per enterotype: a doubleblind, placebo-controlled, randomized clinical trial, *The EPMA Journal*, vol. 11, no 1, p. 31-51.
- Uher, A. 2009. *Zelenina vo výžive a jej rizikové faktory*. Vedecká monografia, SPU v Nitre, 2009, 65 s. ISBN 978-80-552-0279-2.
- Ünusan, N. 2018. Systematic review of mycotoxins in food and feeds in Turkey. *Food Control*, vol. 97, p. 1–14.
- Wu, G.D. et al. 2011. Linking long-term dietary patterns with gut microbial enterotypes. *Science*, vol. 334, no.6052, p. 105–108.
- Yatsunencko, T. et al. 2012. Human gut microbiome viewed across age and geography. *Nature*, vol. 486, no. 7402, p. 222–227.

Pod'akovanie

Táto práca bola finančne podporená projektom KEGA 007UVLF-4/2024.

Kontaktná adresa

Doc. MVDr. Eva Dudriková, PhD., Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice. E-mail: eva.dudrikova@uvlf.sk

**Komparačné zhodnotenie mastných kyselín vo vybraných jedlých
rastlinných olejoch z aspektu ľudského zdravia**
*Comparative evaluation of fatty acids in selected edible vegetable oils
from the aspect of human health*

Fatrčová-Šramková, K.^{1*}, Gálik, B.¹, Novotná, I.¹, Kováčiková, E.¹, Kopčeková, J.¹,
Juríková, T.³, Ivanišová, E.^{2,4}, Kňažická, Z.¹

¹ Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

² Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

³ Ústav pre vzdelávanie pedagógov, Fakulta stredoeurópskych štúdií, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

⁴ Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Cieľom výskumu bolo zhodnotiť obsah mastných kyselín v rámci zloženia vybraných komerčných rastlinných olejov – ryžového, hroznového a olivového oleja. Vzorky boli zakúpené v špecializovanej predajni v Nitre na západnom Slovensku. Na analýzu mastných kyselín bola použitá plynová chromatografia (Agilent 6890A, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). V ryžovom oleji boli hlavnými mastnými kyselinami kyselina linolová (41,34 %), kyselina olejová (36,16 %) a kyselina palmitová (16,74 %). V hroznom oleji boli hlavnými mastnými kyselinami rovnaké tri mastné kyseliny ako v ryžovom oleji: kyselina linolová (57,93 %), kyselina olejová (27,18 %) a kyselina palmitová (8,26 %). V olivovom oleji boli najviac zastúpené kyselina olejová (69,70 %), kyselina palmitová (11,38 %) a kyselina linolová (11,04 %). Pomer n3/n6 mastných kyselín sa znižoval v poradí: olivový (0,071) > ryžový (0,02) > hroznom olej (0,017) a pomer n6/n3 mastných kyselín sa znižoval v poradí: hroznom (58,42) > ryžový (50,95) > olivový olej (14,04). Analyzované rastlinné oleje majú priaznivé spektrum mastných kyselín prospešných pre ľudské zdravie a sú vhodné na adekvátne kulinárske využitie.

Kľúčové slová: ryžový olej, hroznom olej, olivový olej, mastné kyseliny, zdravie človeka

Abstract

The aim of the research was to evaluate the fatty acid content within the composition of selected commercial vegetable oils – rice oil, grapeseed oil and olive oil virgin. The samples were purchased from a specialized store in Nitra, western Slovakia. Gas chromatography and Agilent 6890A instrument (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) were used for fatty acid analysis. In rice oil, the major fatty acids were linoleic acid (41.34%), oleic acid (36.16%) and palmitic acid (16.74%). In grapeseed oil, the main fatty acids were the same three fatty acids as in rice oil: linoleic acid (57.93 %), oleic acid (27.18 %) and palmitic acid (8.26 %). In olive oil, oleic acid (69.70 %), palmitic acid (11.38 %) and linoleic acid (11.04 %) were the most abundant. The ratio of n3/n6 fatty acids decreased in the order: olive (0.071) > rice (0.02) > grapeseed oil (0.017) and the ratio of n6/n3 fatty acids decreased in the order: grapeseed (58.42) > rice (50.95) > olive oil (14.04). The vegetable oils analysed have a favourable spectrum of fatty acid beneficial to human health and are suitable for adequate culinary use.

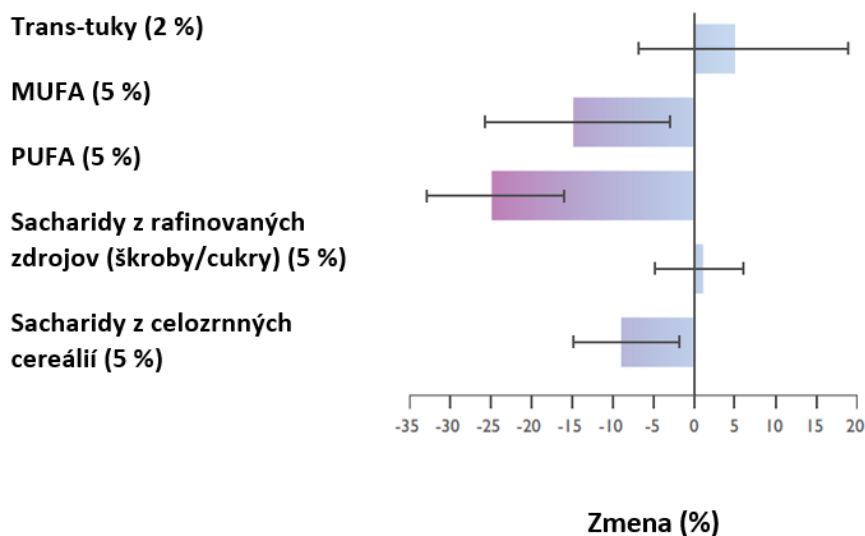
Key words: rice oil, grapeseed oil, olive oil, fatty acids, human health

Úvod

Choroby neinfekčného pôvodu sú v súčasnosti čoraz väčším problémom. V rámci podpory a ochrany zdravia sa pozornosť koncentruje na nutrične podmienené choroby, pri ktorých je obzvlášť významná prevencia výživou. V nutričnej profylaxii sa uplatňujú odporúčania založené na vedeckých dôkazoch, odporúčané výživové dávky, zásady, princípy, modely správnej výživy. V praxi sa zdôrazňujú a aplikujú funkčné potraviny, potraviny na osobitné výživové účely a i. Uvádzajú sa aj „superpotraviny“ (Dostálová a Bajaníková, 2020), ktoré je potrebné posudzovať na vedeckom základe.

Stravovacie návyky ľudí ovplyvňujú kardiovaskulárne riziko u človeka, najmä prostredníctvom rizikových faktorov, ako sú lipidy, krvný tlak, telesná hmotnosť a *diabetes mellitus* (Eilat-Adar et al., 2013; European Heart Network, 2020). Napriek tomu, že odporúčania týkajúce sa živín a potravín sú dôležité pre zdravie kardiovaskulárneho systému, narastajú obavy o udržateľnosť životného prostredia, čo podporuje prechod od živočíšneho k rastlinnému potravinovému modelu (Willett et al., 2019; WHO, 2020).

Riziko ischemickej choroby srdca sa znižuje, keď sa adekvátne nahradia nasýtené tuky v potrave (obr. 1). Polynenasýtené tuky (-25 %), mononenasýtené tuky (-15 %) a v menšej miere sacharidy z celozrnných obilnín (-9 %) sú v asociácii so zníženým kardiovaskulárnym rizikom pri izoenergetickej náhrade nasýtených tukov v strave (Li et al., 2015; Sacks et al., 2017).



Obrázok 1: Odhadovaná zmena (%) rizika koronárnej choroby srdca v dôsledku izoenergetickej substitúcie nasýtených tukov inými tukmi alebo sacharidmi (Sacks et al., 2017; ESC, 2021)

Vysvetlivky: MUFA – mononenasýtené mastné kyseliny, PUFA – polynenasýtené mastné kyseliny

S nárastom populácie a s ekonomickým rozvojom sa verejnosť stále viac zaujíma o zdravotné prínosy a nutričné vlastnosti nekonvenčných rastlinných olejov, ktoré sú bohaté na zlúčeniny s vysokou biologickou hodnotou (Tian et al., 2023).

V poslednej dobe sa zvýšil záujem konzumentov o nekonvenčné rastlinné oleje, napríklad olej z hroznových jadriek (GSO). Je obľúbeným rastlinným olejom, ktorý sa získava

z jadierok plodov vínnej révy – viniča hroznorodého (*vitis vinifera*). Hroznové jadierka obsahujú 13-19 % oleja (Hegedús et al., 2022), čo závisí od odrody hrozna, pestovateľských podmienok a od použitej metódy extrakcie (Garavaglia et al., 2016). Francúzsko, Španielsko a Argentína sú významnými producentami tohto oleja, avšak najväčšia produkcia pochádza z Talianska (Hegedús et al., 2022). Mnohé štúdie potvrdili zdravotné prínosy hroznového oleja, vrátane jeho kardioprotektívnych, antimikrobiálnych, antiaterogénnych, antitrombotických, hypolipidemických a protirakovinových vlastností (Orsavova et al., 2015; Vujsinovic et al., 2021).

Súčasný trend zahŕňa aj využitie oleja z ryžových otrúb – ryžového oleja, ktorý sa získava ako vedľajší produkt pri výrobe ryže (Ali a Devarajan, 2017). Je obľúbeným kuchynským olejom v Japonsku, Indii, ale aj v iných ázijských krajinách (v Číne, Nepále, Thajsku, Vietname atď.), kde je vnímaný ako „zdravý olej“. Jeho výhody sú podporované celosvetovými organizáciami a inštitúciami, vrátane WHO (World Health Organization), Čínskej asociácie pre obilniny a oleje (Chinese Cereals and Oils Association, CCOA) a Národného inštitútu výživy v Indii (National Institute of Nutrition in India, NIN).

Cieľom výskumu bolo komparačne zhodnotiť obsah mastných kyselín v rámci zloženia vybraných komerčných rastlinných olejov, a to v ryžovom, hroznovom a olivovom oleji. Zámerom bolo zhodnotiť rastlinné oleje z aspektu obsahu a súhrnného zloženia jednotlivých skupín mastných kyselín v olejoch.

Materiál a metodika

Vzorky rastlinných olejov: ryžový, hroznový, olivový olej panenský (virgin) boli zakúpené v špecializovanej predajni v Nitre na západnom Slovensku. Na kvantifikáciu mastných kyselín sme použili plynovú chromatografiu s plameňovým ionizačným detektorom na prístroji Agilent 6890A (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) s injektorom Multi Mode. Metylestery mastných kyselín (FAME) boli separované na analytickej kolóne DB-23 (Agilent Technologies 122-2361; 60 m × 250 μm × 0,15 μm). Na kalibráciu kolóny bola použitá 37-komponentná štandardná zmes Supelco FAME (Supelco 47885-U; Sigma-Aldrich, Laramie, WY, USA).

Použili sme celkovo 200 mg vzorky v 20 ml skúmavke s brúseným spojovacím hrdlom. Vzorka bola rozpustená v 5,0 ml n-hexánu a bol pridaný 1,0 ml 2N KOH v metanole. Následne bola skúmavka intenzívne pretrepávaná a potom umiestnená do vodného kúpeľa zahriateho na 60 °C na 30 sekúnd. Po pretrepaní sa skúmavky nechali 1 minútu postáť. Následne boli pridané 2,0 ml kyseliny chlorovodíkovej (33-36 % p.a. HCl) a obsah jemne pretrepaný. Po oddelení vrstiev sa horná vrstva obsahujúca FAME opatrne odpipetovala, prefiltrovala cez bezvodý Na₂SO₄ a použila na analýzu. Vzorky esterifikovaného oleja boli pred analýzou zriedené v pomere 1:19 (50 μl FAME + 950 μl n-hexánu). Ako indikátor kvality slúžil elučný čas oddelených analytov. Chromatogramy vzoriek boli porovnávané so štandardným chromatogramom. Ukazovateľom množstva bola plocha pod vrcholom sledovaného analytu. Všetky použité analytické plyny (He, H₂, N₂ a syntetický vzduch) mali čistotu 5,0. Výsledky sú uvedené ako aritmetický priemer opakovaní spolu so štandardnou odchýlkou (± SD) alebo v percentách.

Výsledky a diskusia

Výskumom sme zistili spektrum jednotlivých mastných kyselín vo vybraných komerčných rastlinných olejoch. Obsah mastných kyselín v skúmaných olejoch je uvedený na obr. 2.

V ryžovom oleji boli hlavnými masnými kyselinami polynenasýtená – PUFA (polyunsaturated fatty acid) kyselina linolová *C18:2cis n6* (41,34 %), mononenasýtená – MUFA (monounsaturated fatty acid) kyselina olejová *C18:1cis n9* (36,16 %) a nasýtená – SFA (saturated fatty acid) kyselina palmitová *C16:0* (16,74 %).

Z celkového spektra masných kyselín vyplýva, že v ryžovom oleji klesal obsah masných kyselín nasledovne: PUFA kyselina linolová > MUFA kyselina olejová > SFA kyselina palmitová > SFA kyselina stearová (2,25 %) > PUFA kyselina α -linolénová (0,81 %) > SFA kyselina arachidónová (0,53 %) > MUFA kyselina cis-11eikosaénová (0,33 %) > SFA kyselina myristová (0,25 %) > SFA kyselina lignocerová (0,24 %) > SFA kyselina behenová (0,18 %) > MUFA kyselina palmitoolejová (0,16 %). Pomer n3/n6 masných kyselín bol v ryžovom oleji 0,02 a pomer n6/n3 bol 50,95.

Ryžový olej je v porovnaní s inými konvenčnými rastlinnými olejmi veľmi obľúbeným olejom vďaka svojej dobrej kvalite, predĺženej skladovateľnosti, obsahu masných kyselín a ďalších zložiek (Riantong a Jorg, 2021). Jeho zdravotné benefity možno pripísať zloženiu masných kyselín, pričom približne 47 % je MUFA, 33 % PUFA a 20 % SFA. Obsahuje predovšetkým 36-45 % kyseliny olejovej *C18:1*, 30-38 % kyseliny linolovej *C18:2* a 15-22 % kyseliny palmitovej *C16:0* (Lai et al., 2019; Punia et al., 2021). Aj keď obsahuje nízky podiel kyseliny α -linolénovej *C18:3 n3*, postačuje na *de novo* syntézu iných n3 PUFA, najmä kyseliny eikosapentaénovej (EPA) *C20:5 n3* a kyseliny dokosahexaénovej (DHA) *C22:6 n3* v tkanivových fosfolipidoch v porovnaní s inými rastlinnými olejmi. Na základe vedeckých dôkazov sa odporúča konzumovať 50 g ryžového oleja denne (Qureshi et al., 1997). Tento príjem, spolu s úpravou stravovacích návykov a životného štýlu, je považovaný za dostatočný na dosiahnutie jeho priaznivých účinkov na zníženie rizika chronických ochorení, najmä kardiovaskulárnych (Ali a Devarajan, 2017). Príjem oleja v strave vedie k zníženiu hladín lipoproteínov s nízkou hustotou (LDL) o 7-10 %, triacylglycerolov, celkového cholesterolu, krvného tlaku a symptómov metabolického syndrómu (Ali a Devarajan, 2017; Pal a Pratap, 2017; Park et al., 2021). Jedným z najviac študovaných účinkov bol práve vplyv oleja na metabolizmus lipidov. Príjem ryžového oleja môže znížiť LDL-cholesterol priemerne o 6,91 mg/dl a sérové hladiny celkového cholesterolu o 12,65 mg/dl (Jolfaie et al., 2016).

V hroznovom oleji boli hlavnými masnými kyselinami rovnaké tri masné kyseliny ako v ryžovom oleji: PUFA kyselina linolová *C18:2cis n6* (57,93 %), MUFA kyselina olejová *C18:1cis n9* (27,18 %) a SFA kyselina palmitová *C16:0* (8,26 %).

Z celkového prehľadu spektra masných kyselín vyplýva, že v hroznovom oleji klesal obsah masných kyselín nasledovne: PUFA kyselina linolová > MUFA kyselina olejová > SFA kyselina palmitová > SFA kyselina stearová (3,52 %) > PUFA kyselina α -linolénová (0,99 %) > SFA kyselina behenová (0,27 %) > SFA kyselina arachidónová (0,26 %) > MUFA kyselina cis-11eikosaénová (0,23 %) > MUFA kyselina palmitoolejová (0,13 %). Pomer n3/n6 masných kyselín bol v hroznovom oleji 0,017 a pomer n6/n3 bol 58,42.

Olej z hroznových jadriek je bohatý najmä na nenasýtené masné kyseliny s obsahom 85-90 % (Carmona-Jiménez et al., 2022). Hlavnými masnými kyselinami v GSO sú s podielom 58-78 % kyselina linolová *C18:2cis n6*, 14-25 % kyselina olejová *C18:1cis n9*, 7-8 % kyselina palmitová *C16:0*, 2-5 % kyselina stearová *C18:0* a menej ako 0,6 % kyselina α -linolénová *C18:3 n3*. Vysoký obsah kyseliny linolovej je cenný, má pozitívny vplyv na zníženie rizika kardiovaskulárnych ochorení a niektorých druhov rakoviny (Konuskan et al., 2019). Má aj výborné dietetické vlastnosti.

Esenciálne masné kyseliny obsiahnuté v hroznom oleji majú komplexný vplyv na koncentrácie lipoproteínov, fluiditu biologických membrán, funkciu enzýmov a receptorov v membránach, produkciu eikosanoidov, reguláciu krvného tlaku, metabolizmus minerálnych látok (Orsavova et al., 2015) a celkovú hladinu cholesterolu (Dimić et al., 2020). Nash (2004) vo výskumnej štúdii preukázal, že denná konzumácia 45 g oleja zvýšila hladinu HDL-cholesterolu (lipoproteínov s vysokou hustotou) o 13 % a znížila hladinu LDL-cholesterolu (lipoproteínov s nízkou hustotou) o 7 %. Nenasýtené masné kyseliny (najmä kyselina olejová) v hroznom oleji môžu prispieť aj k optimalizácii metabolizmu glukózy. Okrem toho olej preukázal aj anti-aging vlastnosti (pôsobiaci proti starnutiu) a pozitívne účinky na stav pokožky. Dokáže preniknúť hlboko do kožných pórov a ničiť baktérie, ktoré spôsobujú tvorbu akné. Vyniká aj protizápalovými účinkami, na základe čoho je obľúbeným doplnkom pre celkovú starostlivosť o zdravie.

V olivovom oleji boli hlavnými masnými kyselinami MUFA kyselina olejová *C18:1cis n9* (69,70 %), SFA kyselina palmitová *C16:0* (11,38 %) a PUFA kyselina linolová *C18:2cis n6* (11,04 %).

Z celkového prehľadu spektra masných kyselín vyplýva, že v olivovom oleji klesal obsah masných kyselín nasledovne: SFA kyselina stearová (2,85 %) > PUFA kyselina α -linolénová (0,78 %) > MUFA kyselina palmitoolejová (0,77 %) > SFA kyselina arachidónová (0,43 %) > MUFA kyselina cis-11eikosaénová (0,30 %) > SFA kyselina behenová (0,17 %). Pomer n3/n6 masných kyselín bol v olivovom oleji 0,071 a pomer n6/n3 bol 14,04.

Panenský olivový olej (extra virgin) je rastlinný olej získaný z olív, tradičný olej pre stredozemné (stredomorské) stravovanie, hlavný tuk v krajinách v okolí Stredozemného mora. Olivový olej sa považuje za zdravý zdroj rastlinného tuku (Ros, 2012; Covas et al., 2009). Zdravotné účinky olivového oleja sa tradične pripisujú jeho vysokému obsahu MUFA, najmä kyseliny olejovej (Martín-Peláez et al., 2013). Pri riziku *diabetes mellitus* 2. typu zohráva úlohu skôr typ tuku v strave ako jeho celkové množstvo (Hu et al., 2001; Risérus et al., 2009). Nahradenie SFA masnými kyselinami PUFA alebo MUFA bolo preukázané ako prospešné v prevencii *diabetes mellitus* 2. typu (Risérus et al., 2009).

Využívanie extra panenského olivového oleja ako hlavného zdroja tukov v strave a pri náhrade živočíšnych tukov poskytuje značné množstvo kyseliny olejovej a umožňuje príjem bioaktívnych zlúčenín s potenciálne zdravotnými účinkami.

Komparačné zhodnotenie obsahu masných kyselín v rastlinných olejoch bolo nasledovné: Obsah SFA kyseliny palmitovej *C16:0* sa znižoval v poradí ryžový > olivový > hroznomý olej.

Obsah MUFA kyseliny palmitoolejovej *C16:1* sa znižoval v poradí olivový > ryžový > hroznomý olej.

Obsah SFA kyseliny stearovej *C18:0* sa znižoval v poradí hroznomý > olivový > ryžový olej.

Obsah MUFA kyseliny olejovej *C18:1cis n9* sa znižoval v poradí olivový > ryžový > hroznomý olej, t.j. v rovnakom poradí ako v prípade ďalšej MUFA kyseliny palmitoolejovej.

Obsah PUFA kyseliny linolovej *C18:2cis n6* sa znižoval v poradí hroznomý > ryžový > olivový olej.

Obsah PUFA kyseliny α -linolénovej *C18:3 n3* sa znižoval v poradí hroznomý > ryžový > olivový olej, t.j. v rovnakom poradí ako v prípade ďalšej PUFA kyseliny linolovej.

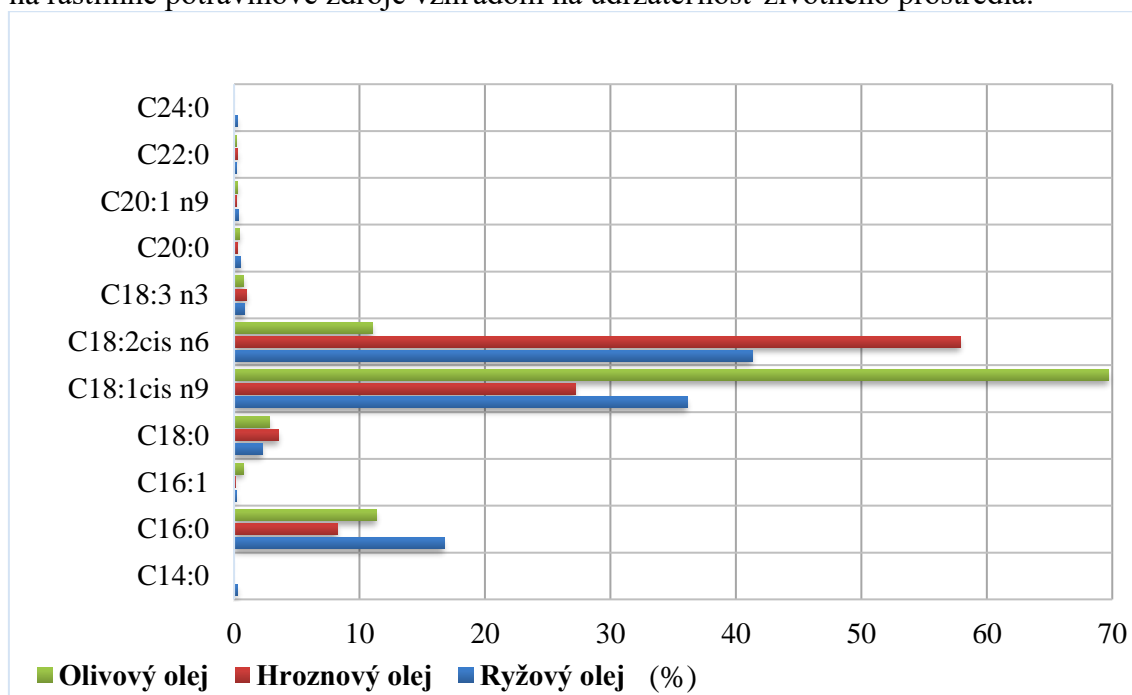
Obsah MUFA kyseliny cis-11eikosaénovej C20:1 n9 ako aj SFA kyseliny arachidónovej C20:0 sa znižoval v poradí ryžový > olivový > hroznový olej, t.j. v rovnakom poradí ako v prípade ďalšej SFA kyseliny palmitovej.

Obsah SFA kyseliny behenovej C22:0 sa znižoval v poradí hroznový > ryžový > olivový olej, t.j. v rovnakom poradí ako v prípade PUFA – kyseliny linolovej a kyseliny α -linolénovej.

SFA kyselina myristová C14:0 a kyselina lignocerová C24:0 boli prítomné len v ryžovom oleji (0,25 % a 0,24 %).

Zo skúmaných pomerov mastných kyselín sa pomer n3/n6 mastných kyselín znižoval v poradí olivový > ryžový > hroznový olej a pomer n6/n3 mastných kyselín sa znižoval v opačnom poradí hroznový > ryžový > olivový olej.

Spotreba a preferencia rastlinných olejov je v súčasnosti atraktívna kvôli orientácii na rastlinné potravinové zdroje vzhľadom na udržateľnosť životného prostredia.



Obrázok 2: Spektrum mastných kyselín (%) vo vybraných komerčných rastlinných olejoch

Vysvetlivky: mastné kyseliny: (C14:0) kyselina myristová, (C16:0) kyselina palmitová, (C16:1) kyselina palmitolejová, (C18:0) kyselina stearová, (C18:1cis n9) kyselina olejová, (C18:2cis n6) kyselina linolová, (C18:3 n3) kyselina α -linolénová, (C20:0) kyselina arachidonová, (C20:1 n9) kyselina cis-11-eikosenová, (C22:0) kyselina behenová, (C24:0) kyselina lignocerová

Udržateľné poľnohospodárstvo je zdôrazňované aj v slovenskom Strategickom pláne Spoločnej poľnohospodárskej politiky na roky 2023-2027, ktorý schválila Európska komisia (Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, 2022). V Dekáde akcií pre výživu je zdôraznené zdravé stravovanie a tvorba udržateľných potravinových systémov, výživa všetkých vekových skupín ako aj intervencie v oblasti výživy.

Skúmané rastlinné oleje sú výživné a hodnotné s ohľadom na mastné kyseliny a ďalšie bioaktívne zložky a majú mnohé zdravotné a ďalšie prínosy.

Záver

Výskumnou analýzou vybraných rastlinných olejov sme zistili, že oleje majú priaznivý profil mastných kyselín prospešných pre ľudské zdravie. Sú aplikovateľné na vhodné kulinárske využitie, majú zdravotné benefity a spotrebitelia ich preferujú aj z hľadiska orientácie na rastlinné potravinové zdroje s ohľadom na udržateľnosť životného prostredia. V súčasnosti sú žiaduce ďalšie vedecké štúdie zamerané na bioaktívne zložky rastlinných olejov, ich stabilitu, a vlastnosti vrátane interakcií a funkcií.

Literatúra

- Ali, A., Devarajan, S. 2017. Nutritional and Health Benefits of Rice Bran Oil. *Brown Rice*, Manickavasagan, A., Santhakumar, C., Venkatachalapathy, N., Eds., Springer: Cham, Switzerland, pp. 135-158.
- Carmona-Jiménez, Y., Igartuburu, J.M., Guillén-Sánchez, D.A., García-Moreno, M.V. 2022. Fatty acid and tocopherol composition of pomace and seed oil from five grape varieties southern Spain. *Molecules*, vol. 27, p. 6980.
- Covas, M. I., Konstantinidou, V., Fitó, M. 2009. Olive oil and cardiovascular health. *Journal of cardiovascular pharmacology*, vol. 54, no. 6, p. 477-482.
- Dimić, I., Teslić, N., Putnik, P., Bursać Kovačević, D., Zeković, Z., Šojić, B., Mrkonjić, Ž., Čolović, D., Montesano, D., Pavlić, B. 2020. Innovative and conventional valorizations of grape seeds from winery by-products as sustainable source of lipophilic antioxidants. *Antioxidants*, vol. 9, p. 568.
- Garavaglia, J., Markoski, M.M., Oliveira, A., Marcadenti, A. 2016. Grape seed oil compounds: biological and chemical actions for health: A review. *Nutrition and Metabolic Insights*, vol. 9, p. 59-64.
- Hegedüs, I., Andreidesz, K., Szentpéteri, J.L., Kaleta, Z., Szabó, L., Szigeti, K., Gulyás, B., Padmanabhan, P., Budan, F., Máthé, D. 2022. The utilization of physiologically active molecular components of grape seeds and grape marc. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 23, no. 19, p. 11165.
- Hu, F. B., Van Dam, R. M., Liu, S. 2001. Diet and risk of type II diabetes: the role of types of fat and carbohydrate. *Diabetologia*, vol. 44, p. 805-817.
- Jolfaie, N. R., Rouhani, M. H., Surkan, P. J., Siassi, F., Azadbakht, L. 2016. Rice bran oil decreases total and LDL cholesterol in humans: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Hormone and Metabolic Research*, vol. 48, no. 7, p. 417-426.
- Konuskan, D.B., Kamiloglu, O., Demirköser, Ö.K. 2019. Fatty acid composition, total phenolic content and antioxidant activity of grape seed oils obtained by cold-pressed and solvent extraction. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, vol. 53, no. 1, p. 144-150.
- Lai, O.M., Jacoby, J.J., Leong, W.F., Lai, W.T. 2019. Nutritional studies of rice bran oil. In: *Rice Bran and Rice Bran Oil*. Chemistry, Processing and Utilization. Cheong L. Z., Xu, X. eds. 1st ed. Academic Press and AOCS Press, Switzerland, p. 19-54. ISBN 9780128128282.
- Martín-Peláez, S., Covas, M. I., Fitó, M., Kušar, A., Pravst, I. 2013. Health effects of olive oil polyphenols: recent advances and possibilities for the use of health claims. *Molecular nutrition & food research*, vol. 57, no. 5, p. 760-771.
- Nash, D.T. 2004. Cardiovascular risk beyond LDL-C levels. Other lipids are performers in cholesterol story. *Postgraduate Medical Journal*, 1 vol. 16, no. 3, p. 11-15.

- Orsavova, J., Misurcova, L., Ambrozova, J., Vicha, R., Mlcek, J. 2015. Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 16, p. 12871-12890.
- Pal, Y.P., Pratap, A.P. 2017. Rice bran oil: A versatile source for edible and industrial applications. *Journal of Oleo Science*, vol. 66, no. 6, p.551-556.
- Park, H., Yu, S., Kim, W. 2021. Rice Bran Oil Attenuates Chronic Inflammation by Inducing M2 Macrophage Switching in High-Fat Diet-Fed Obese Mice. *Foods*, 10, 359.
- Punia, S., Kumar, M., Sandhu, K.S. 2021. Rice-bran oil: An emerging source of functional oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, 5, e15318.
- Qureshi, A.A., Bradlow, B.A., Salser, W.A., Brace, L.D. 1997. Novel tocotrienols of rice bran modulate cardiovascular disease risk parameters of hypercholesterolemic humans. *Journal of Nutritional Biochemistry*, vol. 8, no. 5, p. 290-298.
- Riantong, S., Jorg, J. J. 2021. Nutrition and applications of rice bran oil: a mini-overview. *Science and Technology of Cereals, Oils and Foods*, vol. 29, no. 3, p. 47-53.
- Risérus, U., Willett, W. C., Hu, F. B. 2009. Dietary fats and prevention of type 2 diabetes. *Progress in lipid research*, vol. 48, no. 1, p. 44-51.
- Ros, E. 2012. Olive oil and CVD: accruing evidence of a protective effect. *British Journal of Nutrition*, vol. 108, no. 11, p. 1931-1933.
- Vujasinovic, V.B., Bjelica, M.M., Corbo, S.C., Dimic, S.B., Rabrenovic, B.B. 2021. Characterization of the chemical and nutritive quality of coldpressed grape seed oils produced in the Republic of Serbia from different red and white grape varieties. *Grasas y Aceites*, vol. 72, e411.
- Dostálová, J., Bajaníková, V. 2020. Superpotraviný, jejich výživová hodnota a názory spotřebitelů. *Výživa a zdraví 2020. Budoucnost výživy člověka*. Praha : 3. Lékařská fakulta - Univerzita Karlova, 2020. s. 68-71. ISBN 978-80-87878-46-0.
- Eilat-Adar, S., Sinai, T., Yosefy, C., Henkin, Y. 2013. Nutritional recommendations for cardiovascular disease prevention. *Nutrients*, vol. 5, p. 3646-3683.
- European Heart Network, 2020. European Heart Network. Transforming European food and drink policies for cardiovascular health. <http://www.ehnheart.org/publications-and-papers/publications/1093:transforming-european-food-and-drinks-policies-for-cardiovascular-health.html> (21 July 2020).
- ESC, 2021. ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: Developed by the Task Force for cardiovascular disease prevention in clinical practice with representatives of the European Society of Cardiology and 12 medical societies With the special contribution of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC), (European Society of Cardiology/European Association of Preventive Cardiology). *European Heart Journal*, 42, 34, 7 September 2021, p. 3227-3337.
- Sacks, F.M., Lichtenstein, A.H., Wu, J.H.Y., Appel, L.J., Creager, M.A., Kris-Etherton, P.M., Miller, M., Rimm, E.B., Rudel, L.L., Robinson, J.G., Stone, N.J., Van Horn, L.V. 2017. American Heart Association. Dietary Fats and Cardiovascular Disease: A Presidential Advisory From the American Heart Association. *Circulation*, vol. 136, e1e23.
- Li, Y., Hruby, A., Bernstein, A.M., Ley, S.H., Wang, D.D., Chiuve, S.E., Sampson, L., Rexrode, K.M., Rimm, E.B., Willett, W.C., Hu, F.B. 2015. Saturated fats compared with unsaturated fats and sources of carbohydrates in relation to risk of coronary heart disease: a prospective cohort study. *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 66, 15381548.

Willett, W., Rockstrom, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., Declerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L.J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera J.A., De Vries W., Majele Sibanda L., Afshin A., Chaudhary, A., Herrero, M., Agustina, R., Branca, F., Lartey, A., Fan, S., Crona, B., Fox, E., Bignet, V., Troell, M., Lindahl, T., Singh, S., Cornell, S.E., Srinath Reddy, K., Narain, S., Nishtar, S., Murray, C.J.L. 2019. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet*, vol. 393, 447492.

WHO, 2020. A healthy diet sustainably produced. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/278948/WHO-NMH-NHD-18.12-eng.pdf?ua=1> (21 July 2020).

Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR. 2022. Spoločná poľnohospodárska politika 2023-2027. 24-11-2022. <https://www.mpsr.sk/europska-komisia-schvalila-slovensky-strategicky-plan-spolocnej-polnohospodarskej-politiky-na-roky-2023-2027/462---18431/>

Pod'akovanie

Táto práca bola podporená projektom VEGA 1/0304/23 Modulačné účinky etnofarmaceutík v terapii metabolických ochorení; projektom Grantovej agentúry FAPZ SPU v Nitre č. 2/2024 Nové perspektívy využitia listov olivovníka a determinácia účinkov oleuropeínu na ľudské zdravie.

Kontaktná adresa

*Doc. Ing. Katarína Fatrcová-Šramková, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Ústav výživy a genomy, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: katarina.sramkova@uniag.sk

Vplyv obsahu draselnej soli na senzoricú kvalitu debrecínskej šunky *Effect of potassium salt content on the sensory quality of Debrecen ham*

Hanuska, A., Kročko, M., Bobko, M., Mesárošová, A., Golian, J.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Senzorické hodnotenie vzoriek debrecínskej šunky s rôznym obsahom draselnej soli odhalilo štatisticky významné rozdiely v hodnotení senzorických deskriptorov ako konzistencia, chuť, vôňa, slanosť a celkové prijatie. Vzorka 6 s prídavkom komerčnej dusitanovej soliacej zmesi (KDS) a Vzorka 1 s prídavkom 90 % KDS a 10 % KCl vynikali vo viacerých deskriptoroch, zatiaľ čo vzorka 3 s prídavkom 50 % KDS a 50 % KCl a Vzorka 4 s prídavkom 60 % KDS a 40 % KCl dosahovali horšie výsledky z hľadiska senzorickej kvality, predovšetkým v chuti.

Kľúčové slová: *NaCl, KCl, senzorické vlastnosti, debrecínska šunka*

Abstract

The objective of this study was to assess the effect of potassium salt content on the sensory quality of Debrecen ham. Evaluations were conducted on consistency, taste, aroma, saltiness, and overall acceptance. Panel members rated the samples on a scale of 1 to 5, with 1 representing the lowest rating and 5 the highest. Sensory evaluation of Debrecen hams with different salt contents revealed significant differences in the quality of the individual samples. Sample 1 (90% commercial curing salt (CCS) + 10% KCl) obtained the highest score for consistency and also scored well in other descriptors such as saltiness and overall acceptance. Similarly, sample 6 (CCS) showed a balanced sensory profile, excelling in consistency, saltiness and total acceptance. Sample 2 (80% CCS + 20% KCl) scored well in flavour and saltiness but had slightly lower scores in aroma. Sample 3 (50% CCS + 50% KCl), however, scored lowest overall, particularly in taste and saltiness, indicating that it was the least popular in most of the sensory descriptors. Sample 4 (60% CCS + 40% KCl) scored average, with lower consistency and taste scores compared to the other samples. Sample 5 (70% CCS + 30% KCl) had a distinct aroma and good saltiness but was less successful in taste.

Key words: *NaCl, KCl, sensory properties, Debrecen ham*

Úvod

V súčasnosti je známe, že príjem sodíka je spojený s vysokým krvným tlakom a kardiovaskulárnymi ochoreniami, k čomu prispieva aj konzumácia spracovaného mäsa (Gibbs et al., 2000; Reddy a Katan, 2004; Rohrmann et al., 2013). Hlavným zdrojom sodíka v tepelne opracovaných mäsových výrobkoch je NaCl. Ostatné sodné soli ako sú askorbáty, dusitaný, polyfosfáty a iné prídavné látky, sa na celkovom obsahu solí v týchto výrobkoch podieľajú len minimálne. Okrem toho mäso obsahuje prirodzene nízke množstvo sodíka (Barbieri et al., 2016).

Vo svete sa uskutočňuje množstvo výskumov zameraných na vplyv zníženia množstva NaCl v mäsových výrobkoch (Aaslyng et al., 2014), ako aj nahradenie NaCl chloridom draselným (KCl), beta glukánom (Omana et al., 2011), laktátom (López-López et al., 2009), horčikovou soľou (Barat et al., 2013) a hydrolyzovanými bielkovinami (Paulsen et al., 2014; Marchetti et al., 2015). Z technologického hľadiska tieto soli poskytujú potrebnú iónovú silu na zvýšenie extrakcie a rozpustnosti bielkovín. KCl je jednou

z najbežnejších náhrad vďaka svojej podobnosti s NaCl, ktorá umožňuje zachovať extrakciu myofibrilárnych proteínov (Stanley et al., 2017). Pri koncentráciách KCl nad 30-40 % (v závislosti od zloženia) sa však objavuje horká, sťahujúca a kovová chuť, ktorá negatívne ovplyvňuje sensorické vlastnosti výrobku a jeho prijateľnosť pre spotrebiteľov (Horita et al., 2014; Neves et al., 2020).

Dusené šunky sú z hľadiska výživy, gastronómie a ekonomiky veľmi dôležitým produktom mäso spracujúcich podnikov (Casiraghi et al., 2007). Ich kvalita závisí od použitých surovín a prísad, ako aj od spôsobu spracovania (Vasilopoulos et al., 2013). Vo viacerých krajinách sa obsah soli v šunkách pripravených tepelnou úpravou, buď s kúskami mäsa, alebo s hrubo mletým mäsom, pohybuje od 2 % do viac ako 3 % (Nute et al., 1987; Lin et al., 1991). Napriek značnému úsiliu o zníženie obsahu soli v dusenej šunke mnohé výrobky nespĺnili očakávania výrobcov. Otázka minimálneho množstva sodíka, ktorý je technologicky a sensoricky prijateľný, tak zostáva predmetom diskusií (Bombrun et al., 2014).

Cieľom tejto štúdie bolo skúmať sensorickú kvalitu debrecínskych šuniek s rôznym obsahom draselnej soli.

Materiál a metodika

Bravčové mäso (12 kg stehna) vychladené na 4 °C sa pomlelo cez reznú dosku s otvorom 2 cm a rozdelilo sa na 6 rovnakých častí po 2 kg. Následne sa pridala komerčná dusitanová soliacia zmes (KDS) a draselná soľ (KCl) v množstve 2 % z celkového mäsového diela v pomere:

- Vzorka 6 – komerčná dusitanová soliacia zmes KDS (99,5 % NaCl + 0,5 % NaNO₂),
- Vzorka 1 – 90 % KDS + 10 % KCl (80 % NaCl + 20 % KCl)
- Vzorka 2 – 80 % KDS + 20 % KCl (80 % NaCl + 20 % KCl)
- Vzorka 3 – 50 % KDS + 50 % KCl (80 % NaCl + 20 % KCl)
- Vzorka 4 – 60 % KDS + 40 % KCl (80 % NaCl + 20 % KCl)
- Vzorka 5 – 70 % KDS + 30 % KCl (80 % NaCl + 20 % KCl).

K mäsovej zmesi sa pridalo 10 % ľadovej vody a masírovalo po dobu 10 minút. Každá časť sa naplnila samostatne do polyamidových obalov a tepelne opracovala vo vodnom kúpeli až kým teplota v jadre nedosiahla hodnotu 70 °C po dobu 10 minút. Vzorky sa uchovávali pri teplote 4 °C 21 dní.

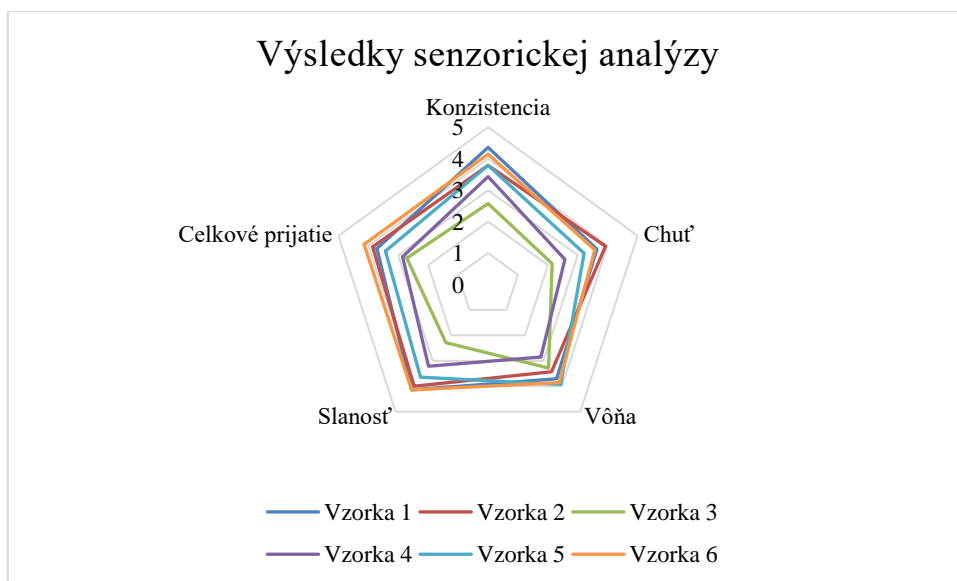
Senzorické hodnotenie sa uskutočnilo po dobe skladovania v sensorickom laboratóriu za účasti 7 členov sensorickej komisie. Hodnotili sa nasledujúce sensorické deskriptory: konzistencia, chuť, vôňa, slanosť a celkové prijatie. Členovia komisie hodnotili vzorky na päťbodovej stupnici, kde 1 predstavovalo najnižšie hodnotenie a 5 najvyššie hodnotenie.

Údaje z jednotlivých analyzovaných skupín boli podrobené analýze rozptylu (ANOVA) pomocou softvéru SAS (verzia 9.3, Enterprise Guide 4.2, USA) a hladina významnosti α bola stanovená na 0,05.

Výsledky a diskusia

Senzorické hodnotenie debrecínskych šuniek s rôznym obsahom soli odhalilo výrazné rozdiely v kvalite jednotlivých vzoriek (obr. 1). Vzorka 1 (90 % KDS + 10 % KCl) získala najvyššie skóre za konzistenciu a dosiahla dobré výsledky aj v ďalších deskriptoroch, ako je slanosť a celkové prijatie. Podobne aj vzorka 6 (KDS) vykazovala vyvážený

senzorický profil, vynikala v konzistencii, slanosti a celkovom prijatí. Vzorka 2 (80 % KDS + 20 % KCl) dosiahla dobré výsledky v chuti a slanosti, ale mala o niečo nižšie skóre v oblasti vône. Vzorka 3 (50 % KDS + 50 % KCl) však získala celkovo najnižšie skóre, najmä v chuti a slanosti, čo naznačuje, že bola najmenej obľúbená vo väčšine senzorických deskriptorov. Vzorka 4 (60 % KDS + 40 % KCl) dosiahla priemerné výsledky, pričom jej konzistencia a chuť boli v porovnaní s ostatnými vzorkami nižšie. Vzorka 5 (70 % KDS + 30 % KCl) vynikala výraznou vôňou a dobrou slanosťou, ale v chuti bola menej úspešná.



Obrázok 1: Grafické zobrazenie výsledkov senzorickej analýzy debrecínskych šuniek s rôznym obsahom soli

Výskum preukázal, že vysoké koncentrácie KCl môžu viesť k horkej chuti. V sušenom bravčovom karé (Gou et al., 1996) a fermentovaných klobásach (Gelabert et al., 2003) bola maximálna prípustná náhrada 40 % sodíka draslíkom. Dusená šunka s prídavkom 2,0 % NaCl získala vyššie senzorické hodnotenie v porovnaní s 50 % náhradou KCl (Frye et al., 1986). Iná štúdia odhalila, že nahradenie jednej tretiny NaCl KCl neovplyvnilo senzorické vlastnosti údeného lososa (Almli and Hersleth, 2013). Tieto zistenia naznačujú, že optimálna úroveň náhrady KCl sa môže líšiť v závislosti od typu výrobku. Horita et al. (2014) nezistili žiadne významné rozdiely v hodnotení prijateľnosti medzi párkami vyrobenými s 2,0 % NaCl a párkami vyrobenými so zmesou 75/25 NaCl/KCl. Pri náhrade 50 % NaCl však párky získali nižšie skóre za chuť a celkový dojem.

Záver

Môžeme konštatovať, že zistené rozdiely v senzorických deskriptoroch (konzistencia, chuť, vôňa, slanosť a celkové prijatie) medzi jednotlivými vzorkami debrecínskej šunky sú štatisticky významné. To naznačuje, že obsah soli mal pravdepodobne reálny a merateľný vplyv na senzorické vlastnosti vzoriek, predovšetkým u vzoriek 6 (KDS) a 1 (90 % KDS + 10 % KCl), ktoré vynikali vyššou kvalitou v určitých deskriptoroch, zatiaľ čo iné, ako napríklad vzorky 3 (50 % KDS + 50 % KCl) a 4 (60 % KDS + 40 % KCl), boli horšie hodnotené vo viacerých deskriptoroch.

Na základe výsledkov by stratégie, ako napríklad používanie náhrad soli (KCl), mohli pomôcť pri zachovaní kvality debrecínskej šunky so zníženým obsahom soli a zároveň zvýšili jej prijateľnosť medzi spotrebiteľmi.

Literatúra

- Aaslyng, M. D., Vestergaard, C., Koch, A. G. 2014. The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science*, vol. 96, no. 1, p. 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.004>
- Almli, V. L., Hersleth, M. 2012. Salt replacement and injection salting in smoked salmon evaluated from descriptive and hedonic sensory perspectives. *Aquaculture International*, vol. 21, no. 5, p. 1091–1108. <https://doi.org/10.1007/s10499-012-9615-4>
- Barat, J., Pérez-Esteve, E., Aristoy, M., Toldrá, F. 2012. Partial replacement of sodium in meat and fish products by using magnesium salts. A review. *Plant and Soil*, vol. 368, no 1–2, p. 179–188. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1461-7>
- Barbieri, G., Barbieri, G., Bergamaschi, M., Francheschini, M., Berizi, E. 2016. Reduction of NaCl in cooked ham by modification of the cooking process and addition of seaweed extract (*Palmaria palmata*). *LWT*, vol. 73, p. 700–706. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.057>
- Bombrun, L., Gatellier, P., Carlier, M., Kondjoyan, A. 2014. The effects of low salt concentrations on the mechanism of adhesion between two pieces of pork *semimembranosus* muscle following tumbling and cooking. *Meat Science*, vol. 96, no. 1, p. 5–13. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.029>
- Casiraghi, E., Alamprese, C., Pompei, C. 2007. Cooked ham classification on the basis of brine injection level and pork breeding country. *LWT*, vol. 40, no. 1, p. 164–169. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.07.007>
- Frye, C. B., Hand, L. W., Calkins, C., Mandigo, R. W. 1986. Reduction or replacement of sodium chloride in a tumbled ham product. *Journal of Food Science*, vol. 51, no. 3, p. 836–837. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb13945.x>
- Gelabert, J., Gou, P., Guerrero, L., Arnau, J. 2003. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, vol. 65, no. 2, p. 833–839. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(02\)00288-7](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(02)00288-7)
- Gibbs, C. R., Lip, G. Y., Beever, D. G. 2000. Salt and Cardiovascular Disease: Clinical and Epidemiological Evidence. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, vol. 7, no. 1, p. 9–13. <https://doi.org/10.1177/204748730000700103>
- Gou, P., Guerrero, L., Gelabert, J., Arnau, J. 1996. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science*, vol. 42, no. 1, p. 37–48. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(95\)00017-8](https://doi.org/10.1016/0309-1740(95)00017-8)
- Horita, C., Messias, V., Morgano, M., Hayakawa, F., Pollonio, M. 2014. Textural, microstructural and sensory properties of reduced sodium frankfurter sausages containing mechanically deboned poultry meat and blends of chloride salts. *Food Research International*, vol. 66, p. 29–35. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.09.002>
- Lin, G. C., Mittal, G. S., Barbut, S. 1991. Optimization of tumbling and KCl substitution in low sodium restructured hams. *Journal of Muscle Foods*, vol. 2, no. 2, p. 71–91. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1991.tb00444.x>
- López-López, I., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., Jiménez-Colmenero, F. 2009. Design and nutritional properties of potential functional frankfurters based on lipid formulation,

- added seaweed and low salt content. *Meat Science*, vol. 83, no. 2, p. 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.05.014>
- Marchetti, L., Argel, N., Andrés, S., Califano, A. 2015. Sodium-reduced lean sausages with fish oil optimized by a mixture design approach. *Meat Science*, vol. 104, p. 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.02.005>
- Neves, M. P., De Oliveira Paula, M. M., Fontes, P. R., Benevenuto, W. C. D. N., Silva, V. R., Júnior, A. a. B., Ramos, E. M. (. Effect of pork quality and salt replacer KCl on technological and sensorial characteristics of restructured cooked hams. *Food Science and Technology International*, vol. 26, no. 8, p. 676–684. <https://doi.org/10.1177/1082013220923889>
- Nute, G. R., Jones, R. C. D., Dransfield, E., Whelehan, O. P. 1987. Sensory characteristics of ham and their relationships with composition, visco-elasticity and strength. *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 22, no. 5, p. 461–476. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb00511.x>
- Omana, D. A., Plastow, G., Betti, M. 2011. Effect of different ingredients on color and oxidative characteristics of high pressure processed chicken breast meat with special emphasis on use of β -glucan as a partial salt replacer. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 12, no. 3, p. 244–254. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2011.04.007>
- Paulsen, M. T., Nys, A., Kvarberg, R., Hersleth, M. 2014. Effects of NaCl substitution on the sensory properties of sausages: Temporal aspects. *Meat Science*, vol. 98, no.2, p. 164–170. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.020>
- Reddy, K. S., Katan, M. B. 2004. Diet, nutrition and the prevention of hypertension and cardiovascular diseases. *Public Health Nutrition*, vol. 7, no. 1a, p. 167–186. <https://doi.org/10.1079/PHN2003587>
- Rohrmann, S., Overvad, K., Bueno-De-Mesquita, H. B., Jakobsen, M. U., Egeberg, R., Tjønneland, A., Nailler, L., Boutron-Ruault, M., Clavel-Chapelon, F., Krogh, V., Palli, D., Panico, S., Tumino, R., Ricceri, F., Bergmann, M. M., Boeing, H., Li, K., Kaaks, R., Khaw, K., Linseisen, J. 2013. Meat consumption and mortality - results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *BMC Medicine*, vol. 11, no. 1. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-63>
- Stanley, R. E., Bower, C. G., Sullivan, G. A. 2017. Influence of sodium chloride reduction and replacement with potassium chloride based salts on the sensory and physico-chemical characteristics of pork sausage patties. *Meat Science*, vol. 133, p. 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.021>
- Vasilopoulos, C., De Vuyst, L., Leroy, F. 2013. Shelf-life reduction as an emerging problem in cooked hams underlines the need for improved preservation strategies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 55, no 10, p. 1425–1443. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.695413>

Pod'akovanie

Táto práca bola podporená projektom VEGA-1/0402/23 a APVV-22-0402.

Kontaktná adresa

Ing. Adam Hanuska, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xhanuska@uniag.sk

Značení výživových údajů *Marking of nutritional information*

Havlová, L., Javůrková, Z.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem této práce bylo prostřednictvím dotazníkového šetření zjistit, jak spotřebitelé vnímají značení výživových údajů a zda by uvítali zavedení povinného uvádění Nutri-Score na etiketách. Z odpovědí respondentů (n=384) na otázku týkající se přehlednosti způsobu značení výživových údajů, kde byla možnost zvolit pouze jednu odpověď, vyplynulo, že nejvíce preferované je povinné označení výživových údajů ve formě tabulky (51 %), následovalo Nutri-Score (32,6 %) a nejméně bylo preferováno (16,4 %) značení doporučeného denního množství GDA (Guidelines Daily Amounts). Nutri-Score jako povinný údaj na etiketě by uvítalo 73,7 % respondentů, naopak informace o denním doporučeném množství složky nebylo důležité pro 75 % dotazovaných. Získaná data rovněž ukazují, že 89,8 % respondentů si uvědomuje vliv zpracování potravin na její výživovou hodnotu a podle 74,2 % dotázaných by tato informace měla být zahrnuta do Nutri-Score. Většina respondentů dále uvedla, že by jiný způsob značení výživových údajů nepreferovala 77,6 %.

Klíčová slova: *značení potravin, obal, Nutri-Score*

Abstract

The aim of this study was to investigate through a questionnaire survey how consumers perceive nutrition labelling and whether they would welcome the introduction of mandatory Nutri-Score labelling. Respondents' (n=384) answers to a question on the clarity of nutrition labelling, where only one answer could be selected, showed that mandatory labelling of nutrition labelling in the form of a table was the most preferred (51%), followed by Nutri-Score (32.6%) and least preferred (16.4%) was labelling of Guideline Daily Amounts (GDA). A Nutri-Score as a mandatory indication on the label would be welcomed by 73.7% of the respondents, while information on the recommended daily amount of the ingredient is not important for 75% of the respondents. The data also show that 89.8% of the respondents are aware of the impact of food processing on the nutritional value of the food and 74.2% of the respondents think that this information should be included in the Nutri-Score. Furthermore, the majority of respondents indicated that they would not prefer any other way of labelling nutritional information 77.6%.

Key words: *food labelling, packaging, Nutri-Score*

Úvod

Základní informace o označování potravin vychází z klíčového nařízení EP a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. Toto nařízení je v některých oblastech doplněno národní legislativou, tj. zákonem o potravinách a tabákových výrobcích č. 110/1997 Sb., a jeho prováděcími vyhláškami. Snahou těchto právních předpisů je poskytnout spotřebiteli co nejvíce informací, za účelem umožnění kvalifikovaného rozhodování při nákupu potravin (Míková, 2020). Od 13. 12. 2016 je povinné uvádět na obale potravin také výživové údaje v souladu s nařízením (EU) č. 1169/2011. Mezi povinné výživové údaje patří energetická hodnota (kJ nebo kcal), množství tuků, nasycené mastné kyseliny, sacharidy, cukry, bílkoviny

a sůl. Uvedené výživové údaje se vztahují na 100 g/100 ml potraviny nebo nápoje. Povinné výživové údaje lze za stanovených podmínek doplnit o množství mononenasyčených mastných kyselin, polynenasycených mastných kyselin, polyolů, škrobu, vlákniny, vitaminů nebo minerálních látek uvedených v příloze 13 nařízení (EU) č. 1169/2011 (Evropská unie, 2011).

Dalším způsobem, jak lze spotřebitele informovat o výživové hodnotě potraviny je Nutri-Score. Jedná se o nutriční značku na přední straně obalu s barevným kódováním, jejímž cílem je jednoduchým a srozumitelným způsobem informovat spotřebitele o celkové výživové hodnotě potravin, a pomoci jim tak při výběru zdravějších potravin v místě nákupu. Dalším aspektem je motivace výrobců ke zlepšení výživové kvality jejich výrobků. Nutri-Score je založeno na pětibarevné stupnici (od tmavě zelené po tmavě oranžovou) spojené s písmeny od A do E. Cílem loga odstupňovaného v závislosti na barvě a písmenu není charakterizovat potravinu jako „zdravou“ nebo „nezdravou“, ale poskytnout semikvantitativní informaci o relativním celkovém výživovém složení potravinářského výrobku ve srovnání s jinými podobnými výrobky, zda je více či méně příznivý pro zdraví. Nicméně nestačí, aby byl grafický formát Nutri-Score pouze pozitivně vnímán spotřebiteli, ale logo musí také poskytovat relevantní údaje a umožnit správnou kategorizaci potraviny podle její výživové kvality. Nutri-Score se drží koncepcí a postupů, které zveřejnila Světová zdravotnická organizace (WHO) v Evropě, pokud jde o validační studie, které jsou nutné pro výběr a hodnocení nutričního označení na přední straně obalu (Hercberg, Touvier and Salas-Salvado, 2022). V současnosti je uvádění Nutri-Score dobrovolné (Minárik et al., 2022).

Cílem této práce bylo zjistit, jak je Nutri-Score vnímáno spotřebiteli v rámci České republiky a jaký způsob uvádění výživových údajů je v současnosti pro spotřebitele nejvhodnější a nejsrozumitelnější.

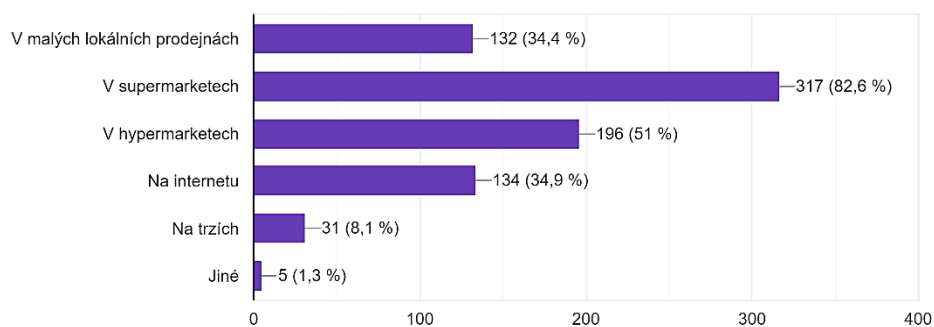
Materiál a metodika

Sběr dat probíhal formou dotazníkového šetření prostřednictvím formuláře vytvořeného pomocí Google Forms. Na distribuci formuláře se podíleli studenti VETUNI (Veterinární univerzita Brno). Průzkumu zaměřeného na srozumitelnost označování potravin pro spotřebitele se v průběhu roku 2023 a 2024 zúčastnilo celkem 384 respondentů. Demografické údaje o respondentech jsou součástí výsledků.

Výsledky a diskuze

Dotazníkového šetření se zúčastnilo celkem 237 (61,7 %) žen a 147 (38,3 %) mužů v různých věkových kategoriích: 18 – 29 let (69 %), 30 – 39 let (7,6 %), 40 – 49 let (10,9 %), 50 – 59 let (8,6 %), 60 a více let (3,9 %). Na dotaz týkající se nejvyššího dosaženého vzdělání uvedlo 76,8 % respondentů, že má středoškolské vzdělání, 17,7 % dotázaných mělo vysokoškolské vzdělání a 5,5 % základní vzdělání. Z celkového počtu dotázaných 47,4 % uvedlo, že jsou studenti a 37,8 % zaměstnanci.

První dotaz týkající se potravin směřoval k místu, kde respondenti nejčastěji nakupují (obrázek 1). Zde bylo možné zvolit více odpovědí.



Obrázek 1: Odpověď na otázku: Kde nejčastěji nakupujete?

Z průzkumu dále vyplývá, že spotřebitelé se při výběru potravin nejvíce rozhodují podle ceny (88,3 %), dále podle vzhledu (58,1 %) a výživových údajů (41,1 %), méně pak podle země původu (24 %), loga česká potravina (13,3 %) nebo jiného loga odkazujícího na kvalitu potravin (17,4 %).

Ze zjištěných dat vyplývá, že 77,6 % spotřebitelů (56 % určitě ano, 21,6 % spíše ano) dbá o zdravé stravování v rámci svého životního stylu a 60,9 % respondentů (18,2 % určitě ano, 42,7 % spíše ano) se zajímá o výživové údaje na etiketách potravin.

V souladu s výše uvedenými odpověďmi je také přehledová studie Minárik a kol. (2022), která uvádí, že ekonomicky aktivní část populace (86 % z 1000 respondentů) na Slovensku pokládá zdravé stravování za důležité. Dále z výše uvedeného průzkumu vyplývá, že 55 % dotázaných věnuje velkou pozornost zdravému stravování a 13 % věnuje nákupu zdraví prospěšných potravin velmi velkou pozornost (Minárik et al., 2022).

Náš průzkum dále ukazuje, že 59,9 % dotazovaných si myslí, že jejich energetický příjem odpovídá jejich výdeji (10,9 % určitě ano, 49 % spíše ano) a 82,1 % si myslí, že rozumí výživovým údajům na etiketách potravin (25,8 % určitě ano, 56,3 % spíše ano). Pro 77,8 % respondentů je značení výživových údajů na etiketě dostačující (13,5 % určitě ano, 64,3 % spíše ano).

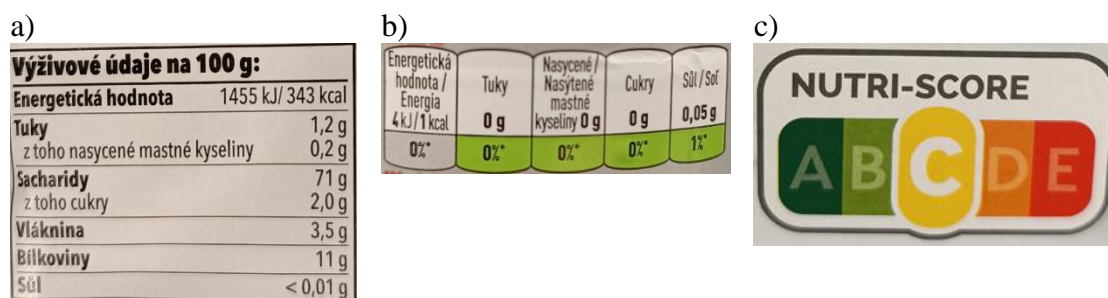
Grafické znázornění nutriční hodnoty dané potraviny by uvítalo 70,5 % dotazovaných spotřebitelů (26 % určitě ano, 44,5 % spíše ano) a konkrétně Nutri-Score by jako povinný údaj na etiketě uvítalo 73,7 % dotázaných (z toho 31,8 % zvolilo možnost určitě ano a 41,9 % upřednostnilo odpověď spíše ano).

Nutričním označením na přední straně obalu se zabývala také portugalská studie, která porovnávala 4 různá grafická znázornění výživových hodnot na obalech potravin. Respondenti nejlépe hodnotili značení „Traffic Light label“ (72 %), zatímco Nutri-Score preferovalo 60 % dotázaných. Nicméně autoři hodnotili preferenci Nutri-Score kladně, protože toto logo není pro portugalské spotřebitele příliš známé. Systém značení Guideline Daily Amounts nebo-li GDA (doporučené denní množství) by upřednostnilo 70 % dotázaných z celkového počtu 357 respondentů (Santos et al., 2020).

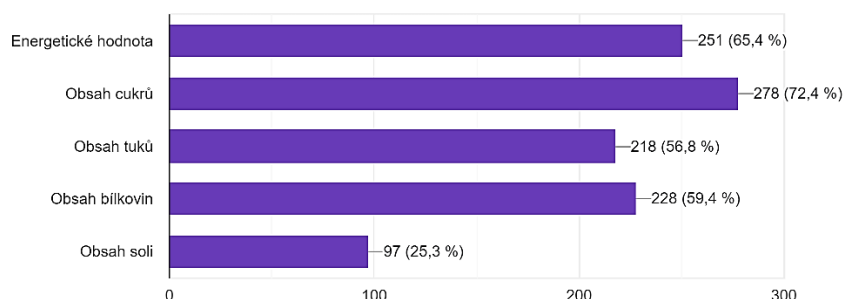
Z našich výsledků, kde bylo možné zvolit pouze jednu odpověď, bylo v otázce přehlednosti způsobu značení výživových údajů nejvíce preferováno povinné označení výživových údajů ve formě tabulky s 51 % (varianta a), následovalo Nutri-Score s 32,6 % (varianta c) a nejméně bylo preferováno značení GDA s 16,4 % (varianta b).

Většina respondentů (77,6 %; z toho 70,3 % spíše ne a 7,3 % určitě ne) dále uvedla, že by jiný způsob značení výživových údajů nepreferovala a informaci o doporučeném

denním množstvím složky v procentech nepovažovalo 75 % respondentů za důležitou (15,9 % určitě ne a 49,7 % spíše ne).



Další dotaz se týkal preferencí konkrétních výživových údajů, kde bylo možné zvolit více odpovědí (obrázek 2).



Obrázek 2: Odpověď na otázku: Které informace Vás z výživových údajů zajímají nejvíce?

Na otázku, jestli by spotřebitelé na etiketě uvítali další informace týkající se nutriční hodnoty potravin odpovědělo 37 % respondentů záporně a 63 % dotázaných by další informaci o potravině uvítali. V rámci doplňujícího dotazu, o které nepovinné informace o potravině by se mělo jednat, se nejčastější odpovědi týkaly obsahu vitamínů (79,6 %), vlákniny (68,5 %) a minerálních látek (54,6 %). V menší míře byly preferovány informace týkající se obsahu antioxidantů (30 %), jiné složky s účinkem na zdraví (23,5 %), mononenasyčených mastných kyselin (21,9 %), polynenasycených mastných kyselin (18,5 %), škrobů (13,8 %) a polyalkoholů (11,5 %).

Další dotazy byly směřovány k technologickému zpracování potravin, které má významný vliv na nutriční hodnotu potravin (Fardet, 2018) a k přidávku látek (např. vitamínů) do potravin a jejich následné využitelnosti.

Na otázku, jestli je podle respondentů důležitá informace o původu složek – ve smyslu, jestli jsou do potravin přidány nebo jsou její přirozenou součástí, pouze 1,1 % odpovědělo, že tuto informaci za důležitou nepovažuje. Dále 11,2 % dotázaných uvedlo, že neví a 10,4 % vybralo možnost „spíše ne“. Nejvíce dotázaných zvolilo varianty spíše ano (37,5 %) a určitě ano (39,8 %).

Většina dotázaných spotřebitelů na otázku, zda má míra průmyslového zpracování vliv na nutriční hodnotu potravin odpovědělo, že určitě ano (44 %) a spíše ano (45,8 %). Zbývajících 10,2 % se ke stejnému dotazu vyjádřilo záporně (9,1 % spíše ne a 1,1 %

určitě ne). Z výsledků je zřejmé, že si většina dotázaných uvědomuje vliv zpracování potravin na její nutriční hodnotu.

Poslední dotaz se týkal informace, jestli by podle respondentů měla být v rámci informací o nutriční hodnotě potravin také zohledněna míra zpracování potravin. Na tuto otázku 43,2 % dotázaných odpovědělo spíše ano, 31 % zvolilo variantu určitě ano, 16,7 % uvedlo, že neví a zbylých 9,1 % odpovědělo spíše ne a určitě ne.

Pozitivní zprávou je, že podle 89,8 % dotázaných má míra průmyslového zpracování vliv na nutriční hodnotu potravin a dle 74,2 % respondentů by tato skutečnost měla být zohledněna v rámci informací o nutriční hodnotě potravin.

Závěr

Nejvíce přehledná grafická varianta pro vyjádření výživových údajů na obale potravin je dle dotazovaných respondentů tabulka s výživovými údaji a dále pak Nutri-Score. Jako nejméně přehledný způsob označování výživových údajů na etiketě byla označena varianta s doporučeným denním množstvím jednotlivých nutrientů v %. Na základě výsledků dotazníkového šetření by byl ze strany spotřebitelů zájem o doplnění označení potravin o obsahu vitamínů, vlákniny a minerálních látek a v menší míře také o uvádění informací o obsahu antioxidantů, nenasycených mastných kyselin, případně složek s jiným účinkem na zdraví. Podle dotázaných respondentů jsou také důležité informace o původu složek – zda jsou do potravin přidány, nebo jsou její přirozenou součástí. Pozitivní je, že většina respondentů si uvědomuje vliv zpracování na nutriční hodnotu potravin a uvítalo by zohlednění této skutečnosti také v rámci informace o nutriční hodnotě.

Literatura

Evropská Unie. 2011. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169&from=cs>

Fardet, A. 2018. Characterization of the degree of food processing in relation with its health potential and effects. *Advances in food and nutrition research*. vol. 85, pp. 79-129.

Hercberg, S., Touvier, M. and Salas-Salvado, J. 2022. The Nutri-Score nutrition label: A public health tool based on rigorous scientific evidence aiming to improve the nutritional status of the population. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. vol. 92, pp. 147–157. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000722>

Míková, K. 2020. *Označování potravinářských výrobků včetně vzorů etiket*. Dashöfer Holding, Ltd. and Verlag Dashöfer. ISBN: 978-80-7635-032-8

Minárik, P., Golian, J., Mináriková, D., Penesová, A., & Chlebo, P. 2022. Výživové údaje na obaloch potravin a perspektíva nutri-score označovania. *Laboratórna Diagnostika*. vol. 2, pp. 76–85.

Santos, O., Alarcão, V., Feteira-Santos, R., Fernandes, J., Virgolino, A., Sena, C., ... & Costa, A. 2020. Impact of different front-of-pack nutrition labels on online food choices. *Appetite*. vol. 154. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104795>

Kontaktní adresa

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

Vývoj a analýza rostlinných extraktů pro využití v trvanlivých masných výrobcích

Development and Analysis of Plant Extracts for Use in Meat Production

Hruška, F., Beňo, F., Ševčík, R.
VŠCHT Praha

Souhrn

Maso a masné výrobky podléhají oxidaci lipidů a dalším degradativním procesům během výroby a skladování, což ovlivňuje jejich kvalitu. Tradičně se používají komerční antioxidanty, ale rostlinné extrakty bohaté na fenolické látky představují zajímavou alternativu. Cílem této studie bylo izolovat rostlinné extrakty ze šalvěže a zázvoru, zhodnotit jejich antioxidační vlastnosti a následně vybrat vhodné extrakty pro aplikaci do trvanlivých fermentovaných masných výrobků. Byly připraveny ethanolové extrakty a esenciální oleje z těchto rostlinných materiálů. Nejvyšší antioxidační aktivity bylo dosaženo u esenciálních olejů, zatímco ethanolové extrakty vykazovaly vysoké množství fenolických látek. Pro následné použití byly vybrány esenciální oleje vlastní přípravy (šalvěj, zázvor) a ethanolové extrakty ze šalvěže (60% ethanol) a zázvoru (80% ethanol) díky vysoké koncentraci fenolických látek. Studie naznačuje, že tyto rostlinné extrakty mohou být efektivně využity ke zlepšení antioxidační stability a sensorických vlastností fermentovaných masných výrobků, čímž mohou přispět k redukci tradičních přídatných látek a podporovat využívání přírodních složek v masné výrobě.

Klíčová slova: *Antioxidanty, rostlinné extrakty, šalvěj, zázvor, fermentované masné výrobky*

Abstract

Meat and meat products are subject to lipid oxidation and other degradative processes during production and storage, which affects their quality. Traditionally, commercial antioxidants are used, but plant extracts rich in phenolic compounds offer an interesting alternative. The aim of this study was to isolate plant extracts from sage and ginger, evaluate their antioxidant properties, and subsequently select suitable extracts for application in fermented meat products. Ethanol extracts and essential oils from these plant materials were prepared. The highest antioxidant activity was achieved with the essential oils, while ethanol extracts showed high amounts of phenolic compounds. For subsequent use, essential oils of sage and ginger, as well as sage extract (60% ethanol) and ginger extract (80% ethanol) were selected due to their high phenolic content. The study suggests that these plant extracts can be effectively used to improve the antioxidant stability and sensory properties of fermented meat products, potentially contributing to the reduction of traditional additives and supporting the use of natural ingredients in meat processing.

Key words: *Antioxidants, plant extracts, sage, ginger, fermented meat products*

Úvod

Maso a masné výrobky jsou náchylné k degradaci kvality kvůli složitému chemickému charakteru. Tato degradace může vyvolat sensorické a nutriční změny v masných výrobcích a je způsobena chemickými a mikrobiálními procesy během výroby a skladování. Jednou z hlavních forem chemického zhoršení kvality masných výrobků je oxidace lipidů a dalších komponent přítomných v těchto výrobcích (Devatkal a kol.,

2012). Oxidace lipidů je komplexní proces ovlivněný chemickým složením masných výrobků, expozicí světla a kyslíku, a skladovací teplotou. Technologické postupy používané při výrobě masných výrobků také mohou ovlivňovat tento proces. Výsledná oxidace tuku vede k tvorbě několika sloučenin, které negativně ovlivňují kvalitu masných výrobků a způsobují změny v sensorických vlastnostech (barva, textura, chuť) a nutriční hodnotě (Karakaya a kol., 2011).

V masných výrobcích se k omezení oxidace využívají antioxidanty. Tyto látky působí pomocí různých mechanismů, včetně zachycování iniciačních radikálů, přerušení řetězových reakcí, rozkladu peroxidů, snižování koncentrace kyslíku a inhibice katalyzátorů, jako jsou ionty kovů (Dorman a kol., 2003). Existuje mnoho sloučenin s antioxidační aktivitou, ale pouze několik jich lze použít při výrobě masných výrobků (Nařízení 1333/2004). Naopak rostlinné extrakty, bohaté na fenolické látky, poskytují atraktivní alternativu k běžně používaným komerčním antioxidantům. Tyto extrakty mohou být rovněž využívány jako koření, přispívající k aromatickým vlastnostem a chuti masných výrobků (Hadidi a kol., 2022). Existuje několik studií zabývajících se využitím rostlinných extraktů (šalvěj, zázvor) do příbuzných masných výrobků. Šalvějový prach z výroby čajů byl zpracován na extrakci esenciálního oleje, který byl použit při výrobě vepřových klobás (Šojić a kol., 2018). Esenciální olej ze šalvěje lékařské prokázal schopnost zlepšit oxidační stabilitu játrové paštiky a působit jako potenciální náhrada za tradiční antioxidant (Estévez a kol., 2006). Další výzkum ukázal, že přidání tohoto esenciálního oleje do fermentovaných bůvolích salámů vedlo k výraznému zlepšení antioxidační stability a sensorických vlastností, a k redukci biogenních aminů (Abu Salem a kol., 2010). Antioxidační účinnost extraktu ze zázvoru byla prokázána na výrobcích z jehněčího masa (Ivane a kol., 2022).

S ohledem na rostoucí zájem spotřebitelů o omezení používání tradičních přídatných látek a rostoucí popularitu přírodních složek se využití rostlinných extraktů stává efektivním způsobem snižování množství přídatných látek v masných výrobcích.

Cílem práce byla izolace rostlinných extraktů ze šalvěje a zázvoru, ověření jejich antioxidačních vlastností a použití při přípravě trvanlivých fermentovaných masných výrobků, následně pak zhodnocení jejich antioxidačního účinku a sensorické vlastnosti těchto výrobků.

Materiál a metodika

Zázvor byl nakoupen v obchodním řetězci. Kořen zázvoru byl omyt, nakrájen na plátky (< 5 mm) a sušen 3,5 h při teplotě 60 °C v sušičce ovoce. Následně byl zázvor nadrcen v mlýnku na koření. Sušený řezaný list šalvěje (From Nature, Albánie, 2023) byl pořízen přes internet stejně jako komerční vzorky esenciálních olejů (zázvor a šalvěj, Phytos). Aktivita vody suchých rostlinných materiálů je zobrazena v Tab.1.

Tabulka 1: Aktivita vody suchých rostlinných materiálů (4Tev, Aqualab)

Extrakt	Aktivita vody
Šalvěj	0,503 ± 0,009
Zázvor	0,692 ± 0,014

Pro extrakci rostlinných materiálů byly využity tři odlišné koncentrace ethanolu (60 %, 70 %, 80 %), (v/v). Sušený materiál byl extrahován ve 25 ml roztoku ethanolu (1:10) po dobu 24 h při pokojové teplotě na třepačce (300 rpm). Následně byly vzorky vysušeny

na odparce a zpětně rozpuštěny v 80% ethanolu na standardní koncentraci 20 mg/ml (zázvor) a 50 mg/ml (šalvěj). Vzorky byly uchovávány při 4 °C do následných analýz. Zázvorový esenciální olej byl připraven destilací vodní parou v aparatuře podle Clevenger. Sušený zázvor (10 g) byl umístěn do varné baňky společně s 400 ml destilované vody. Destilace probíhala po dobu 3 h s průměrným výtěžkem kolem 1 %. Aparatura pro přípravu šalvějového esenciálního oleje se lišila vložím baňky se sušeným materiálem (bioflask) mezi baňku, vyvíjející vodní páru, a kondenzátor. Do baňky bylo vloženo 100 g šalvěje a destilace probíhala po dobu 40 min. Výtěžek destilace se pohyboval kolem 0,5 %. Vzorky byly uchovávány při 4 °C do následných analýz.

Celkové fenoly byly stanovovány podle validace metody Kupina S. (Kupina a kol., 2018). Do zkumavky bylo přidáno 7,5 ml destilované vody, 0,5 ml vzorku (pro esenciální oleje byl použit 500 krát ředěný methanolickeý roztok) a 0,5 ml Folin-Ciocalteuovo fenolové činidlo (Supelco). Po šesti minutách bylo přidáno 1,5 ml roztoku uhličitanu sodného (20 %, w/v) a zkumavka byla protřepána. Reakce probíhala po dobu 2 h při 30 °C (vodní lázeň). Absorbance roztoku byla měřena při 765 nm (Genesys 180, Thermo Scientific). Kalibrační přímka byla připravena obdobným způsobem s různými koncentracemi kyseliny gallové (Sigma-Aldrich). Výsledek byl vyjádřen v ekvivalentech kyseliny gallové na sušinu (mg GAE /g DW).

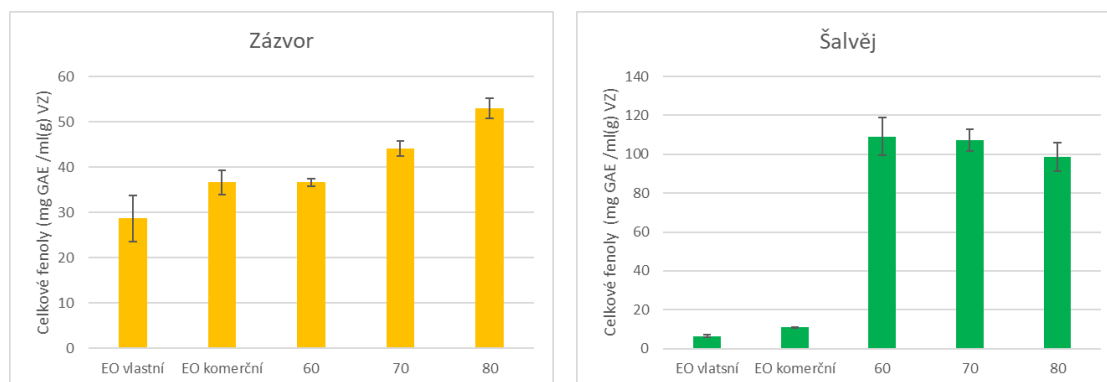
Metoda stanovení inhibice stabilního radikálu DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) byla prováděna na základě studie de Menezes BB a kol. (de Menezes a kol., 2021). Hodnota RIC₅₀ pro roztok kyseliny askorbové vyšla 0,276 mol/mol. Zkoumaný vzorek byl připraven v 5 různých koncentracích (dvojkové ředění). Do zkumavky byly přidány 2 ml ředěného vzorku a 4 ml čerstvého methanolickeého roztoku DPPH (0,004 %). Reakce probíhala 30 min za laboratorní teploty za nepřístupu světla. Absorbance roztoků byla měřena při 515 nm (Genesys 180, Thermo Scientific). Ze vzniklé závislosti bylo vypočítáno množství vzorku potřebné k inhibici 50 % DPPH (AIC₅₀) a podělením molární reakční koncentrací DPPH byl stanoven výsledek jako RIC₅₀ v jednotkách g/mol pro ethanolové extrakty a ml/mol pro esenciální oleje.

Měření byla prováděna vždy ve 3 stanoveních. Výsledky byly vyhodnoceny v programu Excel (Microsoft, USA).

Výsledky a diskuse

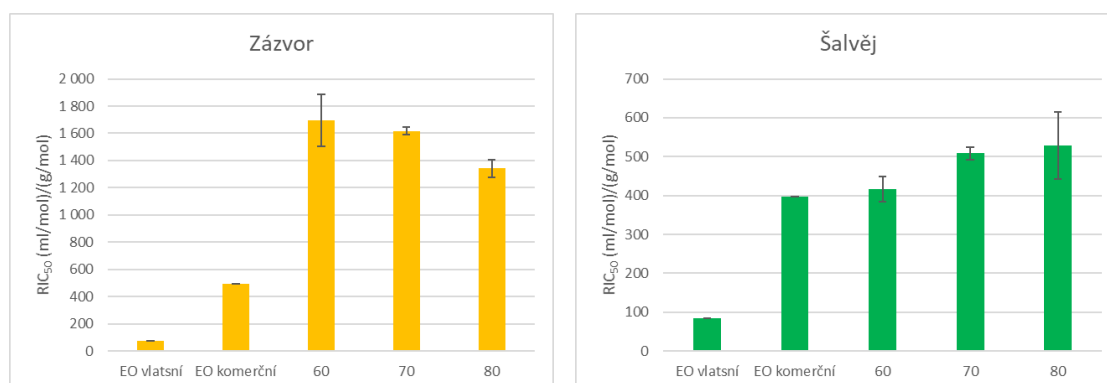
Byly připraveny ethanolové extrakty a esenciální oleje z šalvěje a zázvoru. Tyto vzorky byly následně podrobeny stanovení celkových fenolů a hodnocení antioxidační aktivity pomocí metody DPPH.

Na obr.1. jsou grafy s výsledky celkového množství fenolů v jednotlivých extraktech. U vzorků zázvoru bylo dosaženo nejvyššího výsledku u extraktu v 80% ethanolu konkrétně s výsledkem $53,0 \pm 2,3$ mg GAE/g suchého extraktu. Obdobně vyššího výsledku celkových fenolů bylo dosaženo u ethanolových extraktů šalvěje v porovnání s esenciálními oleji. Na rozdíl od zázvoru se zdá nejvýhodnější použití 60% ethanolového extraktu (i s přihlédnutím k ekonomické stránce).



Obrázek 1: Výsledky stanovení celkového množství fenolů u extraktů zázvoru a šalvěje

Výsledky z analýzy inhibice DPPH jsou na obr. 2. Čím nižšího RIC_{50} je dosaženo, tím méně látky je zapotřebí k inhibici daného množství DPPH a tím je extrakt účinnější. U vzorků zázvoru i u vzorků šalvěje bylo dosaženo nejlepších výsledků u připravených esenciálních olejů.



Obrázek 2: Výsledky stanovení inhibice DPPH jako RIC_{50} u extraktů zázvoru a šalvěje

Fenolické látky nejsou jedinými sloučeninami s antioxidačními účinky obsaženými v rostlinných extraktech. Výsledky stanovení inhibice DPPH jsou proto relevantnější pro výběr vhodných extraktů pro následné využití v trvanlivých masných výrobcích. Mezi fenolické látky extrahované z šalvěje patří karnosová a rozmarýnová kyselina (Durling a kol., 2007), zatímco mezi nefenolické látky patří α -thujon, 1,8-cineol a camphor (Craft a kol., 2017). U zázvorových extraktů se mezi fenolické látky řadí gingerol, shogaol a paradol (Mao a kol., 2019), zatímco mezi nefenolické látky patří β -zingiberen, 1,8-cineol a limonen (Mahboubi, 2019).

Závěr

Na základě získaných výsledků lze vybrat vhodné rostlinné extrakty pro testování na modelovém masném výrobku. Mimo kontrolní vzorek budou použity esenciální oleje vlastní přípravy (zázvor i šalvěj) neboť dosáhly nejlepších výsledků ve stanovení inhibice DPPH. Dále bude využit extrakt zázvoru 80% ethanolem a extrakt šalvěje 60% ethanolem neboť u těchto bylo dosaženo nejlepších výsledků z hlediska celkových fenolů. Účinnost těchto extraktů bude otestována na fermentovaném masném výrobku, který bude hodnocen po senzorycké stránce a z hlediska antioxidační stability ve skladovacím testu.

Literatura

- Abu Salem, F. M.; Ibrahim, H. M. 2010. Dry Fermented Buffalo Sausage with Sage Oil Extract: Safety and Quality. *Grasas y Aceites*. vol. 61, no. 1, p. 76–85. <https://doi.org/10.3989/gya.075109>.
- de Menezes, B.B., Frescura, L.M., Duarte, R., Villetti, M.A., da Rosa, M.B. 2021 A Critical Examination of the DPPH Method: Mistakes and Inconsistencies in Stoichiometry and IC50 Determination by UV–Vis Spectroscopy. *Analytica Chimica Acta*. vol 1157, 338398. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2021.338398>.
- Devatkal, S.K., Thorat, P. Manjunatha, M., 2014. Effect of vacuum packaging and pomegranate peel extract on quality aspects of ground goat meat and nuggets. *Journal of food science and technology*, vol. 51, pp.2685-2691.
- Dorman, H.J.D., Peltoketo, A., Hiltunen, R. and Tikkanen, M.J. 2003. Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food chemistry*, vol. 83, no. 2, pp.255-262.
- Estévez, M., Ventanas, S., Cava, R. 2006. Effect of Natural and Synthetic Antioxidants on Protein Oxidation and Colour and Texture Changes in Refrigerated Stored Porcine Liver Pâté. *Meat Sci.* vol. 74, no. 2, 396–403. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.010>
- Evropská Unie. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008, o potravinářských přídatných látkách. Dostupné na: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2008R1333:20111202:CS:PDF>. 03.01.2024.
- Hadidi, M., Orellana-Palacios, J.C., Aghababaei, F., Gonzalez-Serrano, D.J., Moreno, A. Lorenzo, J.M., 2022. Plant by-product antioxidants: Control of protein-lipid oxidation in meat and meat products. *Lwt*, vol. 169, p.114003.
- Ivane, N.M.A., Elysé, F.K.R., Haruna, S.A., Pride, N., Richard, E., Foncha, A.C., Dandago, M.A. 2022. The Anti-Oxidative Potential of Ginger Extract and Its Constituent on Meat Protein Isolate under Induced Fenton Oxidation. *Journal of Proteomics*, vol. 269, 104723. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2022.104723>
- Craft, J. D., Satyal, P., Setzer, W. N. 2017. The Chemotaxonomy of Common Sage (*Salvia Officinalis*) Based on the Volatile Constituents. *Medicines*. vol. 4, no. 3, p. 47. <https://doi.org/10.3390/medicines4030047>.
- Karakaya, M., Bayrak, E. Ulusoy, K. 2011. Use of natural antioxidants in meat and meat products. *Journal of Food Science and Engineering*, vol. 1, no. 1, p.1.
- Kupina, S., Fields, C., Roman, M.C., Brunelle, S.L. 2018. Determination of Total Phenolic Content Using the Folin-C Assay: Single-Laboratory Validation, First Action 2017.13. *Journal of AOAC INTERNATIONAL.*, vol. 101, no. 5, p. 1466–1472. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0031>.
- Mao, Q.Q., Xu, X.Y., Cao, S.Y., Gan, R.Y., Corke, H., Beta, T., Li, H.B. 2019. Bioactive Compounds and Bioactivities of Ginger (*Zingiber Officinale* Roscoe). *Foods*. vol. 8, no. 6, p. 185. <https://doi.org/10.3390/foods8060185>.
- Mahboubi, M. 2019. *Zingiber Officinale* Rosc. Essential Oil, a Review on Its Composition and Bioactivity. *Clinical Phytoscience*. vol. 5, p. 1. <https://doi.org/10.1186/s40816-018-0097-4>.
- Durling, N.E., Catchpole, O.J., Grey, J.B., Webby, R.F., Mitchell, K.A., Foo, L.Y., Perry, N.B. 2007. Extraction of phenolics and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol–water mixtures. *Food chemistry*, vol. 101, no. 4, p. 1417-1424 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.050>.

Šojić, B., Pavlič, B., Zeković, Z. et al. 2018. The Effect of Essential Oil and Extract from Sage (*Salvia Officinalis* L.) Herbal Dust (Food Industry by-Product) on the Oxidative and Microbiological Stability of Fresh Pork Sausages. *LWT*. vol. 89, p. 749–755. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.055>.

Wójciak, K.M., Dolatowski, Z.J. and Okoń, A., 2011. The effect of water plant extracts addition on the oxidative stability of meat products. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, vol. 10, no. 2, pp.175-188.

Poděkování

Tento výstup vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. A2_FPBT_2024_027)

Kontaktní adresa

Ing. Filip Hruška, VŠCHT Praha, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Ústav konzervace potravin, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice,
email: hruškaf@vscht.cz

**Nové perspektívy využitia listov olivovníka (*Olea europaea* L.)
vo výžive a ochrane zdravia**
***New Perspectives on the Utilization of Olive Tree Leaves
(Olea europaea L.) in Nutrition and Health Protection***

Kňazická, Z.¹, Štefunková, N.², Fatrcová Šramková, K.¹, Kopčeková, J.¹,
Massányi, P.², Capcarová, M.²

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Ústav výživy a genomiky

²Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav aplikovanej biológie

Súhrn

Stravovanie podľa princípov Stredomorskej diéty je spojené s nižšou úmrtnosťou na kardiovaskulárne choroby a redukuje výskyt onkologických ochorení asociovaných s metabolickým syndrómom a *diabetes mellitus*. Hlavným zdrojom základnej zložky Stredomorskej stravy sú produkty z olív, ktoré sú bohaté na polyfenoly. Pri spracovávaní olív a výrobe olivového oleja sa produkuje veľké množstvo vedľajších produktov, ako sú olivové listy (*Olea europaea* L.), ktoré zatiaľ nie sú v potravinárstve a farmácii úplne docenené. Oleuropeín (OL) a hydroxytyrozol (HT), ako najdôležitejšie fenolové zlúčeniny v olivových listoch, majú vysokú antioxidačnú aktivitu, ktorá prispieva k zdravotným výhodám olivového oleja. Novodobé výskumy zdôrazňujú ich biochemické a farmakologické účinky, ktoré sa uplatňujú v prevencii a terapii ochorení, ako aj pri zlepšovaní zdravotného stavu ľudí. V súčasnosti sa mimoriadna pozornosť venuje ľudským bunkovým líniam (napr. NCI-H295R) *in vitro*, ktoré možno použiť ako skríningový model na pochopenie bunkových procesov a mechanizmu pôsobenia týchto látok na steroidogézu. Príspevok poukazuje na účinky olivových listov a ich bioaktívnych látok vo výžive s dôrazom na prínos pre ľudské zdravie.

Kľúčové slová: olivové listy, oleuropeín, ľudská bunková línia NCI-H295R, steroidogéza, výživa, zdravie

Abstract

Eating according to the principles of the Mediterranean diet is associated with lower mortality from cardiovascular diseases and reduces the incidence of oncological diseases linked with metabolic syndrome and *diabetes mellitus*. The primary source of the basic component of the Mediterranean diet is olive products, which are rich in polyphenols. During the processing of olives and the production of olive oil, a large amount of by-products, such as olive tree leaves (*Olea europaea* L.) are produced, yet they are still not fully appreciated in the food and pharmaceutical industries. Oleuropein (OL) and hydroxytyrosol (HT), the most important phenolic compounds in olive tree leaves, have high antioxidant activity that contributes to the health benefits of olive oil. Recent research highlights their biochemical and pharmacological effects, which are applied in the prevention and treatment of diseases, as well as in improving human health. Currently, special attention is given to human cell lines (e.g., NCI-H295R) *in vitro*, which can be used as a screening model to understand the cellular processes and the action mechanism of these compounds on steroidogenesis. The contribution points out the effects of olive tree leaves and their bioactive substances in nutrition with an emphasis on the benefits for human health.

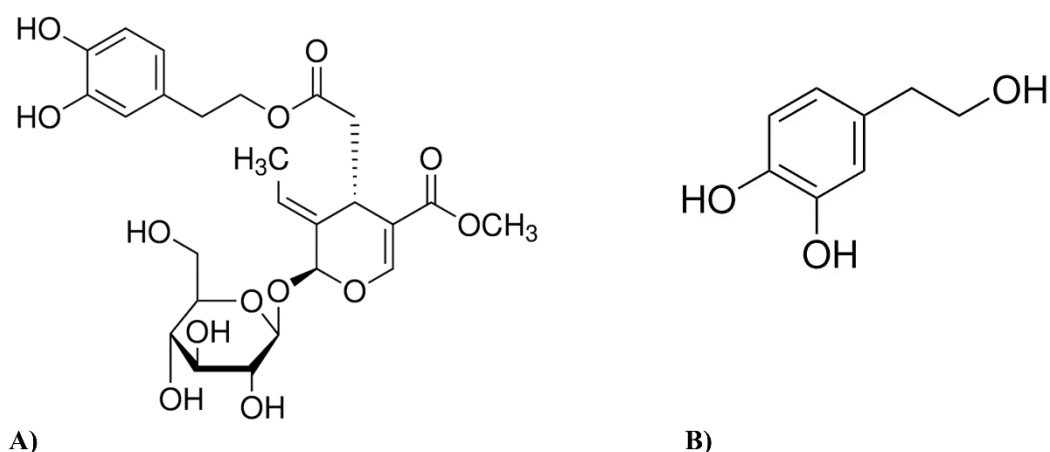
Key words: olive tree leaves, oleuropein, human cell line NCI-H295R, steroidogenesis, nutrition, health

Úvod

Prírodné látky rastlinného pôvodu sú fenoménom dnešnej doby a slúžia ako dôležitý zdroj na liečbu rôznych zdravotných problémov. Vedecký výskum v tejto oblasti je koncipovaný na bioaktívne látky z prírodných produktov a rastlín s terapeutickými aplikáciami pri liečbe ochorení ako *diabetes mellitus*, hypercholesterolémia, obezita atď., ktorých prevalencia má celosvetový charakter. Syntetické lieky účinne pomáhajú pri manažovaní týchto ochorení, ale môžu mať viaceré vedľajšie účinky (Ullah, 2008). V súčasnosti je preto nevyhnutné investovať do výskumu nových nepreskúmaných možností rôznych častí rastlín s podpornou terapiou prírodnými prospešnými látkami, ktoré sa využívajú na vývoj inovatívnych liekov a výživových doplnkov (Alam et al., 2022).

Olivové listy – výživný a terapeutický doplnok stravy

Poľnohospodárske a spracovateľské činnosti spojené s pestovaním olív produkujú veľké množstvo vedľajších produktov, ktoré sú väčšinou nedostatočne využívané (Markhali et al., 2020). Najnovšie výskumné štúdie sa zameriavajú na olivové listy (*Olea europaea* L.), ktoré slúžia ako vedľajší produkt (odpad) pri výrobe olivového oleja (Ghanem et al., 2019; Markhali et al., 2020), ale majú veľký potenciál pre vývoj funkčných potravín a obohatenie stravy. Hlavné výhody olivových listov sa pripisujú ich výrazným biologickým vlastnostiam (Rahmanian et al., 2015). Extrakty z olivových listov si získali osobitný záujem výskumníkov, pretože obsahujú rôzne fenolové kyseliny, alkoholy (hydroxytyrozol a tyrozol), flavonoidy (luteolín 7-O-glukozid, rutín, apigenín 7-O-glukozid, luteolín 4-O-glukozid) a sekoiridoidy (OL) (Bouaziz a Sayadi, 2005; Japón-Luján a Luque de Castro, 2007). Koncentrácia tejto fenolovej frakcie v olivových listoch je niekoľkonásobne vyššia ako v oleji alebo olivách, a mení sa v závislosti od kultivaru, klímy (Abaza et al., 2005), spôsobu spracovávania a od samotných podmienok pestovania. Extrakt z listov olivovníka vyniká aj ako významný výživový a terapeutický doplnok, pretože okrem vysokého množstva polyfenolov, obsahujú aj antioxidanty a iné fytochemikálie, ktoré majú synergické účinky (Mansour et al., 2023).

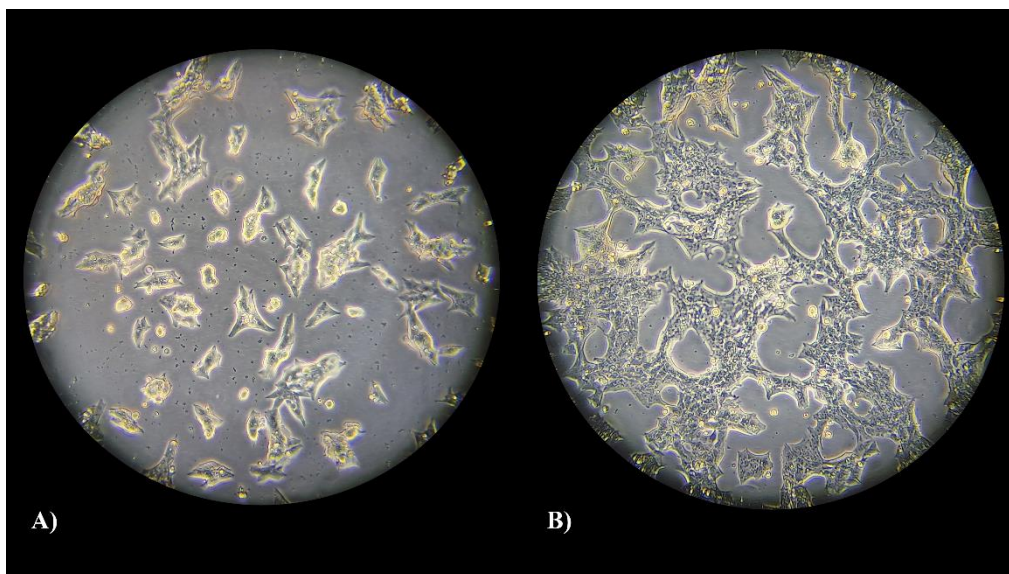


Obrázok 1: Štruktúrny vzorec oleuropeínu (A) a hydroxytyrozolu (B) (Parreira et al., 2014).

Najvýznamnejšia bioaktívna zlúčenina prítomná v olivových listoch je OL (Obr. 1A) (Bouaziz a Sayadi, 2005; Sun et al., 2017), ktorá sa vyznačuje výrazným antioxidačným pôsobením (Zorić et al., 2021; Mansour et al., 2023). Viaceré vedecké štúdie (Lee a Lee, 2010; Abbattista et al., 2021; Zorić et al., 2021) potvrdzujú jeho protizápalové, antimikrobiálne, antivírusové, neuroprotektívne, antiischemické a hypolipidemické vlastnosti. Zároveň svojimi účinkami prispieva k protirakovinovým vlastnostiam olivového oleja. Jeho derivát HT (Obr. 1B) sa extrahuje z olivovníka alebo z listov ako vedľajší produkt procesu výroby olivového oleja (Zorić et al., 2013). Obidve tieto látky indukujú apoptotické procesy rakovinových buniek (Han et al., 2009; Omar, 2010). Mnohé predklinické štúdie však poukazujú aj na ďalší benefičný potenciál týchto látok v dôsledku ich biochemických a farmakologických účinkov (Cavaca et al., 2020), ktoré sa uplatňujú v prevencii a bioterapii viacerých civilizačných ochorení. Ich účinky majú opodstatnenie predovšetkým u rizikových skupín s hypercholesterolémiou a u osôb s metabolickými komplikáciami spojenými s *diabetes mellitus* a obezitou. Okrem toho môžu polyfenoly z olivových listov ovplyvňovať rôzne biologické dráhy, ktoré súvisia s produkciou hormónov. Prehľad fyziologických a terapeutických účinkov týchto látok však stále vo vedeckej sfére absentuje, čo zdôrazňuje potrebu ďalších *in vitro* štúdií, ktoré by mohli poskytnúť cenné informácie o ich pôsobení na bunkovej úrovni s dôrazom na procesy steroidogenézy.

Ľudská bunková línia NCI-H295R

V súčasnosti sa vo výskume, ale aj v praktických aplikáciách využívajú rôzne typy bunkových kultúr, ktoré majú v porovnaní s inými biologickými modelmi zásadné výhody (Burdall et al., 2003). Väčšinou sú dobre definované, umožňujú prácu s jediným typom buniek (rovnaký genotyp), a je možné jednoduchšie ovplyvniť funkcie cieľových buniek. Majú dôležitú a nenahraditeľnú úlohu v metabolických výskumoch, ktoré predchádzajú vývoju nových potenciálnych liečiv. Bunkové kultúry poskytujú i relevantnejšie a o mechanizme viac vypovedajúce výsledky (Sanderson, 2006) ako iné experimentálne modely. Najčastejšími využívanými bunkovými kultúrami *in vitro* sú komerčne zakúpené nádorové línie. Ľudská bunková línia NCI-H295R (adrenokarcinómové bunky, obr. 2A-B) bola prvýkrát derivovaná z invazívneho ľudského karcinómu kôry nadobličiek 48-ročnej ženy v roku 1980, USA (Gazdar et al., 1990; Harvey a Everett, 2003). V poslednej dobe je považovaná za najúspešnejšiu ľudskú bunkovú líniu pre výskum interferencie xenobiotík so steroidogenézou pri skriningových biotestoch (Sanderson a Berg, 2003), pre štúdium procesov steroidogenézy na rôznych úrovniach a má zásadný význam pre *in vitro* testovanie reprodukčnej toxicity (Knazicka et al., 2021). Disponuje kompletnou sadou génov pre širokú škálu kľúčových steroidogénnych enzýmov (3β -HSD1, 3β -HSD2, 17β -HSD1 a 17β -HSD2) (Hilscherova et al., 2004; Hecker et al., 2006). Produkuje hormóny zo všetkých troch zón kôry nadobličiek – mineralokortikoidy (aldosterón), glukokortikoidy (kortizol) a pohlavné hormóny (Harvey a Everett, 2003). Uvádzaná bunková línia je menej senzitívna na cytotoxicitu v porovnaní s ostatnými používanými bunkovými líniami (Gazdar et al., 1990). Vďaka využívaniu týchto celulárnych modelových systémov v predklinických štúdiách môžeme v budúcnosti nájsť lepšie, rýchlejšie a lacnejšie alternatívy na prevenciu alebo liečbu rôznych ochorení.



Obrázok 2: Ľudská bunková línia adrenokarcinómových buniek (NCI-H295R) (A - s nízkou denzitou, B – s vysokou denzitou; zväčšenie x 100) (vlastná fotodokumentácia).

Záver

Olivové listy, najmä ich fenolové zlúčeniny, zohrávajú významnú úlohu v ochrane zdravia (s preventívno-terapeutickým účinkom), a otvárajú nové možnosti pre terapeutické aplikácie v diabetológii ako aktívne komponenty liečiv. Súčasný výskum poukazuje na potrebu hlbšieho a komplexnejšieho preskúmania ich účinkov na bunkovej úrovni, čo by mohlo prispieť k rozšíreniu poznatkov v oblasti biologických aplikácií a biomedicíny. Výsledky *in vitro*/predklinických štúdií by mohli odhaliť ďalšie možnosti ich potenciálneho využitia vo výžive a poskytnúť viac dôkazov o ich bioprotektívnej účinnosti v prevencii/liečbe rôznych civilizačných ochorení.

Literatúra

- Abaza L., Taamalli W., Temine S.B., Daoud D., Gutierrez F., Zarrouk M. 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., Cataldi, T.R.I., Losito, I. 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. <https://doi.org/10.3390/foods10061236>
- Alam, S., Sarker, M.M.R., Sultana, T.N., Chowdhury, M.N.R., Rashid, M.A., Chaity, N.I., Zhao, C., Xiao, J., Hafez, E.E., Khan, S.A., Mohamed, I.N. 2022. Antidiabetic Phytochemicals from Medicinal Plants: Prospective Candidates for New Drug Discovery and Development. *Frontiers in endocrinology*, vol. 13, pp. 800714. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.800714>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1002/ejlt.200501166>
- Burdall, S.E., Hanby, A.M., Lansdown, M.R.J., Speirs, V. 2003. Breast cancer cell lines: friend or foe? *Breast Cancer Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 89-95. <https://doi.org/10.1186/bcr577>

- Cavaca, L.A., López-Coca, I.M., Silvero, G., Afonso, C.A. 2020. The olive-tree leaves as a source of high-added value molecules: Oleuropein. *Studies in Natural Products Chemistry*, vol. 64, pp. 131-180.
- Gazdar, A.F., Oie, H.K., Shackleton, C.H. Chen, T.R., Triche, T.J., Myers, C.E., Chrousos, G.P., Brennan, M.F., Stein, C.A., La Rocca, R.V. 1990. Establishment and characterization of a human adrenocortical carcinoma cell line that expresses multiple pathways of steroid biosynthesis. *Cancer Res.*, vol. 50, no. 17, pp. 5488-5496.
- Ghanem, M.T., Tawfik, W.A., Mahdy, E.S.M., Abdelgawad M.E., Abdel-Azim, N.S., El-Missiry, M.M. 2019. Chemical and biological evaluation of olive leaves as a waste by-product of olive oil industry. *Egypt. Pharmaceut. J.*, vol. 18, pp. 172-177.
- Han, J., Talorete, T.P., Yamada, P., Isoda, H. 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. <https://doi.org/10.1007%2Fs10616-009-9191-2>
- Harvey, P.W., Everett, D.J. 2003. The adrenal cortex and steroidogenesis as cellular and molecular targets for toxicity: critical omissions from regulatory endocrine disrupter screening strategies for human health? *J. Appl. Toxicol.*, vol. 23, no. 2, pp. 81-87. <https://doi.org/10.1002/jat.896>
- Hecker, M., Newsted, J.L., Murphy, M.B., Higley, E.B., Jones, P.D., Wu, R., Giesy, J.P. 2006. Human adrenocarcinoma (H295R) cells for rapid *in vitro* determination of effects on steroidogenesis: Hormone production. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, vol. 217, no. 1, pp. 114-124. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2006.07.007>
- Hilscherova, K., Jones, P.D., Gracia, T., Newsted, J.L., Zhang, X., Sanderson, J.T., Yu, R.M., Wu, R.S., Giesy, J.P. 2004. Assessment of the effects of chemicals on the expression of ten steroidogenic genes in the H295R cell line using real-time PCR. *Toxicol. Sci.*, vol. 81, no. 1, pp. 78-89. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfh191>
- 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. <https://doi.org/10.1021/jf0636770>
- Knazicka, Z., Fialkova, V., Duranova, H., Bilcikova, J., Kovacikova, E., Miskeje, M., Valkova, V., Forgacs, Z., Roychoudhury, S., Massanyi, P., Lukac, N. 2021. Human adrenocortical carcinoma (NCI-H295R) cell line as an *in vitro* cell culture model for assessing the impact of iron on steroidogenesis. *Folia biologica (Praha)*, vol. 67, no. 2, pp. 76-81.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.12.052>
- Mansour, H.M.M., Zeitoun, A.A., Abd-Rabou, H.S., El Enshasy, H.A., Dailin, D.J., Zeitoun, M.A.A., El-Sohaimy, S.A. 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. <https://doi.org/10.3390/antiox12061275>
- Markhali, F.S.; Teixeira, J.A.; Rocha, C.M.R. 2020. Olive Tree Leaves - A Source of Valuable Active Compounds. *Processes*, vol. 8, no. 9, pp. 1177. <https://doi.org/10.3390/pr8091177>
- Omar, S.H. 2010. Oleuropein in olive and its pharmacological effects. *Scientia pharmaceutica*, vol. 78, no. 2, pp. 133-154. <https://doi.org/10.3797%2Fscipharm.0912-18>

- Parreira, P., Fátima Duarte, M., Reis, C.A., Martins, M.C.L. 2014. *Helicobacter pylori* infection: A brief overview on alternative natural treatments to conventional therapy. *Critical Reviews in Microbiology*, vol. 42, no. 1, pp. 94-105. <https://doi.org/10.3109/1040841X.2014.892055>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.12.009>
- Sanderson, J.T. 2006. The steroid hormone biosynthesis pathway as a target for endocrine-disrupting chemicals. *Toxicol. Sci.*, vol. 94, no. 1, pp. 3-21. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfl051>
- Sanderson, J.T., Berg, M. 2003. Interactions of xenobiotics with the steroid hormone biosynthesis pathway. *Pure and Applied Chemistry*, vol. 75, no. 11-12, pp. 1957-1971. <http://dx.doi.org/10.1351/pac200375111957>
- Sun, W., Frost, B., Liu, J. 2017. Oleuropein, unexpected benefits! *Oncotarget*, vol. 8, no. 11, pp. 17409. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.15538>
- Ullah, M.F. 2008. Cancer multidrug resistance (MDR): a major impediment to effective chemotherapy. *Asian Pac. J. Cancer. Prev.*, vol. 9, no. 1, pp. 1-6.
- Zorić, N., Horvat, I., Kopjar, N., Vucemilovic, A., Kremer, D., Tomic, S., Kosalec, I. 2013. Hydroxytyrosol expresses antifungal activity *in vitro*. *Curr. Drug Targets.*, vol. 14, no. 9, pp. 992-998. <https://doi.org/10.2174/13894501113149990167>
- Zorić, N.; Kopjar, N.; Rodriguez, J.V., Tomic, S., Kosalec, I. 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. <https://doi.org/10.2478/acph-2021-0003>

Pod'akovanie

Práca vznikla za podpory projektov APVV-21-0168, VEGA 1/0304/23 a Grantovej agentúry FAPZ, SPU v Nitre pod č. 4/2024: Nové perspektívy využitia listov olivovníka a determinácia účinkov oleuropeínu na ľudské zdravie.

Kontaktná adresa

Ing. Zuzana Kňazická, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Ústav výživy a genomiky, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: zuzana.knazicka@uniag.sk

**Zmeny vybraných nutričných parametrov ako rizikových faktorov
obezity po konzumácii rakytníkovej šťavy u žien**
*Changes in selected nutritional parameters as obesity risk factors after
consumption of sea buckthorn juice in females*

**Kopčėková, J.¹, Fatrcová-Šramková, K.¹, Gařarov, M.¹, Lenártová, P.¹,
Habánová, M.¹, Kņřick, Z.¹, Capcarová, M.²**

¹stav vřivy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

²stav aplikovanej biológie, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Rakytník obsahuje takmer 200 živín a bioaktívnych ltiek, vrátane fenolových zlučenn, ako sú flavonoidy, vitamíny, bielkoviny, aminokyseliny, minerlne látky, alkaloidy, deriváty chlorofylu, amíny, organické kyseliny, mastné kyseliny a fytosteroly. Štúdie na ľuďoch a zvieratách naznačj, že rakytník môže mať rôzne priaznve účinky: kardioprotektívne, antiaterogenne, antioxidačné, protirakovinove, imunomodulačné, antibakterilne, antivírusové a protizápalové. Cieľom práce bolo zhodnotiť vplyv pravidelnej konzumácie 100 % rakytníkovej šťavy na rizikové faktory obezity u žien. Klinick štúdia zahrňala 12 žien s priemerným vekom 43,92 ± 3,53 rokov, ktoré konzumovali 50 ml rakytníkovej šťavy denne počas 8 týždňov. Antropometrické a biochemické parametre v krvnom sére sme sledovali pred začiatkom konzumácie rakytníka a po 8 týždňoch konzumácie. Pozorovali sme signifikantný pokles viscerlného tuku ($p < 0,05$) a nevýznamný pokles telesnej hmotnosti, BMI, telesného tuku a WHR ($p > 0,05$) po 8 týždňoch konzumácie 100 % rakytníkovej šťavy. V tejto intervenčnej štúdii sme zaznamenali nepreukazný pokles LDL cholesterolu a nárast HDL cholesterolu ($p > 0,05$). Po intervencii sme pozorovali pokles orosomukoidu ($p < 0,001$) a C-reaktívneho proteínu ($p < 0,05$). Ziskne výsledky podporuj hypotézu, že denn konzumácia rakytníkovej šťavy by mohla prspieť k priaznvm účinkom na znizenie rizika obezity.

Kľúčové slov: rakytnkova šťava, obezita, telesne zložene, viscerlny tuk

Abstract

Sea buckthorn contains almost 200 nutrients and bioactive substances, including phenolic compounds such as flavonoids, vitamins, proteins, amino acids, minerals, alkaloids, chlorophyll derivatives, amines, organic acids, fatty acids and phytosterols. Human and animal studies suggest that sea buckthorn may have a variety of beneficial effects: cardioprotective, antiatherogenic, antioxidant, anticancer, immunomodulatory, antibacterial, antiviral and anti-inflammatory. The aim of the work was to evaluate the effect of regular consumption of 100% sea buckthorn juice on the risk factors of obesity in females. A clinical study involved 12 women with a mean age of 43.92 ± 3.53 years who consumed 50 mL of sea buckthorn juice daily for 8 weeks. Anthropometric and biochemical parameters in blood serum were monitored before the start of sea buckthorn consumption and after 8 weeks of consumption. We observed significant decrease of visceral fat ($p < 0.05$) and non significant decrease of body weight, BMI, body fat and WHR ($p > 0.05$) after 8 weeks of consumption of 100% sea buckthorn juice. In this intervention study, we observed a non significant decrease in low-density cholesterol and increase in high-density cholesterol ($p > 0.05$). After the intervention, we observed

decrease of orosomucoid ($p < 0.001$) and C-reactive protein ($p < 0.05$). The obtained results support the hypothesis that the daily consumption of sea buckthorn juice could contribute to the beneficial effects for reducing the risk of obesity.

Key words: sea buckthorn juice, obesity, body composition, visceral fat

Úvod

Kardiovaskulárne ochorenia (KVO) spojené s metabolickými poruchami, vrátane obezity a cukrovky, sú hlavnou príčinou úmrtí v Európe a na celom svete (Soppert et al., 2020). Obezita, rizikový faktor kardiovaskulárnych ochorení (Barroso et al., 2017; Hasani-Ranjbar et al., 2013) je vyvolaná chronickým zápalom nízkeho stupňa, ktorý môže pôsobiť synergicky s oxidačným stresom. Príjem ovocia a rastlinných extraktov s vysokým obsahom antioxidantných fytochemikálií má dôležitú aktivitu proti obezite (Paraíso et al., 2019; Wang et al., 2019; Turner-McGrievy et al., 2017; Aguirre et al., 2016; Kim et al., 2011).

Mnohé štúdie dokazujú, že plody a listy niektorých bobuľových rastlín biosyntetizujú fytochemikálie s antioxidantnou aktivitou a môžu byť použité ako prírodný zdroj zlúčenín zachytávajúcích voľné radikály (Loo et al., 2016; Nazir et al., 2013). Predpokladá sa, že strava bohatá na bobule hrá významnú úlohu pri prevencii metabolických ochorení spojených s obezitou (Sikora et al., 2012).

Rakytník rešetliakový (*Hippophae rhamnoides* L.), čeľaď hlošninovité (*Elaeagnaceae*) je opadavý trnitý ker so striebornými listami a s malými oranžovými plodmi pochádzajúci zo Strednej Ázie a severozápadnej Európy (Wang et al., 2020). Rozlišujeme štyri základné druhy rakytníka: rakytník rešetliakový, rakytník vrboľistý, rakytník tibetský a rakytník rebrovitý. Jednotlivé druhy rakytníka sa líšia napríklad výškou vzrastu, nárokmi na pôdu či rastom v iných nadmorských výškach. V rámci Európy a Ázie bolo identifikovaných približne 150 druhov, poddruhov a odrôd rakytníka; líšili sa biotopom kríka, vzhľadom bobúľ a ich úžitkovou hodnotou. Najdôležitejší a najrozšírenejší v Európe je rakytník rešetliakový *Hippophae rhamnoides* L. (Ji et al., 2020). Drobné, červené a žlté bobule rakytníka sú výdatným rezervoárom mnohých bioaktívnych látok s liečivými a nutričnými vlastnosťami (Pundir et al., 2021). Najdôležitejšími zlúčeninami sú fytosteroly, kyselina askorbová, karotenoidy, tokoferoly a fenolové zlúčeniny (Jaśniewska et al., 2021), vitamíny, bielkoviny, aminokyseliny, minerálne látky (Cheng et al., 2003), alkaloidy, deriváty chlorofylu, amíny (Krejcarová et al., 2015), organické kyseliny (Chong et al., 2010) a mastné kyseliny (Patel et al., 2012). Medzi nimi kyselina askorbová, tokoferoly, karotenoidy, flavonoidy a proantokyanidíny vykazujú antioxidantnú aktivitu (Fan et al., 2019). Jednou z vysoko cenených vlastností rakytníka je vysoký obsah vitamínu C, ktorý je podstatne vyšší ako u iných obľúbených druhov ovocia (Vilas-Franquesa et al., 2020; Teleszko et al., 2015) a lykopénu, najaktívnejšieho spomedzi karotenoidov (Yang et al., 2002). Zlúčeniny získané z rakytníka majú rôzne priaznivé účinky, ako sú antioxidantné (Ji et al., 2020), protizápalové (Ren et al., 2019), kardioprotektívne (Olas et al., 2017) a antikarcinogénne vlastnosti (Patil et al., 2016). Tieto vlastnosti sú spojené s reguláciou hmotnosti, zvýšením hladín lipidov a glukózy, revitalizáciou pankreasu a znížením krvného tlaku (Jia et al., 2020). Najviac konzumovanou časťou rakytníka sú bobule (Cenkowski et al., 2006), z ktorých sa najčastejšie získava šťava a olej zo semien (Ciesarová et al., 2020). Rakytníková šťava je obľúbený nápoj, bohatý na bielkoviny, vitamíny, organické kyseliny (Guo et al., 2016), ktorý dokáže efektívne podporiť konzumáciu ovocia (Singh et al., 2015) a pre mnohých je jediným spôsobom na zvýšenie príjmu vitamínov a iných bioaktívnych látok (Chandra

et al., 2018). Viaceré štúdie dokazujú, že džús ako súčasť racionálnej stravy znižuje riziko mnohých ochorení, ako sú onkologické, neurodegeneratívne a kardiovaskulárne (Singh et al., 2015; Rodriguez-Roque et al., 2014).

Cieľom práce bolo zhodnotiť vplyv pravidelnej konzumácie 100 % rakytníkovej šťavy na rizikové faktory obezity u žien.

Materiál a metodika

Do štúdie bolo zaradených 12 žien vo veku od 40 do 49 rokov, s priemerným vekom $43,92 \pm 3,53$ rokov, ktoré sa zúčastnili 8-týždňového intervenčného programu s cieľom vyhodnotiť vplyv konzumácie 100 % rakytníkovej šťavy na vybrané rizikové faktory obezity. Štúdia bola vykonaná v súlade s Helsinskou deklaráciou a schválená etickou komisiou v Špecializovanej nemocnici sv. Svorada Zobor, n. o. Nitra, Slovenská republika (číslo protokolu 3/101921/2021). Dobrovoľníci konzumovali 50 ml 100 % rakytníkovej komerčnej šťavy podľa odporúčania výrobcu po dobu 8 týždňov ako súčasť bežnej stravy. Šťavu poskytla spoločnosť ZAMIO s. r. o., Trhovište, Slovensko. Zloženie šťavy (g/100 ml): tuky – 3,2; z toho nasýtené mastné kyseliny – 0,7; sacharidy – 5,1; z toho cukry – 4,7; bielkoviny – 1,0. Obsah vitamínu C – 385 mg/100 g a obsah celkových karotenoidov – 3,45 mg/100 g čerstvej šťavy. Účastníčky boli poučené, aby si počas štúdie zachovali svoje bežné stravovacie návyky, zdržali sa konzumácie doplnkov stravy a nemodifikovali svoju fyzickú aktivitu.

Pred začiatkom a po 8 týždňoch konzumácie boli sledované antropometrické parametre – telesná hmotnosť (BW), index telesnej hmotnosti (BMI), hmotnosť telesného tuku (BFM), plocha viscerálneho tuku (VFA); lipidový profil v krvnom sére - celkový cholesterol (T-C), cholesterol s nízkou hustotou (LDL-C), cholesterol s vysokou hustotou (HDL-C), triglyceridy (TG); zápalové markery – C-reaktívny proteín (CRP), orosomukoid (ORM) a interleukín 6 (IL-6).

Telesná výška bola meraná na ambulantnej elektronickej váhe Tanita WB-300 vo vzpriamenej polohe, bez obuvi. Na diagnostiku zloženia tela sme použili multifrekvenčnú bioelektrickú impedančnú analýzu (MFBIA) – InBody 720 (Biospace Co. Ltd., Soul, Kórea).

Venózna krv sa odoberala ráno po 8 hodinách nalačno štandardným spôsobom. Po oddelení krvného séra sa uskutočnili rutinné biochemické analýzy v akreditovanom laboratóriu Univerzitnej nemocnice automatickým biochemickým analyzátorom BioMajesty JCA-BM6010/C pomocou komerčných setov DiaSys (Diagnostic Systems GmbH, Holzheim, Nemecko) podľa pokynov výrobcu. Hladina LDL-C bola vypočítaná pomocou Friedewaldovej rovnice.

Na štatistickú analýzu bol použitý program Statistica Cz verzia 10 (TIBCO Software, Inc., Palo Alto, CA, USA) a MS Excel 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA). Všetky údaje boli vyjadrené ako priemer \pm štandardná odchýlka (SD). Štatistické porovnanie medzi jednotlivými meraniami bolo uskutočnené pomocou párového t-testu, hodnota $p < 0,05$ bola považovaná za štatisticky významnú.

Výsledky a diskusia

Sledovaný súbor tvorilo 12 žien vo veku od 40 do 49 rokov, s priemerným vekom $43,92 \pm 3,53$ rokov. Z jednotlivých získaných hodnôt sme vypočítali základné štatistické charakteristiky probandiek, ktoré sa zúčastnili 8 týždňovej konzumácie 100 % rakytníkovej šťavy (tab. 1).

Tabuľka 1: Charakteristika súboru (n=12)

Parameter	priemer ± SD	min.-max.
Vek (roky)	43,92 ± 3,53	40-49
Výška (m)	1,66 ± 0,05	1,56-1,74
Hmotnosť (kg)	72,21 ± 12,50	53,90-93,80
Body mass index – BMI (kg.m ⁻²)	26,16 ± 4,51	19,56-32,34

Výsledky antropometrických charakteristík a stavby tela po konzumácii rakytníkovej šťavy sú uvedené v tab. 2. Telesná hmotnosť, BMI, WHR aj obsah tuku sa v priebehu štúdie nepreukazne znížili a naopak svalová hmota sa nepreukazne zvýšila ($p < 0,05$).

V hodnotení antropometrických ukazovateľov sme sa zamerali aj na hodnotenie viscerálneho tuku (VFA), pričom sme zaznamenali jeho preukazný pokles ($p = 0,0126$). VFA považujeme za ďalší ukazovateľ zdravia a stavu obezity. Je jedným z dôležitých faktorov pri hodnotení kardiometabolického rizika, ktoré koreluje so zložkami metabolického syndrómu u mužov a žien, a to aj pri normálnom BMI indikujúcom absenciu obezity (Babiarczyk et al., 2012). Odporúčané množstvo viscerálneho tuku by malo byť 100 cm². Ak sú hodnoty VFA väčšie ako 100 cm², hovoríme o abdominálnej (brušnej) obezite, ktorá úzko súvisí s výskytom kardiovaskulárneho ochorenia (De Lorenzo et al., 2007).

Tabuľka 2: Zmeny v telesnom zložení po konzumácii rakytníkovej šťavy

Parameter	1. meranie	2. meranie	p-hodnota
Hmotnosť (kg)	72,21 ± 12,50	71,75 ± 12,67	> 0,05
BMI (kg.m ⁻²)	26,16 ± 4,50	25,80 ± 4,16	> 0,05
BFM (kg)	24,30 ± 9,09	23,29 ± 9,07	> 0,05
BFM (%)	32,70 ± 7,68	31,53 ± 7,83	> 0,05
VFA (cm ²)	98,26 ± 33,44	94,06 ± 34,13	0,0126
SMM (kg)	26,39 ± 3,16	26,75 ± 3,30	> 0,05
WHR	0,93 ± 0,06	0,91 ± 0,06	> 0,05

Vysvetlivky: BW (body weight) – telesná hmotnosť; BMI (body mass index) – index telesnej hmotnosti; BFM (body fat mass) – množstvo tuku v tele; VFA (visceral fat area) – viscerálny tuk; SMM (skeletal muscle mass) – kostrové svalstvo; WHR (waist to hip ratio) – pomer pás/boky

Vplyv konzumácie 100 % rakytníkovej šťavy na lipidový profil je uvedený v tab. 3. V tejto intervenčnej štúdii sme pozorovali nepreukazný pokles T-C a LDL-C, naopak nárast HDL-C a TG ($p > 0,05$). V štúdii, ktorú uskutočnili Sayegh et al. (2014) konzumácia bobúľ rakytníka zlepšila profil sérových lipidov u jedincov s vyšším kardiovaskulárnym rizikom. Podobne Guo et al. (2017) preukázali, že príjem rakytníkovej šťavy mal priaznivý účinok na klinicky relevantné krvné lipidy (T-C a TG) u hypercholesterolemických jedincov, najmä počas krátkeho obdobia (< 2 mesiace). Iné štúdie však nepozorovali pozitívny vplyv konzumácie rakytníka u osôb na kardiovaskulárne zdravie (Larmo et al., 2013; Suomela et al., 2006). Obezita je vyvolaná chronickým zápalom nízkeho stupňa, ktorý môže pôsobiť synergicky s oxidačným stresom. Teda príjem ovocia a rastlinných extraktov s vysokým obsahom antioxidantných fytochemikálií má dôležitú aktivitu proti obezite (Turner-McGrievy et al., 2017). Naše výsledky ukazujú, že konzumácia rakytníkovej šťavy viedla k významnému poklesu zápalových markerov, najmä ORM ($p < 0,001$) a CRP ($p < 0,05$). Pretrvávanie vysokých hodnôt CRP znamená vysoké riziko budúcej kardiovaskulárnej choroby, pretože je

lineárny vzťah medzi kardiovaskulárnym rizikom a koncentráciou CRP v celom rozsahu hodnôt (Ridker, 2007). Znížená hladina CRP naznačuje, že výživová intervencia môže znížiť zápalové procesy v ľudskom tele, čo môže mať priaznivý vplyv na zníženie rizika KVO (Ridker et al., 2002). Protizápalový účinok ovocia je pravdepodobne spôsobený synergickým účinkom flavonoidov a vitamínu C (Wannamethee et al., 2006).

Tabuľka 3: Vplyv konzumácie rakytníkovej šťavy na lipidový profil a zápalové markery

Parameter	1. meranie	2. meranie	p-hodnota
T-C	5,78 ± 0,71	5,77 ± 0,84	> 0,05
LDL-C	3,72 ± 0,73	3,56 ± 0,91	> 0,05
HDL-C	1,67 ± 0,20	1,78 ± 0,34	> 0,05
TG	0,85 ± 0,19	0,95 ± 0,40	> 0,05
CRP	4,55 ± 0,97	3,94 ± 0,47	0,0245
ORM	0,84 ± 0,15	0,53 ± 0,16	< 0,001
IL-6	7,78 ± 1,01	7,41 ± 0,82	> 0,05

Vysvetlivky: T-C (total cholesterol) – celkový cholesterol; LDL-C (low-density cholesterol) – cholesterol s nízkou hustotou; HDL-C (high-density cholesterol) – cholesterol s vysokou hustotou; TG (triglycerides) – triacylglyceroly; CRP (C-reactive protein) – C-reaktívny proteín; ORM (orosomucoid) – orosomukoid; IL-6 (interleukin 6) – interleukín 6

Záver

Nedávno množstvo klinických štúdií preukázalo špecifické biologické funkcie fytonutrientov z ovocia, ktoré môžu mať priaznivé účinky pri prevencii a/alebo liečbe obezity. Plody rakytníka sa nazývajú ovocie tretej generácie. Jednou z najzaujímavejších vlastností je, že rakytník rešetliakový obsahuje vysoké koncentrácie vitamínu C, karotenoidov, tokoferolov a ďalších bioaktívnych zlúčenín. Cieľom našej štúdie bolo zistiť, či dvojmesačná konzumácia 100 % rakytníkovej šťavy ovplyvní vybrané biochemické a antropometrické parametre žien. Získané výsledky podporujú hypotézu, že denná konzumácia rakytníkovej šťavy by mohla prispieť k priaznivým účinkom na zníženie rizika obezity. Štúdie o vplyve rakytníka na reguláciu hmotnosti sú obmedzené, preto je potrebných viac klinických a epidemiologických štúdií s väčším počtom respondentov, počas dlhšej doby, aby sa mohli vyvodiť jasnejšie závery o vplyve rakytníka v prevencii a manažmente obezity.

Literatúra

- Aguirre, L. et al. Effects of pterostilbene in brown adipose tissue from obese rats. 2016 *Journal of Physiology and Biochemistry*. vol. 73 no.3, pp. 457–464.
- Babiarczyk B, Turbiarz A. 20212. Body Mass Index in elderly people - do the reference ranges matter? *Progress in Health Sciences*. vol. 2, no. 1, p. 58-67.
- Barroso, T.A. et al. 2017. Association of central obesity with the incidence of cardiovascular diseases and risk factors. *International Journal of Cardiovascular Sciences*. vol. 30, no.5, p. 416–424.
- Cenkowski, S., Yakimishen, R., Przybylski, R., & Muir, W. E. 2006. Quality of extracted SB seed and pulp oil. *Canadian Biosystems Engineering*. vol. 48, p. 9-16.
- De Lorenzo A, Del Gobbo V, Premrov MG, Bigioni M, Galvano F, Di Renzo L. 2007. Normal-weight obese syndrome: early inflammation? *Am J Clin Nutr*. vol. 85, no. 1, p. 40-5. doi: 10.1093/ajcn/85.1.40

- Fan, J., Liu, Y., Yin, S., Chen, N., Bai, X., Ke, Q., Shen, J., Xia, M. 2019. Small dense LDL cholesterol is associated with metabolic syndrome traits independently of obesity and inflammation. *Nutrition & metabolism*. vol. 16, p. 1-9.
- Guo, X., Yang, B., Cai, W., Li, D. 2017. Effect of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) on blood lipid profiles: A systematic review and meta-analysis from 11 independent randomized controlled trials. *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 61, p. 1-10.
- Hasani-Ranjbar, S. et al. 2013. A systematic review of antiobesity medicinal plants – an update. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*. vol. 12, no. 1, p. 28.
- Chandra, S., Zafar, R., Dwivedi, P., Shinde, L. P., Prita, B. 2018. Pharmacological and nutritional importance of sea buckthorn (*Hippophae*). *The Pharma Innovation Journal*. vol. 7, p. 258–263.
- Cheng, J., Kondo, K., Suzuki, Y., Ikeda, Y., Meng, X., Umemura, K. 2003. Inhibitory effects of total flavones of *Hippophae Rhamnoides* L. on thrombosis in mouse femoral artery and in vitro platelet aggregation. *Life Sci.*, vol. 72, p. 2263–2271.
- Chong, M.F.F., Macdonald, R., Lovegrove, J.A. 2010. Fruit polyphenols and CDV risk: a review of human intervention studies. *Br. J. Nutr.* vol. 104, S28-S39.
- Jaśniewska, A., Diowski, A. 2021. Wide spectrum of active compounds in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) for disease prevention and food production. *Antioxidants*. vol. 10, p. 1279.
- Ji, M., Gong, X., Li, X., Wang, C., Li, M. 2020. Advanced Research on the Antioxidant Activity and Mechanism of Polyphenols from Hippophae Species-A Review. *Molecules*. vol. 25, p. 917.
- Jia, Q., Zhang, S., Zhang, H., Yang, X., Cui, X., Su, Z., Hu, P. 2020. A Comparative Study on Polyphenolic Composition of Berries from the Tibetan Plateau by UPLC-Q-Orbitrap MS System. *Chem Biodivers*. vol. 17, e2000033.
- Kim, S. et al. 2011. Resveratrol exerts anti-obesity effects via mechanisms involving down-regulation of adipogenic and inflammatory processes in mice. *Biochemical Pharmacology*, vol. 81, no. 11, p. 1343–51.
- Krejcarová, J., Straková, E., Suchý, P., Herzig, I., Karásková, K. 2015. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) as a potential source of nutraceuticals and its therapeutic possibilities - A review. *Acta Veterinaria Brno*. vol. 84, p. 257–268.
- Larmo, P.S., Kangas, A.J., Soinenen, P., Lehtonen, H.M., Suomela, J.P., Yang, B., Viikari, J., Ala-Korpela, M., Kallio, H.P. Effects of sea buckthorn and bilberry on serum metabolites differ according to baseline metabolic profiles in overweight women: a randomized crossover trial. *Am J Clin Nutr*. 2013, 98, 941–51.
- Loo, B.M., Erlund, I., Koli, R., Puukka, P., Hellström, J., Wähälä, K., Mattila, P., Jula, A. 2016. Consumption of chokeberry (*Aronia mitschurinii*) products modestly lowered blood pressure and reduced low-grade inflammation in patients with mildly elevated blood pressure. *Nutr Res*. vol. 36, no. 11p. 1222-1230.
- Nazir, A., Wani, S., Gani, A., Masoodi, F.A., Haq, E., Mir, S.A., Riyaz, U. 2013. Nutritional, antioxidant and antiproliferative properties of persimmon (*Diospyros kaki*)-a minor fruit of J&K India. *International Journal of Advanced Research*. vol. 1, p. 545-554.
- Olas, B., Kontek, B., Szczesna, M., Grabarczyk, L., Stochmal, A., Zuchowski, J. 2017. Inhibition of blood platelet adhesion by phenolics' rich fraction of *Hippophae rhamnoides* L. fruits. *J Physiol Pharmacol*. vol. 68, p. 223–229.

- Paraiso, A.F. et al. 2019. Oral gallic acid improves metabolic profile by modulating SIRT1 expression in obese mice brown adipose tissue: A molecular and bioinformatic approach. *Life Sciences*, vol. 237, p. 116914. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2019.116914>
- Patel, C.A., Divakar, K., Santani, D., Solanki, H.K., Thakkar, J.H. 2012. Remedial Prospective of *Hippophae rhamnoides* Linn. (Sea Buckthorn). *ISRN Pharmacol.* 436857.
- Patil, S., Chaudhary, A. 2016. Unexplored therapeutic treasure of Himalayan sea buckthorn berry: An opportunity for rejuvenation applications in Ayurveda. *International Journal of Green Pharmacy*. vol. 4, S164.
- Pundir, S., Garg, P., Dviwedi, A., Ali, A., Kapoor, V.K., Kapoor, D., Kulshrestha, S., Lal, U.R., Negi, P. 2021. Ethnomedicinal uses, phytochemistry and dermatological effects of *Hippophae rhamnoides* L.: A review. *J. Ethnopharmacol.* vol. 266, p. 113434.
- Ren, Q.C., Li, X.H., Li, Q.Y., Yang, H.L., Wang, H.L., Zhang, H., Zhao, L., Jiang-Yong, S.L., Meng, X.L., Zhang, Y., Shen, X.F. 2019. Total flavonoids from sea buckthorn ameliorates lipopolysaccharide/cigarette smoke-induced airway inflammation. *Phytother Res.* vol. 33, p. 2102–2117.
- Ridker, P.M., Buring, J.E., Cook, N.R., Rifai, N. 2003. C-reactive protein, the metabolic syndrome, and risk of incident cardiovascular events. *Circulation*. vol. 107, p. 391–397.
- Ridker, P.M., Hennekens, Ch., Buring, J.E., Rifai, N. 2002. C-reactive protein and other markers of inflammation in the prediction of cardiovascular disease in women. *N Engl J Med*. vol. 342, p. 836–843. doi:10.1056/NEJM200003233421202.
- Rodriguez-Roque, M.J., Rojas-Grau, M.A., Elez-Martinez, P., Martin-Belloso, O. 2014. In vitro bioaccessibility of health-related compounds as affected by the formulation of fruit juice- and milk-based beverages. *Food Res. Int.* vol. 62, p. 771–778.
- Sayegh, M., Miglio, C., & Ray, S. 2014. Potential cardiovascular implications of Sea Buckthorn berry consumption in humans. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, vol. 65, no. 5, p. 521–528.
- Sikora J, Broncel M, Markowicz M, Chałubiński M, Wojdan K, Mikiciuk-Olasik E. 2012. Short-term supplementation with *Aronia melanocarpa* extract improves platelet aggregation, clotting, and fibrinolysis in patients with metabolic syndrome. *Eur J Nutr.* vol. 51, no. 5, p. 549–56.
- Singh, G.M., Micha, R., Khatibzadeh, S., Shi, P., Lim, S., Andrews, K.G., Engell, R.E., Ezzati, M., Mozaffarian, D. 2015. Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group (NutriCoDE). Global, Regional, and National Consumption of Sugar-Sweetened Beverages, Fruit Juices, and Milk: A Systematic Assessment of Beverage Intake in 187 Countries. *PLoS One*. vol. 10, e0124845.
- Soppert, J., Lehrke, M., Marx, N., Jankowski, J., Noels, H. 2020. Lipoproteins and lipids in cardiovascular disease: from mechanistic insights to therapeutic targeting. *Adv. Drug. Deliv. Rev.* vol. 159, p. 4–33.
- Suomela, J.P., Ahotupa, M., Yang, B., Vasankari, T., Kallio, H. 2006. Absorption of flavonols derived from sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) and their effect on emerging risk factors for cardiovascular disease in humans. *J. Agric. Food. Chem.* vol. 54, p. 7364–7369.
- Teleszko, M., Wojdyło, A., Rudzińska, M., Oszmiański, J., Golis, T. 2015. Analysis of Lipophilic and Hydrophilic Bioactive Compounds Content in Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) Berries. *J. Agric. Food Chem.* vol. 63, p. 4120–4129.
- Turner-McGrievy, G., Mandes, T., Crimarco, A. 2017. A plant-based diet for overweight and obesity prevention and treatment. *Journal of Geriatric Cardiology*, vol. 14, no. 5, p. 369–374.

Vilas-Franquesa, A., Saldo, J., Juan, B. 2020. Potential of sea buckthorn-based ingredients for the food and feed industry – a review. *Food Production, Processing and Nutrition*. vol. 2, p. 2–17.

Wang, L., Wei, Y., Ning, C., Zhang, M., Fan, P., Lei, D., Du, J., Gale, M., Ma, Y., Yang, Y. 2019. Ellagic acid promotes browning of white adipose tissues in high-fat diet-induced obesity in rats through suppressing white adipocyte maintaining genes. *Endocr. J.* vol. 66, p. 923–936.

Wannamethee, S.G., Lowe, G.D., Rumley, A., Bruckdorfer, K.R., Whincup, P.H. 2002. Associations of vitamin C status, fruit and vegetable intakes, and markers of inflammation and hemostasis. *Am. J. Clin. Nutr.* vol. 83, p. 567–74.

Yang, B., Kallio, H. 2002. Supercritical Co-extracted sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) oils as new food ingredients for cardiovascular health. *Proc. Health Ingrid.* vol. 17, p. 7.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená projektom VEGA 1/0304/23 Modulačné účinky etnofarmaceutík v terapii metabolických ochorení.

Kontaktná adresa

Ing. Jana Kopčeková, PhD., Ústav výživy a genomiky, FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jana.kopcekova@uniag.sk

Hematologické a zápalové markery a konzumácia aróniovej šťavy u žien

Haematological and inflammatory markers and consumption of chokeberry juice in women

Kopčeková, J., Fatrcová-Šramková, K., Lukáčová, K.

Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská
poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Cieľom výskumu bolo zhodnotiť účinky dvojmesačnej konzumácie aróniovej šťavy – šťavy z plodov arónie čiernoplodej na vybrané hematologické a zápalové parametre u 20 žien v postmenopauzálnom období, ktoré konzumovali 100% šťavu z arónie (50 ml/deň), bohatú na polyfenoly, ako doplnok ich každodennej stravy. Hematologické a zápalové parametre boli stanovené na začiatku klinickej štúdie, po 4 a 8 týždňoch konzumácie. Skúmali sme hladinu železa, hemoglobínu, hematokritu, leukocytov, erytrocytov, trombocytov, stredného korpuskulárneho objemu, strednej hmotnosti hemoglobínu v červených krvinkách, strednej korpuskulárnej koncentrácie hemoglobínu, absolútneho počtu lymfocytov, absolútneho počtu neutrofilov, šírky distribúcie červených krviniek v % a hladiny šírky distribúcie krvných doštičiek. Pri hematologických a zápalových parametroch bol pozorovaný štatisticky významný rozdiel ($p < 0,05$), pri hladinách železa došlo k poklesu hodnôt z 16,71 na 12,81 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, ďalej sme zistili nárast leukocytov z 6,12 na $6,59 \cdot 10^9 \cdot \text{l}^{-1}$, nárast erytrocytov z 4,24 na $4,34 \cdot 10^{12} \cdot \text{l}^{-1}$, pokles trombocytov z 257,05 na $242,90 \cdot 10^9 \cdot \text{l}^{-1}$, pokles stredného korpuskulárneho objemu z 90,72 na 89,72 fl a nárast absolútneho počtu lymfocytov z 2,33 na $2,71 \cdot 10^9 \cdot \text{l}^{-1}$. Zaznamenali sme síce nárast leukocytov a lymfocytov, ale preukazný pokles C-reaktívneho proteínu a orosomukoidu ($p < 0,05$). Pri hladine interleukínu-6 sme nezaznamenali preukaznú zmenu ($p > 0,05$). Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na vybrané hematologické parametre je málo preskúmanou témou, a preto je potrebné vykonať rozsiahlejšie štúdie.

Kľúčové slová: arónia čiernoplodá, aróniová šťava, hematologické parametre, hematologický profil, zápalové parametre, krv

Abstract

The aim of the research was to evaluate the effects of a two-month consumption of chokeberry juice – juice from black chokeberry fruit on selected haematological and inflammatory parameters in 20 postmenopausal women who consumed 100% chokeberry juice (50 ml/day) rich in polyphenols, as a supplement to their daily diet. Haematological and inflammatory parameters were determined at the beginning of the clinical study, after 4 and 8 weeks of consumption. Iron, hemoglobin, hematocrit, leukocytes, erythrocytes, platelets, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin mass, mean corpuscular hemoglobin concentration, mean corpuscular hemoglobin concentration, absolute lymphocyte count, absolute neutrophil count, % red blood cell distribution width, and platelet distribution width level were examined. Statistically significant difference ($p < 0.05$) was observed in hematological and inflammatory parameters, there was a decrease in iron levels from 16.71 to 12.81 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, further we observed an increase in leukocytes from 6.12 to $6.59 \cdot 10^9 \cdot \text{l}^{-1}$, an increase in erythrocytes from 4.24 to $4.34 \cdot 10^{12} \cdot \text{l}^{-1}$, a decrease in platelets from 257.05 to $242.90 \cdot 10^9 \cdot \text{l}^{-1}$, a decrease in mean

corpuscular volume from 90.72 to 89.72 fl and an increase in absolute lymphocyte count from 2.33 to $2.71 \cdot 10^9 \cdot l^{-1}$. Although there was an increase in leukocytes and lymphocytes, but a demonstrable decrease in C-reactive protein and orosomucoid ($p < 0.05$). We did not observe a demonstrable change in interleukin-6 levels ($p > 0.05$). The effect of chokeberry juice consumption on selected hematological parameters is an understudied topic, and larger studies are needed.

Keywords: *black chokeberry, chokeberry juice, hematological parameters, hematological profile, inflammatory parameters, blood*

Úvod

Využitiu arónie čiernoplodej (*Aronia melanocarpa*) v prevencii a liečbe rôznych chorôb venujú výskumníci a spotrebitelia v súčasnosti osobitnú pozornosť. Vďaka vysokému obsahu rôznych bioaktívnych zložiek, ako sú vitamíny, minerálne látky a polyfenolové zlúčeniny, vykazujú bobule a listy *Aronia melanocarpa* široké spektrum pozitívnych zdravotných účinkov (Szopa et al., 2017). Okrem vysokej antioxidačnej kapacity majú hlavné polyfenolové zložky *Aronia melanocarpa* aj protizápalové, protirakovinové, antimikrobiálne, antivírusové, antidiabetické, antiaterosklerotické a hypotenzívne vlastnosti (Borowska et al., 2016). Predpokladá sa, že polyfenoly zohrávajú preventívnu úlohu pri rozvoji rakoviny a kardiovaskulárnych chorôb (Oszmiański et al., 2005). Plody čiernej, tmavofialovej a červenej farby sú všeobecne uznávané ako cenný zdroj antokyánov, najrozšírenejších prírodných pigmentov v rastlinnej ríši, a preto sa používajú ako bezpečné a prirodzené farbivo potravín s vlastnosťami prospešnými pre zdravie (Li et al., 2017). Najviac zastúpené fytochemikálie v aróniovej šťave sú kyselina ferulová, rutín, kyselina benzoová, kyselina kávová, kyselina kumarová, resveratrol, kyselina chlorogénová, kvercetín a vitamín C (Gralec et al., 2019). Polyfenoly sú nositeľmi charakteristickej chuti, vône, farby, nutričnej hodnoty a antioxidačnej aktivity (Robards et al., 1999). Význam arónie čiernoplodej z hľadiska výživy spočíva v mnohých fyziologických účinkoch (Jurikova et al., 2017).

Konzumácia aróniovej šťavy a jej vplyv na zdravotné a nutričné parametre u rôznych populačných skupín je málo preskúmanou témou.

Cieľom výskumu bolo zhodnotiť účinky dvojmesačnej konzumácie šťavy z plodov arónie čiernoplodej na vybrané hematologické a zápalové parametre u žien.

Materiál a metodika

Do štúdie bolo zaradených 20 žien bez závažných zdravotných ochorení v produktívnom veku v postmenopauzálnom období od 40 do 63 rokov, s priemerným vekom $50,85 \pm 5,41$ rokov, ktoré sa zúčastnili 8-týždňového intervenčného programu s cieľom vyhodnotiť vplyv konzumácie 100% aróniovej šťavy na hematologické a zápalové parametre. Probandky boli v produktívnom veku, v období menopauzy alebo v postmenopauzálnom období. Hmotnosť probandiek bola $75,34 \pm 10,71$ kg. Šťava z arónie od spoločnosti ZAMIO s.r.o., Trhovište, SR bola vyrobená v bio kvalite, lisovaná za studena, stabilizovaná len pasterizáciou a bez chemických konzervantov. Štúdia bola vykonaná v súlade s Helsinskou deklaráciou, schválená etickou komisiou v Špecializovanej nemocnici sv. Svorada Zobor, n. o. Nitra, SR (č. protokolu 3/101921/2021) a realizovaná na Ústave výživy a genomiky FAPZ SPU v Nitre. Dobrovoľníčky konzumovali 50 ml 100% aróniovej komerčnej šťavy podľa odporúčania výrobcu po dobu 8 týždňov ako súčasť bežnej stravy. Účastníčky boli poučené, aby si počas štúdie zachovali svoje bežné stravovacie návyky, zdržali sa konzumácie nutričných

doplnkov a nemodifikovali svoju fyzickú aktivitu. Pred začatím, po 4 a 8 týždňoch konzumácie aróniovej šťavy bola probandkám štandardným spôsobom odobratá nalačno venózna krv a podstúpili antropometrické merania. Hodnoty získané na začiatku štúdie boli použité ako kontrola. Vzorky krvi boli odobraté z periférnej žily v laktovej jamke ráno nalačno medzi 7:00 a 9:00 hodinou štandardným spôsobom pomocou odberovej vákuovej skúmavky obsahujúcej kyselinu etyléndiamíntetraoctovú (EDTA), (2,7 ml) alebo separačný gél (7,5 ml), kvalifikovaným personálom. Všetky analýzy boli uskutočnené v deň odberov krvi v akreditovanom laboratóriu Špecializovanej nemocnice Zobor, Nitra. Hematologické parametre boli sledované na automatickom hematologickom analyzátore SYSMEX KX 21N (Sysmex Corporation Kobe, Japan) podľa pokynov výrobcu a zápalové parametre na biochemickom analyzátore BioMajesty JCA-BM6010/C (JEOL Ltd., Tokyo, Japan) pomocou komerčných setov DiaSys (Diagnostic Systems GmbH, Holzheim, Nemecko). Pri hematologickom vyšetrení sme sledovali nasledovné parametre: hladiny železa (Fe), hodnoty hemoglobínu (Hb), hematokritu (Hct), leukocytov (Leu), erytrocytov (Ery), trombocytov (Tr), stredného korpuskulárneho objemu (MCV), strednej hmotnosti hemoglobínu v červených krvinkách (MCH), strednej korpuskulárnej koncentrácie hemoglobínu (MCHC), absolútneho počtu lymfocytov (Lym ABS), absolútneho počtu neutrofilov (Neut ABS), šírky distribúcie červených krviniek v % (Rdw-cv) a hladiny šírky distribúcie krvných doštičiek (Pdw). Analyzované boli zápalové parametre: C-proteín (CRP), orosomukoid (OSM), interleukín-6 (IL-6). Údaje boli vyjadrené ako priemerné hodnoty \pm štandardná odchýlka (SD). Štatistická signifikancia rozdielov medzi jednotlivými meraniami bola vyhodnotená pomocou párového t-testu, pričom hodnota $p < 0,05$ bola považovaná za štatisticky významnú. Tab. 1. uvádza zloženie aróniovej šťavy (z etikety).

Tabuľka 1: Zloženie aróniovej šťavy

Parameter	Obsah v 100 ml aróniovej šťavy
Energia (kJ)	341,10
Tuky (g)	0,76
z toho nasýtené MK (g)	0,30
Sacharidy (g)	18,21
z toho cukry (g)	1,53
Bielkoviny (g)	0,20
Vláknina (g)	0,00
Soľ (g)	0,00

Výsledky a diskusia

V rámci skúmania vybraných zdravotných parametrov sme zhodnotili hematologické a zápalové ukazovatele.

Hematologické markery:

Priemerná hodnota **železa** bola po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy $16,71 \pm 9,22 \mu\text{mol.l}^{-1}$; pri druhom odbere hodnoty stúpili na $16,75 \pm 8,06 \mu\text{mol.l}^{-1}$ a po skončení štúdie priemerná hodnota klesla na $12,81 \pm 6,19 \mu\text{mol.l}^{-1}$. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo železa v krvi bol medzi 1. a 3. odberom štatisticky preukazný ($p < 0,05$). Milutinović et al. (2019) v štúdií tiež potvrdili zníženie hladín železa po prijme aróniovej šťavy. Naopak Skarpańska-Stejnborn et al. (2014) v štúdií, ktorá trvala 6 týždňov, potvrdili, že suplementácia šťavou z arónie mala významný vplyv na zvýšenie hladiny železa ($p < 0,05$), čo môže byť z dôvodu vyššieho

množstva konzumácie šťavy (150 ml/deň). Nedostatok železa – anémia je celosvetovo najbežnejší nedostatok výživy, ktorý spôsobuje extrémnu únavu a závraty. Postihuje všetky vekové kategórie, pričom deti, ženy, ktoré sú tehotné alebo majú menštruáciu, patria medzi osoby s najvyšším rizikom (O'Farrill-Santoscoy et al., 2013).

V prípade hladiny **hemoglobínu** bola po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy priemerná hodnota $128,5 \pm 10,41 \text{ g.l}^{-1}$; pri druhom odbere hodnoty stúpila na $132,55 \pm 10,30 \text{ g.l}^{-1}$ a po skončení štúdie klesla na $127,35 \pm 11,7 \text{ g.l}^{-1}$. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo hemoglobínu v krvi bol medzi 1. a 3. odberom štatisticky nepreukazný ($p > 0,05$). Aby sa zabezpečilo dostatočné okysličenie tkaniva, musí sa udržiavať dostatočná hladina hemoglobínu. Hemoglobín je proteín obsiahnutý v červených krvinkách, ktorý je zodpovedný za dodávku kyslíka do tkanív (Bamberg et al., 2008).

Pri hodnotách **hematokritu** bola po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy priemerná hodnota $0,38 \pm 0,03$; pri druhom odbere boli hodnoty rovnaké; a po skončení štúdie priemerná hodnota klesla na $0,39 \pm 0,03$. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo hematokritu v krvi bol medzi 1. a 3. odberom štatisticky nepreukazný ($p > 0,05$). Milutinović et al. (2019) zaznamenali výrazné zmeny hladín hematokritu. Tento odlišný výsledok môže byť spôsobený tým, že probandi konzumovali 150 ml šťavy denne po dobu 3 mesiacov. Klinicky sa hematokrit používa na identifikáciu anémie a polycytémie spolu s ďalšími parametrami (napr. počet červených krviniek, koncentrácia Hb) (Malenica et al., 2017).

V prípade **leukocytov** bola po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy priemerná hodnota $6,12 \pm 1,40 \cdot 10^9 \cdot \text{l}^{-1}$; pri druhom odbere stúpila na $6,77 \pm 1,80 \cdot 10^9 \cdot \text{l}^{-1}$ a po skončení štúdie klesla na $6,59 \pm 1,79 \cdot 10^9 \cdot \text{l}^{-1}$. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo leukocytov v krvi bol medzi 1. a 3. odberom štatisticky preukazný ($p < 0,05$).

Pri skúmaní **erytrocytov** bola po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy priemerná hodnota $4,24 \pm 0,32 \cdot 10^{12} \cdot \text{l}^{-1}$; pri druhom odbere klesla na $4,22 \pm 0,28 \cdot 10^{12} \cdot \text{l}^{-1}$ a po skončení štúdie priemerná hodnota stúpila na $4,34 \pm 0,31 \cdot 10^{12} \cdot \text{l}^{-1}$. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo erytrocytov v krvi bol medzi 1. a 3. odberom štatisticky preukazný ($p < 0,05$). Počet erytrocytov sa po skončení štúdie preukazne zvýšil. Zvýšené hladiny erytrocytov po prijme aróniovej šťavy zaznamenali aj Milutinović et al. (2019). Manthou et al. (2017) v štúdiu so šťavou z granátového jablka (500ml/deň) počas dvoch týždňov zaznamenali zvýšenie hladín červených krviniek u zdravých probandov. Šťava z granátového jablka obsahuje vysokú koncentráciu polyfenolov ako aj šťava z arónie.

Pri **trombocytoch** bola po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy priemerná hodnota $257,05 \pm 63,04 \cdot 10^9 \cdot \text{l}^{-1}$; pri druhom odbere klesla na $229,65 \pm 57,77 \cdot 10^9 \cdot \text{l}^{-1}$ a po skončení štúdie stúpila na $242,90 \pm 59,67 \cdot 10^9 \cdot \text{l}^{-1}$. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo trombocytov v krvi medzi 1. a 3. odberom bol štatisticky preukazný ($p < 0,05$). Funkcia krvných doštičiek súvisí s hemostázou, prevenciou a kontrolou krvácania. Účinok odpovede krvných doštičiek je zastavenie krvácania a vytvorenie miesta vznikajúcej krvnej zrazeniny (trombus). Nedostatok krvných doštičiek znižuje odolnosť kapilárnych stien a dochádza k abnormálnemu krvácaniu z kapilár, či už spontánne alebo v dôsledku menšieho poranenia. Krvné doštičky sú významné pre normálnu zrážanlivosť krvi a spôsobujú zmršťovanie alebo stiahnutie zrazeniny po jej vytvorení (Periayah et al., 2017).

Stredný korpuskulárny objem mal po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy priemernú hodnotu $90,72 \pm 4,55 \text{ fl}$; pri druhom odbere hodnoty stúpili na

90,41 ± 4,73 fl a po skončení štúdie priemerná hodnota klesla na 89,72 ± 4,88 fl. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo MCV v krvi bol medzi 1. a 3. odberom štatisticky preukazný ($p < 0,05$).

Pri strednej hmotnosti hemoglobínu v červených krvinkách (MCH) bola po prvom odbere priemerná hodnota 30,34 ± 2,25 pg; pri druhom odbere stúpila na 31,44 ± 2,11 pg a po skončení štúdie klesla na 29,39 ± 2,16 pg. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo MCH v krvi medzi 1. a 3. odberom bol štatisticky nepreukazný ($p > 0,05$).

Stredná korpuskulárna koncentrácia hemoglobínu (MCHC) mala z troch meraní počas klinickej štúdie priemerné hodnoty: po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy 334,050 ± 11,157 g.l⁻¹; pri druhom odbere hodnoty stúpili na 347,350 ± 8,524 g.l⁻¹ a po skončení štúdie klesli na 327,200 ± 8,847 g.l⁻¹. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo MCHC v krvi bol medzi 1. a 3. odberom štatisticky nepreukazný ($p > 0,05$).

Absolútny počet lymfocytov (Lym ABS) bol nasledovný: po prvom odbere pred začiatkom konzumácie bola priemerná hodnota 2,33 ± 0,56.10⁹.l⁻¹; pri druhom odbere hodnoty stúpili na 2,59 ± 0,79.10⁹.l⁻¹ a po skončení štúdie stúpili na 2,71 ± 0,80.10⁹.l⁻¹. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo Lym ABS v krvi bol medzi 1. a 3. odberom štatisticky preukazný ($p < 0,05$).

Absolútny počet neutrofilov (Neut ABS): Po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy bola priemerná hodnota 3,26 ± 0,88.10⁹.l⁻¹; pri druhom odbere stúpila na 3,57 ± 1,05.10⁹.l⁻¹ a po skončení štúdie priemerná hodnota klesla na 3,31 ± 1,10.10⁹.l⁻¹. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo Neut ABS v krvi bol medzi 1. a 3. odberom štatisticky nepreukazný ($p > 0,05$).

Šírka distribúcie červených krviniek v % (Rdw-cv): Po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy bola priemerná hodnota 13,14 ± 0,91 %; pri druhom odbere klesla na 13,05 ± 0,69 % a po skončení štúdie klesla na 12,94 ± 0,57 %. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo Rdw-cv v krvi medzi 1. a 3. odberom bol štatisticky nepreukazný ($p > 0,05$).

Šírka distribúcie krvných doštičiek (Pdw): Po prvom odbere bola priemerná hodnota 14,06 ± 1,99 fl; pri druhom odbere hodnoty klesli na 13,64 ± 2,35 fl a po skončení štúdie priemerná hodnota stúpila na 14,23 ± 2,81 fl. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo Pdw v krvi bol medzi 1. a 3. odberom štatisticky nepreukazný ($p > 0,05$).

Zápalové markery:

C-reaktívny proteín (CRP): Po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy bola priemerná hodnota 4,98 ± 1,36 mg.l⁻¹; pri druhom odbere hodnoty klesli na 4,92 ± 1,58 mg.l⁻¹ a po skončení štúdie priemerná hodnota klesla na 4,15 ± 1,15 mg.l⁻¹. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo CRP v krvi medzi 1. a 3. odberom sme zhodnotili ako štatisticky preukazný ($p < 0,05$).

Orosomukoid (OSM): Po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy bola priemerná hodnota 0,88 ± 0,22 g.l⁻¹ a po skončení štúdie klesla na 0,58 ± 0,23 g.l⁻¹. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo orosomukoidu v krvi medzi odbermi bol štatisticky preukazný ($p < 0,05$).

Interleukín-6 (IL-6): Po prvom odbere pred začiatkom konzumácie aróniovej šťavy bola priemerná hodnota 7,10 ± 1,23 pg.ml⁻¹ a po skončení štúdie priemerná hodnota stúpila na 7,22 ± 1,60 pg.ml⁻¹. Vplyv konzumácie aróniovej šťavy na množstvo orosomukoidu v krvi medzi odbermi bol štatisticky nepreukazný ($p > 0,05$).

V súčasnosti existuje málo štúdií, ktoré sledovali vplyv konzumácie aróniovej šťavy na hematologické parametre. Výskumy sa zameriavajú predovšetkým na sledovanie vplyvu antropometrických a biochemických parametrov.

Literárne údaje poukazujú na asociáciu niektorých hematologických parametrov, ako je počet bielych krviniek a *diabetes mellitus* 2. typu, mikrovaskulárne a makrovaskulárne komplikácie, koronárne ochorenie tepien a cievna mozgová príhoda. Bolo preukázané, že zvýšenie diferenciálneho počtu buniek, eozinofilov, neutrofilov a monocytov viedlo k zvýšenému výskytu ochorení koronárnych artérií. V organizme neutrofilov migrujú do oblastí infekcie alebo poškodenia tkaniva (Dahdah et al., 2022). Zúčastňujú sa akútnej zápalovej reakcie na bakteriálnu infekciu a odstraňovania baktérií fagocytózou (Muller, 2013). V našom výskume sme zaznamenali mierne zvýšenie počtu neutrofilov z $3,26 \pm 0,88 \cdot 10^9 \cdot l^{-1}$ na $3,31 \pm 1,10 \cdot 10^9 \cdot l^{-1}$. Tieto zmeny však nie sú štatisticky významné ($p > 0,05$). Lymfocyty sú cirkulujúce imunokompetentné bunky, ktoré si vyvinuli schopnosť rozpoznávať a reagovať na antigény (Tigner et al., 2022). Lymfocyty regulujú alebo sa podieľajú na získaní imunity voči cudzím bunkám a antigénom. Primárnou funkciou lymfocytov je chrániť organizmus pred cudzími mikroorganizmami. Túto základnú úlohu vykonávajú T-lymfocyty a B-lymfocyty, ktoré často pôsobia spoločne (Karasuyama et al., 2011). Naše výsledky poukázali na preukázane významné zvýšenie absolútneho počtu lymfocytov.

Pokles hodnôt bielych krviniek a počet lymfocytov môže naznačovať zníženie zápalového procesu. Tieto účinky by mohli súvisieť s antioxidantnými a protizápalovými vlastnosťami prípravkov z arónie, oxidačným stresom a zápalovými procesmi, ktoré prispievajú k rozvoju diabetu, metabolického syndrómu a kardiovaskulárnych ochorení (Olechno et al., 2022). Zaznamenali sme síce nárast leukocytov a lymfocytov, na druhej strane však preukazný pokles CRP a orosomukoidu, pri hladine IL-6 sme nezaznamenali preukaznú zmenu. CRP hodnoty sa počas štúdie znížili u všetkých probandiek.

V oblasti výskumu vplyvu konzumácie arónie čiernoplodej na hematologický profil je nedostatok dostupných informácií, s ktorými by bolo možné porovnanie vplyvu samotnej šťavy. Konzumáciou aróniovej šťavy v našom výskume boli v niektorých hematologických parametroch zaznamenané významné zmeny. V ďalších výskumoch vplyvu konzumácie aróniovej šťavy na hematologický profil odporúčame zvýšiť prijímané množstvo šťavy na 100 ml na deň a aj dĺžku trvania klinickej štúdie s pravidelným odberom krvi, hladinu hematologických parametrov je vhodné sledovať dlhšiu dobu.

Nadobudnuté výsledky z nášho výskumu poskytujú prvotné informácie o pôsobení aróniovej šťavy na vybrané hematologické parametre u žien v postmenopauzálnom období, zároveň poukazujú na potenciálne protizápalové účinky, ktoré však vyžadujú dodatočné analýzy.

Arónia čiernoplodá patrí medzi superpotraviny, a to vďaka vysokému obsahu zdraviu prospešných látok s mnohými pozitívnymi účinkami na náš organizmus.

Záver

Získané výsledky z nášho výskumu poskytujú prvotné informácie o pôsobení aróniovej šťavy na vybrané hematologické parametre u žien v postmenopauzálnom období, zároveň poukazujú na potenciálne protizápalové účinky, ktoré však vyžadujú dodatočné analýzy. Vplyv konzumácie šťavy z plodov arónie čiernoplodej na vybrané hematologické parametre je nedostatočne preskúmanou témou a z tohto dôvodu je potrebné vykonať ďalšie resp. rozsiahlejšie štúdie.

Literatúra

- Bamberg, R., Gwyn, T., Miller, J., Thompson, M., Transou, P. 2008. The effects of over-anticoagulated blood on hematocrit values by the microcentrifuge method. *Clinical Laboratory Science*, vol. 21, no. 3, p. 146-150.
- Borowska, S., Brzóška, 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, p. 982-1017. doi: 10.1111/1541-4337
- Dahdah, A., Johnson, J., Gopalkrishna, S., Jagers, R.M., Webb, D., Murphy, A.J., Hanssen N.M.J., Hanaoka B.Y., Nagareddy P.R. 2022. Neutrophil Migratory Patterns: Implications for Cardiovascular Disease. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, vol. 10, 795784. doi:10.3389/fcell.2022.795784
- Gralec, M., Wawer, I., Zawada, K. 2019. *Aronia melanocarpa* berries: Phenolics composition and antioxidant properties changes during fruit development and ripening. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, vol. 31, p. 214-221. doi: 10.9755/ejfa.2019.v31.i3.1921
- 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, p. 944. doi:/10.3390/molecules22060944
- Karasuyama, H., Obata, K., Wada, T., Tsujimura, Y., Mukai, K. 2011. Newly appreciated roles for basophils in allergy and protective immunity. *Allergy*, vol. 66, no. 9, p. 1133-1141. doi:10.1111/j.1398-9995.2011.02613.x
- Malenica, M., Prnjavorac, B., Bego, T., Dujic, T., Semiz, S., Skrbo, S., Gusic, A., Hadzic, A., Causevic, A. 2017. Effect of Cigarette Smoking on Haematological Parameters in Healthy Population. *Medical Archives*, vol. 71, no. 2, p. 132-136. doi:10.5455/medarh.2017.71.132-136
- Manthou, E., Georgakouli, K., Deli, C.K., Sotiropoulos, A., Fatouros, I.G., Kouretas, D., Haroutounian, S., Matthaiou, C., Koutedakis, Y., Jamurtas, A.Z. 2017. Effect of pomegranate juice consumption on biochemical parameters and complete blood count. *Experimental and Therapeutic Medicine*, vol. 14, no. 2, p. 1756-1762. doi: 10.3892/etm.2017.4690
- Milutinovic, M., Velickovic Radovanovic, R., Savikin, K., Radenkovic, S., Arvandi, M., Pesic, M., Kostic, M., Miladinovic, B., Brankovic, S., Kitic, D. 2019. Chokeberry juice supplementation in type 2 diabetic patients - impact on health status. *Journal of Applied Biomedicine*, vol. 17, no. 4, p. 218-224. doi:10.32725/jab.2019.020
- Muller, W.A. 2013. Getting leukocytes to the site of inflammation. *Veterinary Pathology*, vol. 50, n. 1, p. 7-22. doi:10.1177/0300985812469883
- O'Farrill-Santoscoy, F., O'Farrill-Cadena, M., Fragoso-Morales, L.E. 2013. Evaluación del tratamiento a mujeres embarazadas con anemia ferropénica [Evaluation of treatment of iron deficiency anemia in pregnancy]. *Ginecología y Obstetricia de México*, vol. 81, no. 7, p. 377-381. Spanish.
- Olechno, E., Puścion-Jakubik, A., Zujko, M.E. 2022. Chokeberry (*A. melanocarpa* (Michx.) Elliott) A Natural Product for Metabolic Disorders? *Nutrients*, vol. 14, no. 13, p. 2688. doi:10.3390/nu14132688

- Oszmiański, J., Wojdyło, A. 2005. Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. *European Food Research and Technology*, vol. 221, p. 809-813. doi:10.1007/s00217-005-0002-5
- Periyah, M.H., Halim, A.S., Mat Saad, A.Z. 2017. Mechanism Action of Platelets and Crucial Blood Coagulation Pathways in Hemostasis. *International Journal of Hematology-Oncology and Stem Cell Research*, vol. 11, no. 4, p. 319-327.
- Robards, K., Prenzler, P.D., Tucker, G., Swatsitang, P. Glover, W. 1999. Phenolic Compounds and Their Role in Oxidative Processes in Fruits. *Food Chemistry*, vol. 66, p. 401-436. doi:10.1016/S0308-8146(99)00093-X
- Skarpańska-Stejnborn, A., Basta, P., Sadowska, J., Pilaczyńska-Szcześniak, L. 2014. Effect of supplementation with chokeberry juice on the inflammatory status and markers of iron metabolism in rowers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, vol. 11, no. 1, p. 48. doi:10.1186/s12970-014-0048-5
- Szopa, A., Kokotkiewicz, A., Kubica, P. et al. 2017. Comparative analysis of different groups of phenolic compounds in fruit and leaf extracts of Aronia sp.: A. melanocarpa, A. arbutifolia, and A. prunifolia and their antioxidant activities. *European Food Research and Technology*, vol. 243, p. 1645-1657. doi:10.1007/s00217-017-2872-8
- Tigner, A., Ibrahim, S.A., Murray, I.V. 2024. Histology, White Blood Cell. [Updated 2022 Nov 14]. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563148/>

Pod'akovanie

Táto práca bola podporená projektom VEGA 1/0304/23 Modulačné účinky etnofarmaceutík v terapii metabolických ochorení.

Kontaktná adresa

Ing. Jana Kopčeková, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Ústav výživy a genomiky, Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jana.kopcekova@uniag.sk

Bezpečnostné a kvalitatívne aspekty mrazených a sterilizovaných čučoriedok

Safety and quality aspects of frozen and sterilized blueberries

Kováčová, M., Zahumenská, J., Dudriková, E.

Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita
veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

Súhrn

Cieľom tejto práce bolo identifikovať mikrobiologickú bezpečnosť a senzorické vlastnosti, ktoré môžu predpovedať spotrebiteľskú prijateľnosť kvality konzumácie čučoriedok. V práci boli analyzované vzorky mrazených a sterilizovaných čučoriedok ($n = 3/3/3$; A1-A3 – mrazené čučoriedky; B1-B3 – sterilizované čučoriedky). Samostatne sa analyzoval nálev sterilizovaných čučoriedok (C1-C3). Kontrola mikrobiálnej kvality je veľmi dôležitým nástrojom používaným v potravinárskom priemysle na prevenciu chorôb z potravín. Mikrobiologický rozbor bol zameraný na prítomnosť koliformných mikroorganizmov a mikroskopických vláknitých húb. Kontrola vyšetovaných vzoriek skončila s veľmi dobrým hodnotením, okrem jednej vzorky (A3) mrazených čučoriedok, ktorá síce podľa platnej legislatívy splnila limity, no spomedzi testovaných množstiev dopadla najhoršie. Senzorické vlastnosti (vzhľad a farba, konzistencia, chuť a vôňa) sa u jednotlivých analyzovaných vzoriek mrazených a sterilizovaných čučoriedok výrazne líšili.

Kľúčové slová: *kvalita, čučoriedky, mrazenie, sterilizácia, senzorická analýza, mikrobiologická nezávadnosť*

Abstract

The focus of this work was to identify microbiological safety and sensory characteristics that can predict consumer acceptability of blueberry consumption quality. The work analyzed samples of frozen and sterilized blueberries ($n = 3/3/3$; A1-A3 – frozen blueberries; B1-B3 – sterilized blueberries). Pickling of sterilized blueberries was also analyzed separately (C1-C3). Control of microbial quality is very important tool used in the food industry to prevent foodborne diseases. The microbiological analysis was focused on the presence of coliform microorganisms and moulds. The inspection of all samples ended up with a very good rating, except for one sample (A3) of frozen blueberries, which, although it met the limits according to the applicable legislation, it had the worst results among the tested samples. Sensory characteristics (appearance and color, consistency, taste and aroma) differed significantly in the individual analyzed samples of frozen and sterilized blueberries.

Key words: *quality, blueberries, freezing, sterilization, sensory analysis, microbiological safety.*

Úvod

Brusnica čučoriedková (*Vaccinium myrtillus*), hovorovo čučoriedka je jedinečné bobuľové ovocie, ktoré sa v prírode vyskytuje vo viacerých druhoch. Čučoriedky sú bohaté na živiny a majú nízky obsah kalórií, čo z nich robí vynikajúcu súčasť zdravej výživy. Obsahujú vysoký podiel vody (až 85 %), no napriek tomu sú výborným zdrojom vlákniny, vitamínov a minerálov. Z vitamínov je najvýznamnejší obsah vitamínu C, K a B. Medzi minerálmi dominuje draslík, horčík, vápnik, železo, fosfor a sodík (Vozár

a kol., 2020; Zia and Alibas, 2021). V plodoch sa nachádzajú aj ďalšie cenné zložky ako triesloviny, pektín, myrtillin, sacharidy, z ktorých väčšinu tvorí fruktóza. Z organických kyselín plody obsahujú kyseliny citrónovú, jablčnú, šťaveľovú. Množstvo účinných látok, ktoré sa nachádzajú v listoch a plodoch sa líši podľa podmienok, času zberu a miesta, kde brusnica čučoriedková rastie (Dušková a Kopřiva, 2020; Pamplona-Roger, 2003; Paprštejn a Pulkrab, 2009). Obsahuje tiež hydrochinon, ktorý v nadmernom množstve vedie k chronickej otrave (Janča a Zentrich, 1994). Plody obsahujú málo tuku a bielkovín. Čučoriedky sú výnimočné nielen pre svoju chuť, ale aj pre svoje liečebné vlastnosti. Vďaka vysokému obsahu antioxidantov, najmä antokyanínov, pomáhajú neutralizovať voľné radikály a znižujú riziko vzniku rôznych chronických ochorení, vrátane kardiovaskulárnych chorôb a niektorých druhov rakoviny. Flavonoidy obsiahnuté v čučoriedkach, ako napríklad kaempferol a luteolín, môžu podľa štúdií inhibovať rozvoj rakoviny vaječníkov. Podporujú zdravie tráviaceho traktu, majú protizápalové účinky a znižujú hladinu LDL (lipoproteín s nízkou hustotou) cholesterolu, pričom podporujú tvorbu HDL (lipoproteín s vysokou hustotou) cholesterolu (AABY et al., 2017). Sú tiež prospešné pri regulácii hladiny cukru v krvi a zlepšujú inzulínovú citlivosť, čo je dôležité pre ľudí trpiacich cukrovkou (Bulková, 2011). Pri zápaloch močových ciest pôsobia dezinfekčne, pretože obsahujú aj látky, ktoré majú antibiotické a antiseptické účinky. Lepšia rozpustnosť týchto látok je vo vode ako v alkohole, a preto sú alkoholické extrakty menej účinné ako vodné. Čerstvá čučoriedková šťava priaznivo vplyva na regeneráciu slizníc (Bulková, 2011; Dušková a Kopřiva, 2020; Pamplona-Roger, 2003). Vďaka obsahu karoténov sú dôležité na ochranu imunitného systému (Oberbeil and Lentz, 2005). Čerstvé a mrazené bobuľové ovocie, medzi ktoré patria čučoriedky, čoraz viac predstavujú nebezpečenstvo ako nosič chorôb prenášaných potravinami (EFSA, 2013). Čučoriedky majú vysoký obsah vlhkosti a jemnú šupku, vďaka čomu sú náchylné na fyzické poškodenie a mikrobiologické kazenie. Medzi najčastejšie baktérie izolované z čučoriedok patria *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, spóry koaguláza-pozitívnych stafylokokov. Kontrola mikrobiologickej kvality predstavuje dôležitý nástroj na zabezpečenie zdravotnej bezpečnosti pre spotrebiteľa (Oliveira et al., 2019).

Charakteristickou farbou čučoriedok je sýtomodrá až fialová, čo je spôsobené vysokým obsahom antokyanínov – prírodných pigmentov so silnými antioxidačnými vlastnosťami. Zaujímavosťou je, že antokyaníny sú v skutočnosti tmavočervené a modrý odtieň vzniká vďaka štruktúram vosku na povrchu bobuľ, ktorý rozptyľuje modré a UV svetlo. Čučoriedky teda vnímame ako modré, hoci ich šťava má tmavočervený odtieň. Čučoriedka obyčajná má vďaka veľkému obsahu týchto farbív nielen tmavú šupku ale aj dužinu (Pliszka and Wilhelm, 2002; Sharma, 2024).

Chuť čučoriedok by mala byť vyvážená sladkokyslá, čo závisí od stupňa zrelosti, odrody a rastových podmienok. Lesné čučoriedky sú často výraznejšie a koncentrovanejšie v chuti, zatiaľ čo záhradné odrody majú jemnejší a sladší profil (Saftner et al, 2008; Vilela et al., 2016).

Čučoriedky sú všestranným ovocím s rôznorodým využitím. Plody čučoriedok sú vhodné na mrazenie, prípravu kompótov, džemov, rôsolov alebo sa používajú na výrobu rôznych nápojov, či iných produktov. Vplyv zamrazenia plodov nemá na účinnosť takmer žiadny vplyv. V čerstvej forme sú obľúbenou súčasťou ovocných šalátov, smoothies, dezertov, v potravinárstve sú populárne v spracovanej forme ako džemy, marmelády, šťavy, sirupy alebo ako sušené ovocie. Čučoriedky sa tiež často pridávajú do pečiva ako sú muffiny, koláče a palacinky, čím pridávajú sladko-kyslý akcent a atraktívnu farbu. Ďalej je možné

separovať príslušné látky a použiť ich ako ovocné farbivá, prísadové látky do vína a ďalšie potravinárske výrobky. Ich zdravotné benefity a vysoký obsah antioxidantov sa stávajú kľúčovým marketingovým nástrojom v propagácii týchto produktov (Shang et al., 2021).

Pri mrazení a sterilizovaní čučoriedok existujú určité riziká, ktoré môžu ovplyvniť chuť, vôňu, konzistenciu a mikrobiologickú bezpečnosť ovocia. Po sterilizácii sa niektoré vlastnosti čučoriedok môžu zmeniť, napr. chuť, farba a textúra.

Pred mrazením je dôležité čučoriedky dôkladne umyť a osušiť, skladovať ich vo vzduchotesných obaloch alebo vreckách na mrazenie, aby sme minimalizovali kontakt so vzduchom a zabránili vzniku námrazy. Pri procese sterilizácie sa dbá na dodržiavanie správnych postupov a teploty na zachovanie senzorických vlastností a mikrobiologických kritérií. Je dôležité poznamenať, že každý spôsob tepelného spracovania môže mať iný vplyv na vlastnosti plodu. Je dôležité zväžiť preferencie v chuti, výžive a praktické aspekty (trvanlivosť, dostupnosť) pri výbere spracovania čučoriedok.

V práci sme hodnotili bezpečnosť a kvalitu vzoriek mrazených a sterilizovaných čučoriedok zakúpených v obchodnej sieti v Košiciach. Cieľom tejto práce bolo identifikovať mikrobiologickú bezpečnosť a senzorické charakteristiky, ktoré môžu predpovedať spotrebiteľskú prijateľnosť kvality konzumácie čučoriedok.

Materiál a metodika

V práci boli analyzované vzorky mrazených a sterilizovaných čučoriedok zakúpených v obchodnej sieti. Analýzy vzoriek ($n = 3/3/3$; A1-A3 – mrazené čučoriedky; B1-B3 – sterilizované čučoriedky) boli vykonané na Katedre hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín na UVLF v Košiciach. Okrem samotných plodov bol analyzovaný u sterilizovaných čučoriedok aj nálev (C1-C3). Všetky vzorky sú uvádzané anonymne bez názvu výrobcu. Ich výživové údaje uvádzame v tab. 1.

Tabuľka 1: Výživové údaje mrazených a sterilizovaných vzoriek čučoriedok garantované výrobcom na obale

Výživové údaje	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Energia (kcal)	79	58	47	45	48	40
Tuky (g)	0,3	<0,5	0,4	0,2	0,5	<0,5
Sacharidy (g)	18,6	14	14,1	9,1	8,5	8,5
Bielkoviny (g)	0,4	0,2	0,8	0,9	0,5	0,7
Sol' (g)	0,0	<0,01	0,1	0,01	0,02	0,03

Zdroj: vlastná tabuľka

Odber vzorkovanej dávky použitej k mikrobiologickej analýze sme uskutočnili náhodným výberom. Zabalený obsah čučoriedok sme premiešali a celkom 50 g vzorky bolo asepticky prenesených do sterilného sáčku, kde sa pridalo 450 ml sterilnej 0,1% peptónovej vody. Homogenizácia prebehla na prístroji Stomacher 400 (Seward Medical, London, UK). Z odobratých vzoriek čučoriedok a čučoriedkového nálevu sme následne pripravili vhodné desaťnásobné riedenia podľa zásad STN EN ISO 6887-5. V ďalšom kroku sme vykonali analýzu koliformných baktérií (STN ISO 4832) a mikroskopických vláknitých húb (STN ISO 7954) podľa legislatívnych kritérií pre hlbokozmrazené ovocie (tabuľka 2). Vybrané riedenia sme následne vyočkovali na povrch média špecifického pre danú baktériu. Prítomnosť koliformných baktérií bola stanovená použitím selektívno-diagnostického média VČŽL agar (HiMedia, India) pri inkubačnej teplote 30 ± 1 °C,

24 h. Mikroskopické vláknité huby boli stanovené za použitia selektívno-diagnostického agaru DRBC (HiMedia, India) a inkubácie pri teplote 25 ± 1 °C po dobu 5 dní.

Tabuľka 2: Mikrobiologické kritériá pre hlbokozmrazené ovocie

	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** – 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** – 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 Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 06267/2006-SL

Všeobecné senzorické hodnotenie vykonala skupina ôsmich osôb, ktorá hodnotila vzhľad a farbu, textúru, chuť a vôňu vzoriek (tab. 3). Pre potreby analýzy posúdenia kvality jednotlivých vzoriek čučoriedok sme zvolili metódu bodového testu (Lawless and Heymann, 2010) a senzorického profilu, kde sme hodnotili jednotlivé deskriptory dielčej chuti a vône, vzhľadu, farby a konzistencie intenzitnou škálou deskriptorov (0 – nevnímateľná, 1 – veľmi slabo vnímateľná, 2 – slabo vnímateľná, 3 – vnímateľná, 4 – zreteľne vnímateľná, 5 – silno vnímateľná, 6 – veľmi silno vnímateľná) (Maľa, 2012).

Tabuľka 3: Parametre senzorickej kvality podľa 5-bodovej stupnice

Skóre	Parametre kvality		
	Vzhľad a farba	Konzistencia	Chuť a vôňa
5 – výborné	veľkostná vyrovnanosť, sýtomodrá, tmavofialová až čierna farba	homogénna, jemná, šťavnatá, mäsitá, bez oddelých šupiek	prijemná, typická, sladká až sladkokyslá
4 – veľmi dobré	veľkostná vyrovnanosť, tmavočervená až bordová	homogénna, mäkká, málo šťavnatá, zachovaný tvar	prijemná, sladkokyslá až kyslá
3 – uspokojivé	mierna veľkostná nevyrovnanosť, modrá farba	vodnatá alebo príliš tuhá, tvar porušený	príliš sladká, príliš kyslá, prázdna
2 – nevyhovujúce	veľkostná nevyrovnanosť, zelenomodrá farba	príliš mäkká, rozbredlá, zmeny tvaru	horká, cudzia
1 – neprijateľné	zelená farba, nezrelá	mazľavá, slizovitá, bez zachovania tvaru	netypická, s cudzím pachom

Zdroj: vlastná tabuľka

Panel posudzovateľov bol vybraný a vyškolený podľa noriem ISO (ISO, 1993), v senzorickej laboratóriu zriadenom podľa noriem ISO (ISO, 1988) na Ústave postgraduálneho vzdelávania veterinárnych lekárov v Košiciach. Po zaškolení panelu sa vzorky čučoriedok (50 g) a nálevu (50 ml) podávali v náhodnom poradí každému

účastníkovi panelu. Mrazené vzorky boli čerstvo rozmrazené pri laboratórnej teplote (Maľa, 2012). Sterilizované vzorky plodov čučoriedok sa nechali odkvapkať. Vzorky boli podávané pri laboratórnej teplote 20 ± 2 °C. Na vyplachovanie úst bola poskytnutá minerálna voda.

Farba analyzovaných vzoriek (skupina A, B, C) bola kvantitatívne meraná prístrojom Minolta Chroma meter CR-410 (Minolta, Osaka, Japonsko) (McLaren, 1976) pomocou hodnôt Medzinárodnej komisie pre osvetlenie (CIE, 1986). Hmotnosť pevného podielu, teda hmotnosť plodov čučoriedok po odkvapkaní sme zisťovali vážením podľa ČSN 56 0246.

Výsledky a diskusia

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. 2). Táto legislatíva avšak neudáva maximálne limity pre konzervované hermeticky zatvorené výrobky z ovocia. Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č.06267/2006-SL stanovuje mikrobiologické požiadavky na ovocné výrobky hermeticky neuzatvorené, kde stanovuje limity pre koliformné baktérie, kvasinky, mikroskopicky vláknité huby a sulfitredukujúce klostrídie.

Výsledky tejto práce potvrdili neprítomnosť koliformných baktérií a mikroskopických vláknitých húb vo vzorkách mrazených a sterilizovaných čučoriedok. Prítomnosť koliformných baktérií bola pozitívna v jednej vzorke mrazených čučoriedok (A3). Ich množstvo bolo však pod limitom, na základe čoho môžeme konštatovať dodržanie vysokej hygieny v celom výrobnom procese. Joycelin et al. (2019) vo svojej práci stanovili jedenásť vzoriek čučoriedok z troch baliarní pozitívnych na koliformné baktérie. Priemerné celkové aeróbne počty, celkové počty kvasiniek a mikroskopických vláknitých húb a celkové počty koliformných baktérií boli 3,89; 4,42 a 1,42 log CFU/g.

V rámci senzorického hodnotenia sme zisťovali mieru poškodenia čučoriedkových zŕn, obsah voľných šupiek, stopiek a dodržanie hmotnosti pevného podielu v sterilizovaných vzorkách.

Z mrazených vzoriek bola najlepšie ohodnotená vzorka A1 s názvom Blueberries (výrobca Poľsko, balenie 450 g, polyetylén) pre extra veľké plody, veľkostnú vyrovnanosť, pevnú konzistenciu, zachovanú chuť a arómu čerstvých čučoriedok (70 bodov) z maximálneho počtu 75 bodov. Najhoršie hodnotenie z mrazených vzoriek získala vzorka A3 s názvom Blueberries - Deepfrozen (výrobca Nemecko, balenie 300 g, kartón) pre príliš veľké množstvo kryštálov ľadu, veľkostnú nevyrovnanosť, príliš tuhú konzistenciu, netypickú chuť a prítomnú pachuť (36 bodov).

U vzoriek sterilizovaných čučoriedok za najlepšiu vzorku bola určená vzorka B1 – Borůvkový kompót (Česká republika, 350 g/140 g pevný podiel) pre jeho typickú chuť a vôňu, sladkokyslú, šťavnatú chuť aj napriek jeho rozbredlej konzistencii (66 bodov). Vzorka B3 – Ovocie v šťave BIO – čučoriedka (Slovensko, 200 g) mala veľmi mäkkú konzistenciu, takmer tmavofialovú až čiernu farbu, chuť plodov bola extra kyslá, bolo cítiť veľké množstvo semien (58 bodov). U najhoršie hodnotenej sterilizovanej vzorky B2 – Čučoriedkový kompót (Slovensko, 280 g/hmotnosť po odkvapkaní 80 g) bola pozorovaná pevná konzistencia, bordová netypická farba, veľkostná nevyrovnanosť plodov, dužinatá konzistencia a veľmi sladká chuť (32 bodov). Vo vzorkách nebola

potvrdená prítomnosť stopiek, lístkov ani cudzích prímiesí, plody mali pevné šupky, nebola pozorovaná farebná odlišnosť v rámci jednej vzorky, všetky plody vykazovali zrelosť.

Mrazené čučoriedky zvyčajne zachovávajú pevnú a šťavnatú textúru (Rowland et al., 2016), zatiaľ čo sterilizované čučoriedky môžu mať mäkšiu textúru v dôsledku tepelného spracovania. Neočakávali sme však až takú rozvarenú konzistenciu (B1, B3). Tvar aj konzistencia týchto vzoriek bola úplne porušená, nevyhovujúca. V oboch prípadoch sa jednalo o odrodu čučoriedky lesnej, ktorej plody sú výrazne menšie od kanadských čučoriedok (A1, A3, B2). Preto mali vzorky čučoriedky lesnej väčší podiel šupky v pomere k dužine (A2, B1, B3).

Pri hodnotení farby testovaných vzoriek čučoriedok boli stanovené tri farebné parametre, L^* (svetlosť), a^* (zeleno-červená) hodnota a b^* (modro-žltá) hodnota (Saftner et al., 2008; Cheng et al., 2020). U čučoriedok sme hodnotili nasledovné odtiene: tmavočervená, bordová, modrá, sýtomodrá, zelenomodrá, zelená, tmavofialová, čierna. Rozdiel pozorovaný vo farbe čučoriedok súvisí s prítomnosťou prírodných pigmentov nazývaných antokyány. Tieto pigmenty patria do skupiny flavonoidov. Okrem toho významnú úlohu zohráva genetika, stupeň zrelosti, podmienky prostredia. Obsah flavonoidov vo vzorkách tmavého obalu plodu je vo všeobecnosti vyšší ako vo vzorkách svetlej farby (Wang et al., 2008; Rossi et al., 2022). Hodnotenie výsledkov merania farby uvádza tab. 4.

Tabuľka 4: Výsledky merania farby mrazených, sterilizovaných čučoriedok a nálevu kolorimetricky

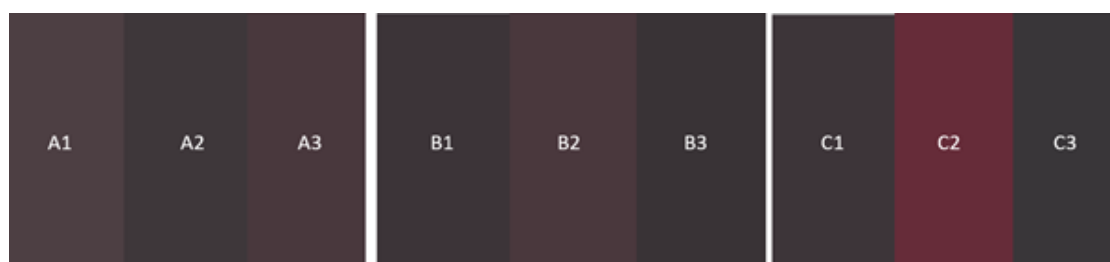
Vzorka	L^* (D65)		a^* (D65)		b^* (D65)		A1 – A3	B1 – B3
	priemer	SD	priemer	SD	priemer	SD		
A1	28,53	± 1,058	7,20	± 0,811	-0,31	± 0,216		
A2	22,09	± 0,570	4,07	± 0,350	-0,62	± 0,100		
A3	25,46	± 0,412	8,32	± 0,336	0,16	± 0,088		
B1	22,53	± 1,416	4,34	± 0,438	-0,71	± 0,014		
B2	26,22	± 0,049	7,94	± 0,035	-0,23	± 0,020		
B3	22,21	± 0,412	3,30	± 0,386	-0,85	± 0,035		
C1	23,24	± 1,058	4,01	± 0,811	-1,18	± 0,216		
C2	26,50	± 0,570	27,91	± 0,350	4,50	± 0,100		
C3	23,28	± 0,412	2,30	± 0,336	-1,28	± 0,088		

Zdroj: vlastná tabuľka

Vyššie hodnoty L^* (>25) naznačujú, že farba je pomerne svetlá (A1, A3, B2), so znižujúcou sa hodnotou rastie intenzita farby. Ak sú hodnoty L^* , a^* , b^* rastúce, je meraná vzorka v odtieňoch červenej farby. Ak sa namerajú nižšie hodnoty L^* , je vzorka tmavšia až čierna. Pri negatívnych hodnotách a^* , b^* je vzorka tmavšia, v odtieňoch tmavofialovej až čiernej. Zistilo sa, že pri vyšších teplotách môžu mrazené čučoriedky strácať na farbe, pričom hodnoty L^* (jasnosť) klesajú a hodnoty a^* (odtieň zelenej) a b^* (odtieň žltej) sa menia (obr. 1). Väčšina zeleniny a ovocia si zachováva svoju prirodzenú farbu, chuť a štruktúru lepšie, keď je zmrazená.

Z hľadiska hodnotenia obalu boli obaly čisté, porušenie bolo viditeľné u jednej vzorky mrazených čučoriedok (A3) zabalenej v kartónovom obale (roztrhnutý obal), v jednom prípade (B1) bol na obale uvedený aj dátum plnenia. Obaly mrazených vzoriek boli

ohodnotené ako veľmi prítlačlivé. Za negatívum považovali hodnotitelia príliš malé obaly pri sterilizovaných vzorkách.



Obrázok 1: Farba mrazených, sterilizovaných čučoriedok a nálevu stanovená kolorimetricky

Zdroj: vlastný obrázok

Záver

Významným faktorom pôsobiacim na prítomnosť ovocia v obchodných sieťach je ich sezónnosť. Z dôvodu sezónnosti, a taktiež z hľadiska zabezpečenia mikrobiologickej kvality a predĺženia trvanlivosti ovocia dochádza v potravinárskom priemysle k využívaniu technológií, ktoré slúžia na udržiavanie mikrobiologických limitov a kvalitatívnych parametrov potravín. Neprítomnosť koliformných baktérií a mikroskopických vláknitých húb v skúmaných vzorkách v tejto práci naznačuje, že celkové hygienické a spracovateľské postupy vykonávané priemyselným spracovaním boli na vysokej úrovni. Kvalita vybraných druhov čučoriedok pri senzorickej analýze bola nástrojom na podrobnejšie hodnotenie charakteristík a organoleptických vlastností. Dá sa predpokladať, že požiadavky na túto komoditu sa budú v budúcnosti neustále zvyšovať, preto môže byť komplexné vyšetrenie plodov čučoriedok dôležité pre jeho ďalšie uplatnenie v potravinárstve. Pri súčte všetkých hodnotených charakteristík môžeme konštatovať, že najhoršie bola hodnotená vzorka mrazených čučoriedok A3, ktorá obsahovala príliš veľké kryštály ľadu a plody boli vzájomne prilepené. Negatívne bolo hodnotené množstvo sortimentu na trhu. Len tri vzorky mrazených a tri vzorky sterilizovaných čučoriedok boli ponúkané v siedmich veľkých obchodných reťazcoch v Košiciach. Výsledky poukázali na zhoršenú kvalitu sterilizovaných výrobkov z hľadiska konzistencie. V obchodnej sieti nemajú dnes konzumenti široký výber v sortimente čučoriedok, preto by sa mal klásť väčší dôraz na zachovanie ich kvality.

Literatúra

- Aaby, K., Grimmer, S., Holtung, L., Inceer, H., Riihinen, K.R. 2013. Extraction of phenolic compounds from bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) press residue: Effects on phenolic composition and cell proliferation. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 54, no. 1, 257-264. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643813001953>
- Bulková, V. *Rostlinné potraviny*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011. ISBN 978-80-7013-532-7. ISBN 978-80-7013-532-7.
- Dušková, L., Kopřiva, J. 2003. *Pěstujeme maliny, ostružiny a borůvky: velká kniha plodů*. Praha: Grada, Česká zahrada. ISBN 80-247-0532-X.
- EFSA BIOHAZ Panel (EFSA Panel on Biological Hazards) Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. 2013. Part 1 (outbreak data analysis and risk ranking of food/pathogen combinations) *EFSA Journal*, vol.11, no.1, 3025–3138.

- Cheng, K., Peng, B., & Yuan, F. 2020. Volatile composition of eight blueberry cultivars and their relationship with sensory attributes. *Flavour and fragrance journal*, vol. 35, no. 4, pp. 443-453.
- ISO (1993). ISO 8586-1: Sensory Analysis: Methodology - General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. International Organisation for Standardisation, Geneva.
- ISO (1993). ISO 8586-1: Sensory Analysis: Methodology - General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. International Organisation for Standardisation, Geneva.
- Janča, J., Zentrich, J.A. 1994. *Hebář léčivých rostlin*: 1. díl. 1. Praha: Eminent. ISBN 978-80-7281-365-0.
- Kódexová norma na konzervovaný hrášok, Codex STAN 58-1981 [online]. 2024, [cit. 2024-04-06]. online. Dostupné na internete: <<https://www.vup.sk/index.php?mainID=29&navID=98>>
- Lawless, H. T., Heymann, H. 2010. *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Springer: New York, 2nd edition, 573 p. ISBN 978-1-4419-6487-8.
- Maľa, P. 2012. *Sensory analysis of food*. Košice, University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice, 158 p. ISBN 978-80-8077-297-0.
- McLaren, K. 1976. The development of the CIE 1976 (L*a*b*) uniform colour-space and colour-difference formula. In *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, vol. 92, pp. 338-341.
- Nariadenie komisie (ES) č. 152/2009 z 27. januára 2009, ktorým sa stanovujú metódy odberu vzoriek a analýzy na účely úradných kontrol krmív
- Oberbeil, K. a Lentz, Ch. 2005. *Ovocie a zelenina ako liek: Strava, ktorá lieči*. 2. Bratislava: Fortuna Print. ISBN 80-89144-46-2.
- Oliveira M., Rodrigues CM., Teixeira P. 2019. Microbiological quality of raw berries and their products: A focus on foodborne pathogens. *Heliyon*, vol. 7, no.12, 02992.
- Pamplona-Roger, George D. 2003. *Zdravie a sila v potrave: Kniha o správnom a nesprávnom výbere toho, čo jeme*. Vrútky: Advent-Orion. Česká zahrada. ISBN 80-88719-19-4.
- Paprštein, F., Pulkrab, K. 2009. *Technologie pěstování kanadské borůvky (Vaccinium corymbosum L.): patnáct let systematického sledování*. Holovousy: Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský, Česká zahrada. ISBN 978-80-87030-09-7.
- Pliszka, K., Wilhelm, P. 2002. *Borówka wysoka czyli amerykańska: plánování, výsadba, pěstování, sklizeň*. Vydání čtvrté. Warszawa: Działkowiec. ISBN 83-915-6178-X.
- Rossi, G., Woods, F. M., & Leisner, C. P. 2022. Quantification of total phenolic, anthocyanin, and flavonoid content in a diverse panel of blueberry cultivars and ecotypes. *HortScience*, vol. 57, no. 8, 901-909.
- Rowland, L. J., Hancock, J. F., & Bassil, N. V. 2016. Blueberry. In *Genetics, genomics and breeding of berries* (pp. 27-66). CRC Press.
- Saftner, R., Polashock, J., Ehlenfeldt, M., & Vinyard, B. 2008. Instrumental and sensory quality characteristics of blueberry fruit from twelve cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 49, no.1, 19-26.
- Saftner, R., Polashock, J., Ehlenfeldt, M., & Vinyard, B. 2008. Instrumental and sensory quality characteristics of blueberry fruit from twelve cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 49, no.1, 19-21.

- Shang, F., Liu, R., Wu, W., Han, Y., Fang, X., Chen, H., & Gao, H. 2021. Effects of melatonin on the components, quality and antioxidant activities of blueberry fruits. *Lwt*, vol. 147, 111582.
- Sharma, S. 2024. *Scientists have finally discovered what makes blueberries blue*. <https://interestingengineering.com/science/scientists-discover-what-makes-blueberries-blue>
- 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.
- Vilela, A., Gonçalves, B., Ribeiro, C., Fonseca, A. T., Correia, S., Fernandes, H. Sónia Ferreira, E, Silva, A. P. 2016. Study of textural, chemical, color and sensory properties of organic blueberries harvested in two distinct years: *A chemometric approach*. *Journal of Texture Studies*, vol. 47, no. 3, 199-207.
- Vozár, Ľ., Kovár, P., Hric, P., Lukács, M. 2020. Vplyv Organických Hnojív Condit A Veget Na Produkciu Siatej Mezofytnej Lúky Influence Of Organic Fertilizers Condit And Veget On The Production Of Sown Mesophytic Meadow. *Recenzovaný Zborník Vedeckých Prác*, 79.
- Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky zo 6. februára 2006 č. 06267/2006-SL, ktorým sa vydáva hlava Potavinového kódexu Slovenskej republiky upravujúca mikrobiologické požiadavky na potraviny a na obaly na ich balenie.
- Wang, S. Y., Chen, C. T., Sciarappa, W., Wang, C. Y., & Camp, M. J. 2008. Fruit quality, antioxidant capacity, and flavonoid content of organically and conventionally grown blueberries. *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 56, no. 14, 5788-5794.
- Zia, M. P., & Alibas, I. 2021. Influence of the drying methods on color, vitamin C, anthocyanin, phenolic compounds, antioxidant activity, and in vitro bioaccessibility of blueberry fruits. *Food Bioscience*, vol. 42, 101179.

PodĎakovanie

Práca bola podporená projektom KEGA 007UVLF-4/2024.

Kontaktná adresa:

PhDr. Mariana Kováčová, PhD., Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, e-mail: mariana.kovacova@uvlf.sk

Porovnání kalibračních modelů FT-NIRs vyvinutých podle různých metod pro stanovení čistých svalových bílkovin v šunkách

Comparison of FT-NIRs calibration models developed according to different methods for determination of pure muscle protein in hams

Králová, M., Ježek, F., Bednář, J., Doležalová, J., Bartáková, K., Kameník, J.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem práce bylo porovnání kalibračních modelů FT-NIRs vyvinutých podle různých metod stanovení pro čisté svalové bílkoviny (ČSB) u šunek. Spektra vzorků byla získána měřením v režimu reflektance na integrační sféře pomocí kompresní kyvety v rozsahu spektra 10 000 – 4 000 cm^{-1} . Hodnoty pro vytvoření kalibračních modelů byly získány s pomocí referenční metody a metod pro stanovení celkového kreatininu spektrofotometricky s adsorpcí a enzymaticky. Pomocí statistické metody PLS byl vytvořen velmi spolehlivý kalibrační model pro referenční metodu, ostatní kalibrační modely byly dle zjištěných výsledků spolehlivé. Mezi referenčními a predikovanými hodnotami nebyl pomocí párového t-testu, zjištěn statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$). Blízká infračervená spektrometrie (NIR) patří mezi rychlé přímé metody pro stanovení ČSB.

Klíčová slova: *blízká infračervená spektrometrie s Fourierovou transformací, metody stanovení, čisté svalové bílkoviny, uzeniny*

Abstract

The aim of the work was the comparison of FT-NIRs calibration models developed according to different determination methods for pure muscle proteins (PMP) in hams. The spectra of the samples were obtained by measuring in reflectance mode on an integrating sphere using a compression cuvette in the spectrum range of 10,000 – 4,000 cm^{-1} . The values for creating of calibration models were obtained with the help of the reference method and methods for the determination of total creatinine spectrophotometrically with adsorption and enzymatically. Using the PLS statistic method, a very reliable calibration model was created for the reference method, other calibration models were reliable according to the results found. Using a paired t-test, no statistically significant difference ($p > 0.05$) was found between the reference and predicted values. Near-infrared spectroscopy (NIRs) belongs to a rapid direct method for determination of PMP.

Key words: *near-infrared spectrometry with Fourier transformation, determination methods, pure muscle proteins, sausages*

Úvod

Informace o obsahu čistých svalových bílkovin (ČSB) v masných výrobcích je důležitá z hlediska kontroly kvality výrobků, falšování a zamezení klamání spotřebitele (Bednář et al., 2023). Pro stanovení ČSB lze využít metod přímých i nepřímých (Ježek et al., 2022). Referenční metoda je uvedena ve Věstníku MZe (2014). Tato metoda je založena na výpočtu ČSB jako rozdílu mezi obsahem čisté bílkoviny, stanovené podle Kjeldahla ve vzorku, kde byly bílkoviny předem vysráženy taninem, a obsahem kolagenu (Věstník MZe, 2014, Králová et al., 2024). Stanovení čistých svalových bílkovin přímou metodou přes celkový kreatinin spektrofotometricky (495 nm) s adsorpcí popisuje Ježek et al.

(2023a a 2023b). Principem je převedení veškerého kreatinu a kreatin fosfátu v kyselém prostředí a za působení vysoké teploty na kreatinin. Stanoví se obsah celkového kreatininu v kyselém hydrolyzátu a obsah ČSB se vypočítá z empirického vztahu (ČSB $g.100 g^{-1} = \text{obsah kreatininu ve vzorku } mg.100 g^{-1} / 20$) (Ježek et al., 2023a). Při enzymatickém stanovení kreatininu je v prvním kroku reakce odstraněn endogenní kreatin hydrolýzou pomocí kreatinasy a sarkosinoxidasy za vzniku peroxidu vodíku, který je eliminován katalasou. Po přidání kreatininasy a 4-aminoantipyrinu, pouze kreatin vytvořený z kreatininu účinkem kreatininasy je následně hydrolyzován kreatinasou a sarkosinoxidasou za vzniku peroxidu vodíku. Tento nově vzniklý peroxid vodíku reaguje s N-ethyl-N-sulfopropyl-m-toluidinem za katalýzy peroxidasou. Absorbance vzniklého komplexu při 546 nm je přímo úměrná koncentraci kreatininu ve vzorku (Crea Enz 204, 2022).

Cílem této práce bylo vytvoření a porovnání kalibračních modelů pro stanovení čistých svalových bílkovin na FT-NIRs s využitím hodnot získaných pro kalibrace pomocí různých metod stanovení (referenční metoda a metody přes stanovení celkového kreatininu adsorpcí a enzymaticky).

Materiál a metodika

Vzorky ($n = 31$) šunek byly zakoupeny od různých výrobců v tržní síti České republiky v roce 2023. Čisté svalové bílkoviny (ČSB) byly stanoveny referenční metodou jako rozdíl mezi čistou bílkovinou a kolagenem (Věstník MZe, 2014). Pro zjištění ČSB byly dále použity metody stanovení přes obsah celkového kreatininu s adsorpcí (Ježek, 2023a, Ježek et al., 2023b) a enzymaticky pomocí enzymatického setu Crea Enz 204 (Erba[®]Mannheim, ČR) (Bednář et al., 2023). Po homogenizaci pomletím byly vzorky naplněny do kompresní kyvety, vloženy na spinner a proměřeny v režimu reflektance na integrační sféře, v rozsahu spektra $10\,000 - 4\,000\text{ cm}^{-1}$, při spektrálním rozlišení 8 cm^{-1} a 100 skenech na spektrometru Nicolet Antaris Near-IR Analyzer pomocí programu Result Integration Version 1.3 (Thermo electron Corporation, Madison, USA). Kalibrační modely byly vytvořeny metodou částečných nejmenších čtverců (PLS) v programu TQ Analyst verze 6.2.1.509 (Thermo Electron Corporation, Madison, USA).

Výsledky a diskuze

Referenční hodnoty pro vytvoření kalibračních modelů jsou vyjádřené pomocí směrodatných odchylek průměrů (tab. 1).

Tabulka 1: Referenční hodnoty (%)

Metody	n	x	s	min	max	medián
Referenční	31	13,80	2,38	10,14	17,03	14,74
Adsorpce	31	13,95	2,67	9,08	19,01	13,93
Enzymaticky	31	14,88	3,82	6,85	20,31	15,32

n – počet vzorků, x - průměr, min a max – minimální a maximální hodnota, s – směrodatná odchylka

Všechny kalibrační modely byly vytvořeny metodou PLS bez matematické úpravy spektra. Pro vyloučení odlehlých standardů, kde nebyly přesně stanoveny referenční hodnoty, nebo se objevila spektrální odchylka, byly použity diagnostiky *Spectrum Outlier* a *Leverage* (Králová et al., 2015). Kalibrační a validační výsledky jsou uvedeny v tabulkách 2 a 3. Mezi hodnotami referenčními a predikovanými FT-NIR byla nalezena

těsná závislost (obr. 1). Mezi referenčními a predikovanými hodnotami nebyl pomocí párového t-testu, zjištěn statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$) viz tabulka 4. Králová et al. (2024) použila pro vytvoření kalibračních modelů, na základě hodnot zjištěných referenční metodou, větší počet vzorků. Uvedený autorský kolektiv uvádí pro všechny sledované masné výrobky (poličan, paprikáš a šunka) modely, které byly velmi spolehlivé. V této práci byl velmi spolehlivý model vytvořen také s využitím hodnot získaných referenční metodou. Pro metody stanovení celkového kreatininu spektrofotometricky s adsorpcí a enzymatickou metodou byly modely vyhodnoceny jako spolehlivé.

Tabulka 2: Kalibrační a validační výsledky 1

Metody	n	F	Spektrální rozsah [cm^{-1}]
Referenční	30	8	8 986,70 – 4 439,30 Dvoubodová základní linie s fixní lokací 7 737,01 a 4 481,76
Adsorpce	28	4	8 986,70 – 4 387,97 Dvoubodová základní linie s fixní lokací 7 775,58 a 4 481,76
Enzymaticky	27	4	7 468,09 – 5 941,27 Dvoubodová základní linie s fixní lokací 7 405,31 a 5 978,25 4 111,49 – 5 226,15 Jednobodová základní linie s fixní lokací 4 489,47

n – počet vzorků použitých pro kalibraci po odstranění odlehlých standardů diagnostikami *Spectrum Outlier* a *Leverage*, F - PLS faktory PRESS (hodnota sumy čtverců predikované reziduální chyby)

Tabulka 3: Kalibrační a validační výsledky 2

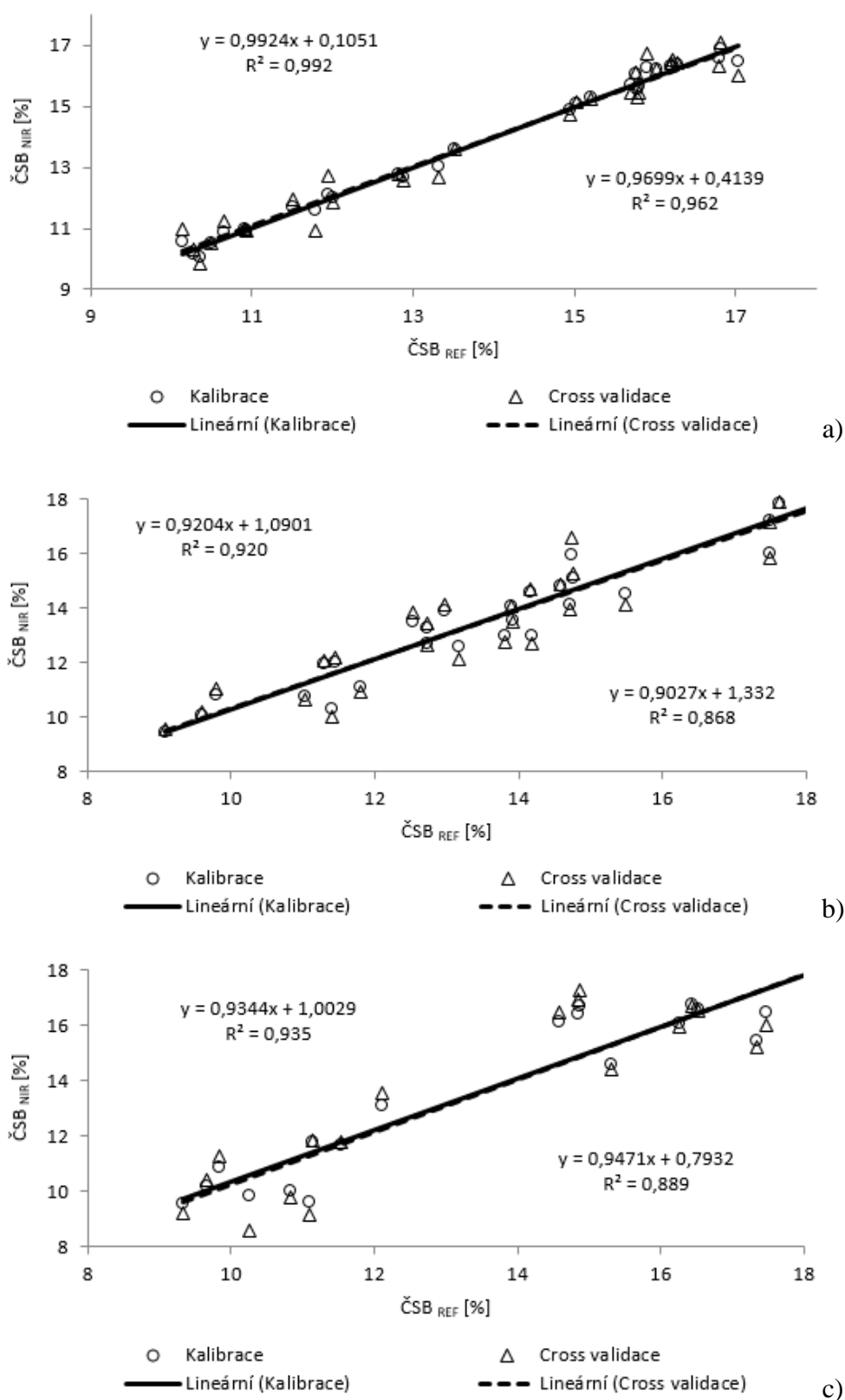
Metody	kalibrace				cross validace			
	R	R ²	RMSEC	CCV	R	R ²	RMSECV	PCV
Referenční	0,996	0,992	0,212	1,54	0,981	0,962	0,462	3,36
Adsorpce	0,959	0,920	0,723	5,28	0,932	0,868	0,932	6,80
Enzymaticky	0,967	0,935	0,933	6,11	0,943	0,889	1,24	8,12

n – počet vzorků, R - korelační koeficient kalibrace/cross validace, R² – koeficient determinace kalibrace/cross validace, RMSEC/RMSECV - průměrná chyba kalibrace/cross validace v %, CCV/PCV – kalibrační a predikční variační koeficient v %

Tabulka 4: Výsledky statistického testování

	xREF	xNIR	xREF - xNIR	p
Referenční	13,77	13,77	0,001	0,99
Adsorpce	13,70	13,70	0,001	0,99
Enzymaticky	15,28	15,26	0,010	0,95

xREF – průměr referenčních hodnot, xNIR – průměr predikovaných hodnot, |xREF|-|xNIR| - rozdíl mezi hodnotami referenčními a predikovanými, p – pravděpodobnost vypočítaná párovým t-testem



Obrázek 1: Kalibrační a validační výsledky pro a) referenční metodu, b) metodu spektrofotometrickou s adsorpcí, c) enzymatickou metodu

Závěr

Pro vytvoření kalibračních modelů metodou PLS byly použity hodnoty získané pomocí různých metod stanovení. Dle hodnot kalibračního a predikčního variačního koeficientu byl získán velmi spolehlivý kalibrační model pro referenční metodu. Pro metody stanovení celkového kreatininu spektrofotometricky s adsorpcí a enzymatickou metodou byly nalezeny spolehlivé modely.

Literatura

- Bednář, J., Doležalová, J., Ježek, F. 2023. Využití enzymatického stanovení kreatininu pro výpočet čistých svalových bílkovin ve fermentovaných masných výrobcích. XLIX. Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin CzechFoodChem 2023: Sborník příspěvků. Praha: Výzkumný ústav potravinářský Praha. 70-73.
- Crea Enz 204. 2022. Creatinine enzymatic. Erba Mannheim, Česká republika.
- Ježek, F. 2023a. Metodika. Stanovení čistých svalových bílkovin přímou metodou přes celkový kreatinin. 1. vyd. Brno: VETUNI Brno, 10 p. ISBN 978-80-7305-954-5.
- Ježek, F., Bartáková, K., Bednář, J., Doležalová, J., Kameník, J. 2022. Možnosti stanovení obsahu čistých svalových bílkovin v masných výrobcích. *Maso*, vol. 33, no.5, p. 16-22.
- Ježek, F., Bednář, J., Doležalová, J., Kameník, J., Bartáková, K., Králová, M. 2023b. Stanovení čistých svalových bílkovin u trvanlivého fermentovaného salámu přes celkový kreatinin spektrofotometricky s adsorpcí – předběžná studie. *Maso*, vol. 34, no. 3, p. 16-22.
- Králová, M., Bartáková, K., Ježek, F., Kameník, J. 2024. Využití metody blízké infračervené spektrometrie pro stanovení čistých svalových bílkovin v masných výrobcích. *Maso*, vol. 35, no. 2, p. 45-48.
- Králová, M., Procházková, Z., Saláková, A., Kameník, J., Vorlová, L. 2015. Využití blízké infračervené spektrometrie pro stanovení kvality masa. *Maso*, vol. 26, p. 20-23.
- Věstník Ministerstva zemědělství 2014. Stanovení čisté svalové bílkoviny v mase a výrobcích z masa. Č.j. 53986/2014-MZE-17421. 24-28.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou projektu QK21020199 Možnosti stanovení čistých svalových bílkovin přímou metodou v rámci programu aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017-2025, ZEMĚ, podprogram 2 - Podpora státní politiky v agrárním sektoru.

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

Toxikologické a hygienické posouzení krmiv kontaminovaných herbicidem obsahujícím glyfosát s využitím bioluminiscenčních mikroorganismů

Toxicological and hygienic assessment of feeds contaminated with glyphosate containing herbicide using bioluminescent microorganisms

Kurbatska, O., Orobchenko, O.

Laboratoř toxikologického monitoringu, Národní vědecké centrum, Ústav experimentální a klinické veterinární medicíny, Ukrajina

Souhrn

Bylo provedeno toxikologické a hygienické posouzení krmiva s různým obsahem herbicidu Agroshchyt Super obsahujícím glyfosát s využitím bioluminiscenčních mikroorganismů *Photobacterium phosphoreum*. Je stanoveno, že herbicid Agroshchyt super (draselná sůl glyfosátu) při obsahu léčiva 0,1 mg/kg krmiva inhiboval luminiscenci *Ph. phosphoreum* v průměru o 16,5 %; pro 0,5 mg/kg – 18,3 %; pro 1,0 mg/kg (maximální přípustný obsah) – 40,8 %; pro 2,50 mg/kg – 61,2 % a pro 5,0 mg/kg krmiva o 71,0 %. Z těchto výsledků vyplývá, že krmiva s obsahem herbicidu Agroshchyt super nižším než 0,1 až 0,5 mg/kg krmiva včetně lze označit jako netoxická, s obsahem 1,0 mg/kg jako toxická a s obsahem 2,5 mg/kg a vyšším jako vysoce toxické krmivo.

Klíčová slova: *bioluminescence, krmivo, glyfosát, herbicidy, toxicita, Photobacterium phosphoreum*

Abstract

A toxicological and hygienic assessment of feed with different contents of glyphosate containing the herbicide Agroshchyt Super was carried out using bioluminescent microorganisms *Photobacterium phosphoreum*. It is determined that the herbicide Agroshchyt super (potassium salt of glyphosate) at a drug content of 0.1 mg/kg feed inhibited *Ph. phosphoreum* luminescence by an average of 16.5%; for 0.5 mg/kg – 18.3%; for 1.0 mg/kg (maximum permissible content) – 40.8%; for 2.50 mg/kg – 61.2% and for 5.0 mg/kg of feed by 71.0%, which made it possible to evaluate feed containing the herbicide Agroshchyt super less than 0.1 to 0.5 mg/kg of feed including as non-toxic, with a content of 1.0 mg/kg as toxic, with a content of 2.5 mg/kg and above as highly toxic feed.

Keywords: *bioluminescence; feed; glyphosate; herbicides; toxicity; Photobacterium phosphoreum*

Úvod

Množství použitých chemických přípravků k hubení plevelů (herbicidů) se neustále zvyšuje a je dominantou moderního průmyslového zemědělství (v současné době se podílí herbicidy 47,5 % na celkovém objemu použitých pesticidů), které představuje závažný ekologický a zdravotní problém v zemědělských systémech po celém světě (Clapp, 2021). Samotný glyfosát představuje 33 % herbicidů používaných v Evropě, přičemž jedna třetina je použita k ošetření jednoletých plodin a polovina k ošetření plodin víceletých (Antier et al., 2020).

Navzdory tomu, že hlavním účelem aplikace herbicidů je ničení plevelů, jejich aktivní látky (AL) mohou mít mnoho přímých i nepřímých účinků na necílové organismy: letální a subletální účinky pro včely medonosné (Straw et al., 2021), žížaly (Zaller et al., 2021)

a ptáky (Gill et al., 2018). To znamená, že mohou vstoupit do potravního řetězce a tím také vstoupit do lidského organismu s potravou a vodou. Odborní literatura uvádí tyto informace zejména pro glyfosát, kyselinu 2-methyl-4-chlorofenoctovou a metolachlor (Cech et al., 2022).

K vyřešení tohoto problému v Evropě byla formulována „Strategie z farmy na vidličku“, jejímž hlavním cílem je snížit celkové používání pesticidů a rizik z nich plynoucích do roku 2030 o 50 % (EC COM/2020/381, 2020) a stanoví jejich maximální přípustné množství v krmivech pro hospodářská zvířata (Cech et al., 2022).

Aby nedocházelo ke zkrmování nadměrných množství herbicidů, používá se k jejich screeningu a sledování v krmných surovinách i hotových krmivech řada přesných laboratorních metod a stupeň nebezpečnosti krmiva je v současnosti určován tzv. metodou biotestu na různých modelech: cílová a laboratorní zvířata, hmyz, korýši, nálevníci, bakterie, buněčné kultury atd. (Gerssen et al., 2019).

Světová vědecká komunita je zároveň nakloněna vývoji alternativních testů toxicity pro minimalizaci použití živých organismů v experimentech (3Rs (Replace, Reduce, Refine) (Gorzalczany a Rodriguez Basso, 2021). Slibné je využití fotobiosenzorů v tomto směru: biotesty využívající živé bioluminiscenční bakterie, které se od ostatních liší tím, že intenzita jejich luminiscence je měřena jako parametr vitální aktivity (Li et al., 2020).

Účelem naší práce bylo provést toxikologické a hygienické posouzení krmiv s různým obsahem herbicidu obsahujícího glyfosát na základě studia jeho vlivu na luminiscenci *Photobacterium phosphoreum*.

Materiál a metodika

Herbicide Agroschyt Super (forma přípravku: rozpustný koncentrát) obsahuje jako AL draselnou sůl glyfosátu, 676,0 g/l. Systémový herbicide s celkovým účinkem pro hubení jednoletých a vytrvalých plevelů, pro stromové a keřové vegetace. Jeho použití je na území Ukrajiny povoleno.

V podmínkách studie byla jako „matrice“ použita krmná směs, která neměla toxické vlastnosti a neobsahovala glyfosát. Herbicide byl do matrice přidáván v různých koncentracích (pět úrovní získaných ředěním ethanolem: 0,1; 0,5; 1,0 (maximální přípustný obsah); 2,5 a 5,0 mg/kg krmiva.

Část kontrolních a experimentálních "matric" o hmotnosti 10,0 g byla přidána do skleněných lahvíček, k experimentálním vzorkům bylo přidáno příslušné množství herbicidů a dále byl pro extrakci přidán 96% ethanol o objemu 20,0 cm³. Následně byly vzorky inkubovány 24 hodin, následovala centrifugace při 1,5-2,0 × 1000 ot./min po dobu 10 minut, poté se odebral supernatant, který se následně přidal v množství 0,02 cm³ do (předem připravené) kyvety luminometru s kultivační kapalinou o objemu 1,0 cm³.

Jako testovací kulturu jsme použili lyofilizovanou kulturu *Photobacterium phosphoreum* (kmen IMB B-7071, Sq3), získanou z Depozitáře mikroorganismů Ústavu mikrobiologie a virologie pojmenovaného po D.K. Zabolotny z Národní akademie věd Ukrajiny (Kyjev).

Luminiscence *Ph. phosphoreum* byla měřena na luminometru EMILITE-1003 A (BioChemMac, Ruská federace). Během testování byla zaznamenávána doba expozice a změna intenzity luminiscence po 20-25 minutách. Měření byla prováděna ve dvojicích kontrola-experiment. Pro získání spolehlivých hodnot jsme zkoumali šest replikátů kontrolních a experimentálních vzorků. Ke kvantifikaci stupeň toxicity vzorku vzhledem k účinku různých hladin herbicidů na luminiscenci *Ph. phosphoreum* se používá index toxicity (T).

Toxicita herbicidů pro bakterie *Ph. phosphoreum* je stanovena na základě stupně inhibice jejich luminiscence vlivem různých dávek. To znamená, že pokles intenzity bioluminiscence je úměrný toxickému účinku herbicidu.

Index toxicity "T" odráží koncentraci herbicidu, která způsobí zhášení luminiscence biosenzoru (bakterie *Ph. phosphoreum*) při fixní době expozice testovaného vzorku. Jako horní limitní ukazatel byl stanoven 50% pokles intenzity luminiscence bakterií oproti kontrole (maximální poloviční efektivní koncentrace, EK_{50}), který se projevuje indexem toxicity 50 a umožňuje klasifikovat vzorky s indexem toxicity 50 a vyšším jako „vysoce toxické“. Spodní hranice indexu toxicity je 20, což znamená, že luminiscence bakterií je snížena o 20 % oproti kontrole a umožňuje nám klasifikovat vzorky s indexem toxicity 20 a nižším jako „netoxické“. Všechny hodnoty "T" mezi 20 a 50 umožňují, aby byly vzorky klasifikovány jako "toxické", u kterých lze při správném nařazení snížit toxicitu. Výsledky byly zpracovány variační statistikou za použití analýzy variačního softwarového balíčku (ANOVA) StatPlus 5 (6.7.0.3) (AnalystSoft Inc., USA). Spolehlivost získaných výsledků byla hodnocena Fisherovým kritériem na úrovni spolehlivosti 95,0 % ($P < 0,05$).

Výsledky a diskuze

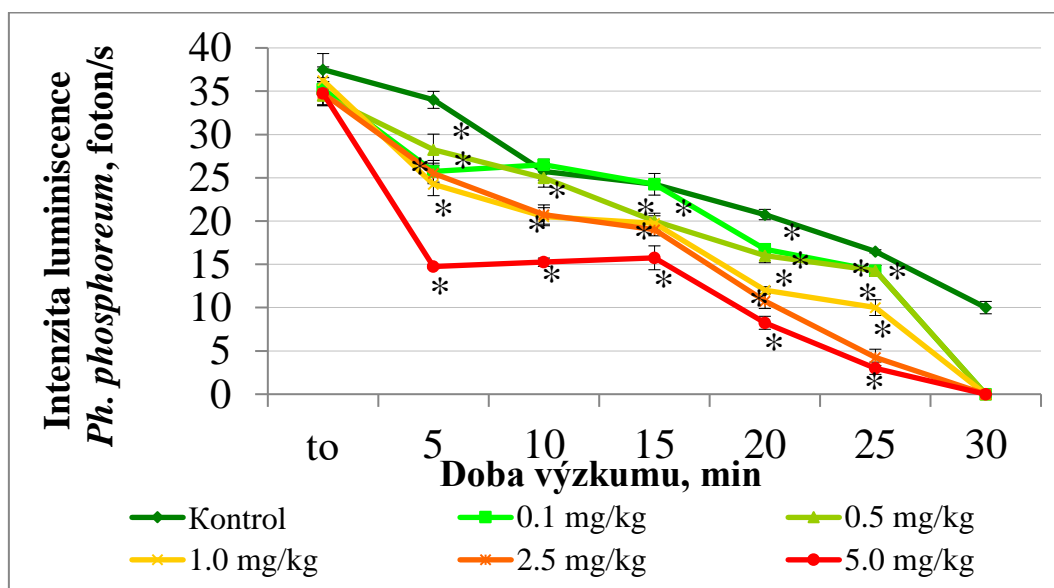
Po aplikaci krmných extraktů s různými hladinami herbicidu Agroshchyt Super na testovanou kulturu byl 5 minut po aplikaci pozorován pravděpodobný pokles intenzity luminiscence ($p < 0,05$): pro 0,1 mg/kg krmiva – o 24,3 %, u 0,5 mg/kg krmiva – o 16,9 %, u 1,0 mg/kg krmiva – o 28,7 %, pro 2,5 mg/kg krmiva – o 25,0% a pro 5,0 mg/kg krmiva – o 56,6 % vzhledem ke kontrole. Po 10 minutách experimentu při obsahu 1,0; 2,5 a 5,0 mg/kg krmiva se intenzita luminiscence snížila ($p < 0,05$) o 20,4; 19,4 a 40,8 %, v daném pořadí, vzhledem ke kontrole. Po 15 minutách experimentu při obsahu 0,5; 1,0; 2,5 a 5,0 mg/kg krmiva se intenzita luminiscence snížila ($p < 0,05$) o 17,5; 18,6; 21,6 a 35,1%, v daném pořadí, vzhledem ke kontrole. Po 20 minutách experimentu byl pozorován pravděpodobný pokles intenzity luminiscence ($p < 0,05$): pro 0,1 mg/kg krmiva – o 19,3 %; u 0,5 mg/kg krmiva – o 22,9 %; u 1,0 mg/kg krmiva – o 42,2 %; pro 2,5 mg/kg krmiva – o 48,2 % a pro 5 0 mg/kg krmiva – o 60 2 % vzhledem ke kontrole. Podobný vzorec byl pozorován po 25 minutách experimentu: pokles intenzity luminiscence ($p < 0,05$): pro 0,1 mg/kg krmiva byl 13,6 %; pro 0,5 mg/kg krmiva – 13,6 %; pro 1,0 mg/kg krmiva – 39,4 %; pro 2,5 mg/kg krmiva – 74,2 % a pro 5,0 mg/kg krmiva – 81,8 % vzhledem ke kontrole. V posledním období výzkumu, při aplikaci herbicidu Agroshchyt super ve všech dávkách, byla pozorována úplná inhibice luminiscence *Ph. phosphoreum* (obr. 1).

Procento snížení intenzity luminiscence *Ph. phosphoreum* odpovídalo indexu toxicity (T), což umožnilo provést toxikologické hodnocení krmiva s různými hladinami super herbicidu Agroshchyt Super. Při obsahu léčiva 0,1 mg/kg krmiva byl tedy index toxicity pro 20-25 min (doporučená doba působení fluorescenčních indikátorů) v průměru 16,5; s obsahem 0,5 mg/kg krmiva – 18,3; pro 1,0 mg/kg krmiva (maximální přípustný obsah) – 40,8; pro 2,5 mg/kg krmiva – 61,2 a pro 5,0 mg/kg krmiva byl průměrný index toxicity 71,0. Získaná data umožňují konstatovat, že krmivo obsahující herbicid Agroshchyt super v množství nižším než 0,1 až 0,5 mg/kg krmiva včetně je netoxické (index toxicity menší než 20), s obsahem 1,0 mg/kg krmivo toxické (index toxicity od 20 do 50) a při obsahu 2,5 mg/kg a vyšším je krmivo vysoce toxické (index toxicity větší než 50).

Bioluminiscenční mikroorganismy jsou dnes poměrně široce používány pro toxikologické hodnocení objektů životního prostředí. Nejpoužívanější je biotest Microtox

(Strategic Diagnostics, Inc., Německo, Spojené státy americké) založený na *Ph. phosphoreum*, kmen NRRL-B-11177, někdy také nazývaný *Vibrio fischerii*, kmen NRRL-B-11177, který byl vyvinut první a je široce používán v laboratorních a terénních studiích ke kontrole kvality průmyslových a přírodních vod v několika zemích, ke stanovení stupně toxicity chemických sloučenin a vytvářených farmakologických přípravků (Johnson, 2005).

Vurm et al. (2021) stanovili účinek glyfosátu na luminiscenci *Aliivibrio fischeri*: EK_{50} byla 0,811 $\mu\text{g/ml}$. V našich studiích byla EK_{50} herbicidu Agroschyt Super (AL draselná sůl glyfosátu) přibližně na úrovni 1,0 až 2,5 mg/kg krmiva (procento inhibice 40,8, resp. 61,2 %), což z hlediska konečné koncentrace v extraktu byla v průměru 0,875 $\mu\text{g/ml}$, to znamená, že námi získaná data jsou v souladu s literárními údaji.



Obrázek 1: Dynamika intenzity luminiscence *Ph. phosphoreum* za podmínek zkrmování různých dávek herbicidu Agroschyt Super (draselná sůl glyfosátu) ($M \pm m$, $n=6$, * – $p < 0,05$ – vzhledem ke kontrole).

Závěr

Luminiscenci *Photobacterium phosphoreum* lze využít pro rychlé (do 30 minut) toxikologické hodnocení krmiv kontaminovaných herbicidy, které zabrání ekonomickým škodám z nedostatku zemědělských produktů v důsledku otravy a zajistí bezpečnost výsledných produktů pro člověka. Získaná data naznačují potřebu dalšího výzkumu toxikologických charakteristik glyfosát obsahujících herbicidů v těle laboratorních a užitkových zvířat, případně s další revizí (směrem dolů) maximálních přípustných úrovní v krmivech.

Literatura

Antier, C., Kudsk, P., Reboud, X., Ulber, L., Baret, P. V., & Messéan, A. 2020. Glyphosate Use in the European Agricultural Sector and a Framework for Its Further Monitoring. *Sustainability*, vol. 12, no. 14, 5682. <https://doi.org/10.3390/su12145682>

Cech, R.M., Jovanovic, S., Kegley, S., Hertoge, K., Leisch, F., & Zaller, J.G. 2022. Reducing overall herbicide use may reduce risks to humans but increase toxic loads to honeybees, earthworms and birds. *Environmental Sciences Europe*, vol. 34, no. 1, pp. 44. <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00622-2>

- Clapp, J. 2021. Explaining Growing Glyphosate Use: The Political Economy of Herbicide-Dependent Agriculture. *Global Environmental Change*, vol. 67, 102239. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102239>
- EC COM/2020/381. 2020. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. EUR-Lex - 52020DC0381 - EN - EUR-Lex (europa.eu)
- Gerssen, A., Bovee, T.H.F., Van Ginkel, L.A., Van Iersel, M.L.P.S., & Hoogenbooma, R.L.A.P. 2019. Food and feed safety: Cases and approaches to identify the responsible toxins and toxicants. *Food Control*, vol. 98, pp. 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.10.028>
- Gill, J.P.K., Sethi, N., Mohan, A., Datta, S., & Girdhar, M. 2018. Glyphosate toxicity for animals. *Environmental Chemistry Letters*, vol. 16, pp. 401-426. <https://doi.org/10.1007/s10311-017-0689-0>
- Gozalczany, S.B., & Rodriguez-Basso A.G. 2021. Strategies to apply 3Rs in preclinical testing. *Pharmacology Research & Perspectives*, vol. 9, no. 5, e00863. <https://doi.org/10.1002/prp2.863>
- Johnson, B.T. 2005. Microtox® Acute Toxicity Test. *Small-Scale Freshwater Toxicity Investigations*, vol. 1, pp. 69-105. https://doi.org/10.1007/1-4020-3120-3_2
- Li, L., Wu, S., Yang, P., Liu, Q., & Tang, S. 2020. Rapid detection and toxicity assessment of ochratoxin A by *Photobacterium leiognathi* in drinking water. Special Issue: Recent Advances in Meat Products Quality & Safety Improvement and Assurance. *International Journal of Food Science*, vol. 55, no. 3, pp. 1359-1367. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14411>
- Straw, E. A., Carpentier, E. N., & Brown, M. J. 2021. Roundup causes high levels of mortality following contact exposure in bumble bees. *Journal of Applied Ecology*, vol. 58, no.6, pp. 1167-1176. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13867>
- Vurm, R., Tajnaiová, L., & Kofroňová, J. 2021. The Influence of Herbicides to Marine Organisms *Aliivibrio fischeri* and *Artemia salina*. *Toxins*, vol. 9, pp. 275. <https://doi.org/10.3390/toxins9110275>
- Zaller, J.G., Weber, M., Maderthaler, M., Gruber, E., Takács, E., Mörtl, M., Klátyik, S., Győri, J., Römbke, J., Leisch, F., Spangl, B., & Székács, A. 2021. Effects of glyphosate-based herbicides and their active ingredients on earthworms, water infiltration and glyphosate leaching are influenced by soil properties. *Environmental Sciences Europe*, vol. 33, pp. 51. <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00492-0>

Poděkování

Autoři vyjadřují upřímnou vděčnost Tatianě Golovach, kandidátce biologických věd, vedoucí deponitáře mikroorganismů Ústavu mikrobiologie a virologie pojmenovaného po D. K. Zabolotny z Národní akademie věd Ukrajiny za dodání kmene *Photobacterium phosphoreum* (IMB B –7071; Sq3) ke studiu).

Kontaktní adresa

Olena Kurbatska, Ph.D., Laboratoř toxikologického monitoringu, Národní vědecké centrum, Ústav experimentální a klinické veterinární medicíny, Hryhoriya Skovorody tř. 83, 61000 Charkiv, Ukrajina, e-mail: toxy-lab@ukr.net

**„HYGIMON“ - Cílený monitoring hygienické a zdravotní
nezávadnosti potravin v ČR**
***„HYGIMON“ - Targeted monitoring of hygienic and health safety of
food in the Czech Republic***

Kýrová, V., Ostrý, V., Řehůřková, I., Ruprich, J.

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

Souhrn

Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí začal svou pravidelnou činnost v roce 1994. Monitorování dietární expozice populace v ČR spolehlivě funguje tedy již 30 let. Na Centru zdraví, výživy a potravin SZÚ v Brně je od roku 2014 realizována studie „*HYGIMON*“ jako součást monitoringu dietární expozice - subsystému IV. Cílem této studie je reagovat na zhoršující se situaci v oblasti falšování potravin a jejich hygienické kvality, která je nedílnou součástí „bezpečnosti potravin“ kontrolované orgány ochrany veřejného zdraví (tipování námětů a vytváření podkladů pro kontrolní akce). Studie „*HYGIMON*“ je zaměřená na „cílené“ sledování hygienické a zdravotní nezávadnosti potravin a pokrmů s využitím molekulárně-biologických metod (PCR). Jde zejména o detekci a identifikaci GMO v potravinách a pokrmech, druhové falšování potravin a klamání spotřebitele a výskyt toxigenních plísní v potravinách.

Klíčová slova: *hygienická a zdravotní nezávadnost, potraviny, falšování potravin, GMO, plísně, PCR.*

Abstract

The system of monitoring the health condition of the population of the Czech Republic in relation to the environment began its regular activities in 1994. Monitoring of the dietary exposure of the population in the Czech Republic has therefore been working reliably for 30 years. The "*HYGIMON*" study has been carried out since 2014 as an accompanying part of the monitoring of dietary exposure of subsystem IV at the Centre for Health, Nutrition and Food in Brno. The aim of this study is to respond to the deteriorating situation in the area of food adulteration and its hygienic quality, which is an integral part of "food safety" controlled by The Authority for the protection of public health (tipping topics and creating documents for control actions). The "*HYGIMON*" project is focused on "targeted" monitoring of the hygienic and health safety of food and meals using molecular-biological methods (PCR). In particular, it concerns the detection and identification of GMOs in food and dishes, adulteration of food and deception of the consumer and occurrence of toxigenic moulds in food.

Key words: *hygiene and health safety, foodstuff, food adulteration, GMO, moulds, PCR*

Úvod

Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva (MZSO) ČR ve vztahu k životnímu prostředí začal svou pravidelnou činnost v roce 1994. Monitorování dietární expozice populace v ČR spolehlivě funguje tedy již 30 let. Od roku 2013 se do popředí zájmu orgánů ochrany veřejného zdraví (OOVZ) a také veřejnosti, dostalo závažné zjištění, týkající se falšování potravin živočišného původu. Jednalo se o případy výskytu koňského masa v různých druzích pokrmů z hovězího masa v rámci EU včetně ČR. EU na

uvedenou situaci zareagovala přípravou akčního plánu pro boj s podvodnými praktikami v oblasti potravin, který je realizovaný od roku 2014.

V rámci MZSO na Centru zdraví, výživy a potravin SZÚ v Brně je od roku 2014 realizována, jako součást monitoringu dietární expozice subsystému IV, studie „*HYGIMON*“. Studie „*HYGIMON*“ se zabývá „cíleným“ sledováním hygienické a zdravotní nezávadnosti potravin a pokrmů, jako reakce na zhoršující se situaci v oblasti falšování potravin a v oblasti zhoršující se kvality potravin, která může být spojena i s jejich zdravotní závadností. Tím slouží také k zajištění vysoké úrovně ochrany lidského zdraví a zájmů spotřebitelů (SZÚ, 2022).

Výstupy ze studie „*HYGIMON*“ mohou sloužit mimo jiné i pro OOVZ k možnému vytipování námětů pro specifické kontrolní akce v rámci státního zdravotního dozoru. Studie „*HYGIMON*“ bezprostředně reaguje na současnou situaci, která souvisí s potravinami nesplňujícími kritéria podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 v platném znění, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin. Studie „*HYGIMON*“ je zaměřená na monitoring „zdravotně a hygienicky závadných“ potravin s využitím molekulárně-biologických metod (PCR).

V rámci studie „*HYGIMON*“ jsou realizovány tři dílčí studie:

- 1) „*HYGIMON*“ – detekce a identifikace GMO
- 2) „*HYGIMON*“ – falšování potravin živočišného původu
- 3) „*HYGIMON*“ – toxinogenní plísňe a potraviny

„*HYGIMON*“ - detekce a identifikace GMO

Detekce a identifikace GMO byla zaměřena na rýži, vzhledem k pravidelným záchytům GM rýže hlášeným v systému Rychlého varování pro potraviny a krmiva (RASFF) na trhu EU. GM rýže není dosud v EU povolena k uvádění na trh (ISAAA, 2024). V období 2014-2023 bylo celkem vyšetřeno 528 vzorků rýže, 240 vzorků rýžových výrobků a 192 vzorků pokrmů na bázi rýže. Vzorky byly ročně odebírány ve čtyřech odběrových termínech na 12 odběrových místech v ČR. Vzorky byly vyšetřeny screeningovou metodou polymerázové řetězové reakce (PCR) se zaměřením na detekci *35S* promotoru, *nos* terminátoru a *bar* genu. Tento analytický postup umožňuje záchyt i nepovolených GMO.

Celkem byla u jednoho vzorku jasmínové rýže, třech vzorků rýžových výrobků (rýžová mouka) a 13 vzorků pokrmů obsahujících rýži (rýžové nudle a rýžový závitok) prokázána přítomnost *35S* promotoru, příp. *nos* terminátoru nebo *bar* genu. Za stávajících technických podmínek a diagnostických možností nelze určit, o jakou genetickou modifikaci se může jednat. Počty záchytů v jednotlivých letech jsou uvedeny v grafu (SZÚ, 2023). Obdobné výsledky přítomnosti pouze screeningových elementů *35S* promotor, příp. *NOS* terminátor a *cryIAb/Ac* byly zjištěny u případů hlášených i v systému RASFF (European Commission, 2024). I v těchto případech nebylo také specifikováno, o kterou genetickou modifikaci se jedná.



Graf 1: Počet vzorků obsahující GM rýži v jednotlivých letech

„HYGIMON“ - falšování potravin živočišného původu

Podvodné nebo nepřesné údaje o složení potravin jsou široce rozšířený problém, zejména v případě dražších potravin. Nejčastěji jde o nahrazení jednoho druhu/productu podobným, ale levnějším, méně kvalitním či snáze dostupným. V EU se jednalo o případech výskytu koňského masa v různých druzích pokrmů z hovězího masa.

V roce 2014 bylo ve spolupráci s KHS Středočeského kraje odebráno celkem 19 vzorků pokrmů a výrobků z hovězího masa. Diagnostika byla zaměřena na detekci koňského masa. Ve třech případech byla přítomnost koňského masa prokázána v pokrmech z mletého masa, které bylo deklarováno jako hovězí. Provedené analýzy prokázaly, že koňské maso se v pokrmech vyskytovalo i přes zavedení akčního plánu, který Evropská komise představila v březnu 2013 v reakci na odhalení rozsáhlé sítě podvodníků, kteří vydávali koňské maso za hovězí.

Vzhledem k narůstajícím zájmům spotřebitelů o mořské ryby, vyvstalo podezření, zda nedochází k jejich falšování. Další diagnostika byla zaměřena na detekci a identifikaci ryb čeledi treskovitých (*Gadidae*) a rodu štikozubec (*Merluccius* spp.) v pokrmech a výrobcích z mořských ryb (Kyrova et al. 2015; Kyrova et al. 2017). Ve spolupráci s KHS Středočeského kraje bylo celkem odebráno 57 vzorků pokrmů a výrobků z mořských ryb, deklarovaných jako treska (47 vzorků) nebo štikozubec (6 vzorků), případně rybí filé (4 vzorky). Treskovité ryby byly prokázány u 44 vzorků, štikozubec u pěti vzorků. U jednoho vzorku rybího filé byly prokázány treskovité ryby (směs tresky aljašské a tresky obecné) a u tří vzorků byl prokázán štikozubec. Další analýza spočívala v identifikaci jednotlivých druhů tresek, treska obecná (*Gadus morhua*), treska aljašská (*Theragra chalcogramma*) a treska tmavá (*Pollachius virens*). U jednoho vzorku deklarovaného jako treska aljašská nebyly prokázány ani treskovité ani štikozubec a stanovený obsah rtuti odpovídal spíše množství, které známe u sladkovodních ryb. U dvou vzorků deklarovaných jako treska aljašská byl detekován pouze štikozubec. U pěti vzorků deklarovaných jako treska aljašská byla také prokázána přítomnost i tresky obecné. Jeden vzorek deklarovaný jako treska modrá byl identifikován jako treska obecná. Podrobné výsledky jsou uvedeny v tabulce 1. Výsledky analýz zaměřených na falšování ryb potvrdily naši hypotézu, že dochází k úmyslné, či nevědomé záměně druhů ryb na trhu v ČR i v provozovnách společného stravování. Nejčastějším důvodem pro falšování mořských ryb jsou důvody ekonomické, kdy je dražší druh (treska tmavá) zcela

nahrazen nebo použit ve směsi s levnějším druhem (treska aljašská, štikozubec). Lze očekávat i jiné nutriční složení a možný obsah kontaminantů.

Tabulka 1: Výsledky vyšetření vzorků ryb čeledi treskovitých a štikozubce

Deklarováno jako		Výsledky detekce								
		n	G	Tc	Gm	Pv	Msp	Tc+Msp	Tc+Gm	Gm+Pv
<i>Treskovité</i>	(G)	11	10	3	2	-	-	-	2	2
<i>Treska aljašská</i>	(Tc)	22	19	12	-	-	2	1	5	-
<i>Treska obecná</i>	(Gm)	7	7	-	3	-	-	-	-	-
<i>Treska tmavá</i>	(Pv)	6	6	-	-	3	-	-	-	-
<i>Treska modrá</i>	(Mp)	1	1	-	1	-	-	-	-	-
<i>Štikozubec</i>	(Msp)	6	-	-	-	-	5	-	-	-
<i>Rybí filé</i>		4	1	-	-	-	3	-	1	-
Celkem		57	44	15	6	3	10	1	8	2

Pozn.: n - počet vyšetřených vzorků

„HYGIMON“ - toxinogenní plísně a potraviny

Substudie „HYGIMON“ – toxinogenní plísně a potraviny je realizována od roku 2018. Monitorovací období této dílčí studie je dvouleté. Specializované mykologické vyšetření je zaměřeno zejména na popis a charakterizaci nebezpečí výskytu toxinogenních plísní významných producentů mykotoxinů ve vybraných potravinách. V posledních letech jsou k detekci toxinogenních plísní a ke stanovení jejich toxinogenity používány molekulárně biologické metody (PCR).

Potraviny jsou vhodným substrátem pro kontaminaci, růst a rozmnožování toxinogenních plísní a následně pro produkci mykotoxinů. Potraviny kontaminované toxinogenními plísněmi tedy představují významné nebezpečí pro zdraví populace v ČR, zejména z hlediska tzv. pozdních toxických účinků (např. karcinogenních, vývojové toxicity). K nejvýznamnějším toxinogenním plísním patří na základě nejnovějších vědeckých poznatků producenti aflatoxinů (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*), ochratoxinu A (*A. sekce Nigri*, *A. carbonarius*, *A. westerdijkiae*, *Penicillium verrucosum*), citrininu (*P. verrucosum*) a patulinu (*P. expansum*).

Dílčí studie „HYGIMON“ – toxinogenní plísně bezprostředně reaguje také na skutečnost, že v ČR nejsou k dispozici aktuální data o míře kvalitativní a kvantitativní kontaminace potravin plísněmi a ucelená spolehlivá data o výskytu toxinogenních plísní - producentů aflatoxinů, ochratoxinu A, citrininu a patulinu v potravinách. A to za alarmující situace, kdy dochází k aktuální změně klimatu a ke globálnímu oteplování a možnému ovlivnění výskytu toxinogenních plísní a mykotoxinů v potravinách. Získaná data a jejich vyhodnocení jsou prvním předpokladem pro možnou realizaci recentního hodnocení dietární expozice a charakterizaci zdravotního rizika toxinogenních plísní izolovaných z potravin v ČR.

V období 2018 - 2023 bylo analyzováno celkem 1452 vzorků potravin. Počet izolátů toxinogenních plísní izolovaných z potravin je uveden v tabulce 2.

Tabulka 2: Počet izolátů toxinogenních plísní izolovaných z potravin

Druh toxinogenní plísně	Počet izolátů		
	2018 - 2019	2020 - 2021	2022 - 2023
<i>Aspergillus flavus</i>	9	16	26
<i>Aspergillus parasiticus</i>	-	-	1
<i>Aspergillus</i> sekce <i>Nigri</i>	73	75	92
<i>Penicillium expansum</i>	-	-	11
<i>Penicillium verrucosum</i>	-	-	3

Závěr

Studie „HYGIMON“ bude realizována i v dalších letech a bude bezprostředně reagovat na nová závažná zjištění v oblasti hygienické a zdravotní nezávadnosti potravin a pokrmů. Žádoucí je tak spolupráce s OOVZ, která může hrát důležitou roli při předcházení potenciálním zdravotním rizikům pro spotřebitele.

Literatura

European Commission. 2024. RASFF Window, Version 3.2.1 [Internet]. Directorate-General for Health and Food Safety (DG SANTE); [citováno 12. 8. 2024]. Dostupné z: <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/search/>

ISAAA. GM Approval Database. Rice (*Oryza sativa* L.) [Internet] 2024 [citováno 12. 8. 2024] Dostupné z:

<https://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/crop/default.asp?CropID=17&Crop=Rice>

Kyrova, V., Ostry, V., Surmanova, P., Rehurkova, I., Ruprich, J., Jechova, M. 2015. Horse meat in beef products and adulteration of gadoid fish meat products in the Czech Republic. *Maso International Journal of Food Science and Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 147-150.

Kyrova, V., Suramnova, P., Ostry, V., Rehurkova, I., Ruprich, J., Jechova, M. 2017. Sea fish fraud? A confirmation of Gadoid species food labelling. *British Food Journal*, vol. 119, Iss 1, pp. 122–130.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-03-2016-0113/full/html>

SZÚ. 2023 Výsledky systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí 2022, subsystem 4 „Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců, Dietární expozice“. SZÚ Praha https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/11/Vysledky_Monitoringu_2022.pdf

Pozn: Další použitá literatura je k dispozici u autora

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, Oddělení analýzy bezpečnosti a potravin, Palackého 3a, Brno, 612 42, e-mail: veronika.kyrova@szu.cz

Vzt'ah medzi súmernosťou vemena a kvalitou a množstvom získaného mlieka

Relationship between udder symmetry and quality and quantity of milk produced

Mačuhová, L.¹, Tančin, V.^{1,2}, Mačuhová, J.³

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

Ako prvá charakteristika vemena je hodnotená jeho súmernosť (t. j. preváženosť vemena), nakoľko ak je vemeno prevážené ďalšie jeho vlastnosti už nie sú hodnotené. Cieľom tejto práce bolo zistiť vplyv preváženia vemena na množstvo a kvalitu mlieka. Bahnice na jednej farme boli podľa stupňa preváženia vemena rozdelené do troch skupín: 1. skupina (zvieratá s výrazne preváženým veménom, keď jedna polovica vemena je výrazne väčšia ako druhá) – 56 ks zvierat, 2. skupina (zvieratá s mierne preváženým veménom) – 40 ks a 3. skupina (zvieratá so súmerným – nepreváženým veménom) – 467 zvierat. Počas jedného dojenia sa zisťoval nádoj, zloženie mlieka (obsah tuku, bielkovín, laktózy, beztukovej sušiny a celkovej sušiny; %) a počet somatických buniek (PSB). Stupeň preváženia vemena sa zisťoval pred samotným dojením. Vplyv stupňa preváženia vemena sa signifikantne prejavil len na nádoji, kedy bol zistený preukazný rozdiel len medzi bahnicami s výrazne preváženým veménom a bahnicami so súmerným veménom, teda 1.skupinou (197 mL) a 3. skupinou (242 mL) ($P < 0,0117$). Stupeň preváženia vemena nemal vplyv na zloženie mlieka (tendencia bola zistená len medzi 1.skupinou (4,58 %) a 3. skupinou (4,75 %) pri percentuálnom zastúpení laktózy) a ani na zdravotný stav vemena (PSB).

Kľúčové slová: *preváženie vemena, produkcia, zloženie mlieka, počet somatických buniek*

Abstract

The first characteristic of the udder that is evaluated is its symmetry, since if the udder is asymmetric the other characteristics are not evaluated. The aim of this work was to investigate the effect of udder asymmetry on milk quantity and quality. Ewes were divided into three groups according to the degree of the udder asymmetry: 1. group (animals with significantly asymmetric udder, when one half of the udder is significantly larger than the other) - 56 animals, 2. group (animals with moderately asymmetric udder) - 40 animals, 3. group (animals with symmetric udder) - 467 animals. During one milking, milk yield, milk composition (content of fat, protein, lactose, fat-free solids, and total solids; %) and somatic cell count (SCC) were determined. The degree of udder asymmetry was determined before milking. The effect of the degree of udder asymmetry was significant only on milking yield, where a demonstrable difference was found only between ewes with a significantly asymmetric udder and ewes with a symmetric udder, i.e. 1. group (197 mL) and 3. group (242 mL). The degree of udder asymmetry had no effect on milk composition or udder health (SCC).

Key words: *asymmetric udder, production, milk composition, somatic cell counts*

Úvod

Lineárne hodnotenie vemena má svoje miesto pri hodnotení produkcie mlieka, nakoľko so šľachtením bahnic na vyššiu produkciu mlieka dochádza k zhoršovaniu jednotlivých vlastností vemena, ktoré majú vplyv na bezproblémový proces dojenja a získanie maximálneho množstva mlieka v dobrej kvalite (Mačuhová a kol., 2023). V chovoch zameraných na produkciu mlieka sa len málokto zaoberajú hodnoteným vlastností vemena. Funkčné a dobre tvarované vemeno je základným predpokladom prirodzeného odchovu jahniat a dobrej produkcie mlieka (Milerski a Schmidova, 2016; Smith a kol., 2023). Morfológická stavba vemena súvisí s jeho vhodnosťou pre strojové dojenie, produkciou a zložením mlieka, dojiteľnosťou a schopnosťou jahňať a nájsť a uchopiť cecok (Rovai a kol., 1999; Ugarte a Gabina, 2004; Prpić a kol., 2013; Milerski a Schmidova, 2016; Mačuhová a kol., 2021). Súmernosť vemena je hodnotená ako prvá charakteristika vemena počas hodnotenia. Je hodnotená subjektívne. V prípade vemien s jednostranným, či výrazne nesúmerným (preváženým) vemenom ostatné charakteristiky vemena v rámci lineárneho popisu vemena nie sú merané a ani hodnotené (Milerski a Schmidova, 2016). Podľa Murphy a kol. (2021) sa percentuálne zastúpenie zvierat s preváženým vemenom s vekom zvyšuje. Cieľom našej práce bolo zistiť vplyv preváženia vemena na produkciu a zloženie získaného mlieka.

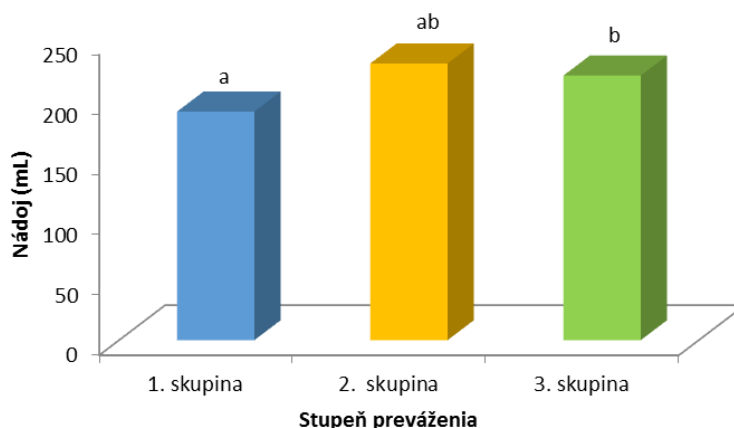
Materiál a metodika

Súmernosť (stupeň preváženia) vemena bola hodnotená na jednom podniku s 577 bahnicami plemien cigája, zošľachtená valaška a ich krížencov počas jedného večerného dojenja. Zvieratá boli dojené dvakrát denne. 13 zvierat bolo vyradených kvôli nekompletným údajom (nulový nádoj). Hodnotenie prebiehalo podľa upravenej metodiky Milerski a Schmidova (2016). Bahnice boli podľa preváženia vemena rozdelené do troch skupín: 1. skupina (zvieratá s výrazne preváženým vemenom, keď jedna polovica vemena je výrazne väčšia ako druhá) – 56 ks zvierat, 2. skupina (zvieratá s mierne preváženým vemenom) – 40 ks, 3. skupina (zvieratá so súmerným vemenom) – 467 zvierat. Zloženie mlieka (tuk, bielkoviny, laktóza, beztuková sušina, sušina; %) bolo analyzované prístrojom MilkoScan FT120. A počet somatických buniek bol stanovený prístrojom Somacount 150 (Bentley Instruments, Inc, Chaska, Minesota). Štatistické spracovanie sa uskutočnilo v SAS použitím Kruskal-Wallisovho testu pre neparametrické hodnotenie údajov.

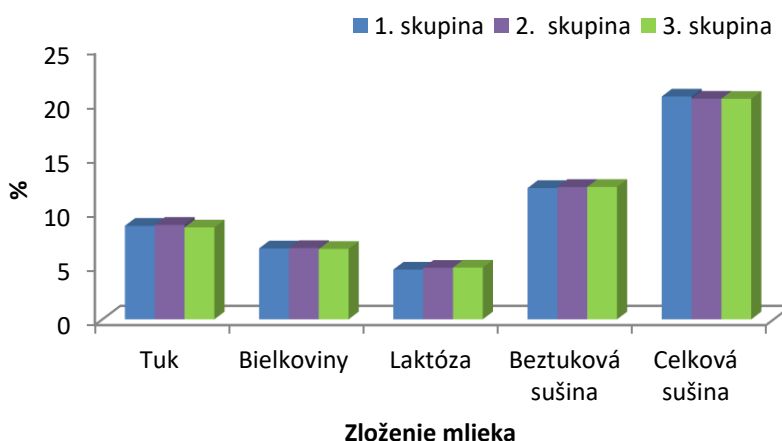
Výsledky a diskusia

Nesúmernosť vemena môže byť spôsobená preferenciou jahňať a cicat' iba jeden cecok, výskytom ochorenia (mastitída) v jednej polovici vemena, horším vyprázdňovaným jednej polovice vemena ale môže byť aj vrodená (Menzies a kol., 2014). Zvieratá s vyššou produkciou mlieka pri odstave majú vyšší predpoklad vzniku abnormalít vemena v neskoršej laktácii (Murphy a kol., 2021). Vplyv stupňa preváženia vemena sa v našej štúdií signifikantne prejavil len na nádoji ($P < 0,05$), kedy bol zistený preukazný rozdiel len medzi bahnicami s výrazne preváženým vemenom a bahnicami so súmerným vemenom, teda medzi 1.skupinou (197 mL) a 3. skupinou (242 mL) (Graf 1). Stupeň preváženia vemena nemal signifikantný vplyv na zloženie mlieka ($P > 0,05$). Pri percentuálnom zastúpení laktózy bola zistená tendencia signifikantnosti medzi 1. a 3. skupinou (4,58 % a 4,75 %). Numericky najnižšie zastúpenie tuku, bielkovín a celkovej

sušiny bolo zistené v 3. Skupine (Graf 3). Podobne ako aj PSB aj skóre somatických buniek boli numericky najnižšie v 3. skupine zvierat a najvyššie v 1. skupine (Tabuľka 1). Ak je vysoký výskyt zvierat v stáde s preváženým vemenom, je nutné sa zamerať na zhodnotenie správnosti procesu dojenia na hodnotenej farme. Na sledovanej farme bolo do 1. skupiny zaradených 10 % zvierat, do 2. skupiny 7 % a do 3. skupiny 83 %.



Graf 1: Vplyv stupňa preváženia vemená na množstvo získaného mlieka (mL)



Graf 2: Vplyv stupňa preváženia vemená na zloženie získaného mlieka (%)

Tabuľka 1: Vplyv stupňa preváženia na zdravotný stav vemená (PSB a SSB)

	Stupeň preváženia		
	1. skupina	2. skupina	3. skupina
N	56	40	467
log PSB buniek/mL	1,94±0,90	1,68±0,65	1,68±0,72
SSB	2,89±3,07	1,91±2,17	1,94±2,40

Záver

Lineárne hodnotenie vemená má svoje miesto pri hodnotení produkcie mlieka, nakoľko so šľachtením bahníc na vyššiu produkciu mlieka dochádza k zhoršovaniu jednotlivých

vlastností vemena, ktoré majú vplyv na bezproblémový proces dojenia a získanie maximálneho množstva mlieka v dobrej kvalite. Vplyv stupňa preváženia vemena sa signifikantne prejavil len na nádoji, kedy bol zistený preukazný rozdiel len medzi bahnicami s výrazne preváženým vemenom a bahnicami so súmerným vemenom, teda medzi 1.skupinou (197 mL) a 3. skupinou (242 mL). Stupeň preváženia vemena nemal preukazný vplyv na zloženie mlieka a ani na zdravotný stav celkového vemena. V budúcnosti bude nutné vykonať odber mlieka z každej polovice vemena, ak to bude možné, nakoľko menšia polovica vemena už môže byť zasušená.

Literatúra

- Mačuhová, L., Tančin, V., Mačuhová, J. 2021. Fyziologické a morfológické aspekty získavania mlieka bahnic. *Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre*, 189 p.
- Mačuhová, L., Tančin, V., Mačuhová, J., Uhrinčat', M., Gancárová, B. 2023. Vzťah medzi vybranými morfológickými vlastnosťami vemena, kvalitou a kvantitou mlieka pri bahniciach plemena slovenská dojná ovca. In: *Hygiena a technológie potravín LII. Lenfeldovy a Höklovy dny*, Veterinárni univerzita Brno, pp. 196-199.
- Menzies, P. I., Jansen, J., Fitzpatrick, C., Foran M., Wilman, P., Taylor, V. 2014. A guide to udder health for dairy sheep: *To Assist Producers, Veterinarians, Extension and Dairy Support Personnel in the Production of Quality Sheep Milk. University of Guelph*, pp.202.
- Milerski, M., Schmidová, J. 2016. Metodika lineárneho popisu vemen ovčí. Výzkumný ústav živočišnej výroby, v.v.i. V Uhříněvsi, *Certifikovaná metodika 978-80-7403-148-9*. 2016-04-05.
- Murphy, T.W., Taylor, J. B. 2021 The relationship between milk score near parturition and udder score near weaning and their effects on Polypay, Rambouillet, and Targhee ewe productivity, *Translational Animal Science*, vol. 5, (S1), pp. 134-138.
- Prpić, Z., Mioč, B., Vnučec, I., Držaić, V., Pavič, V. 2013. Non-genetic factors of udder morphology traits in Istrian ewes. *Mljekarstvo/Dairy*, vol. 63, no. 2, pp.72-80.
- Ugarte, E., Gabina, D. 2004. Recent development in dairy sheepbreeding. *Archives of Animal Breeding*, vol. 47, pp. 10-17.
- Rovai, M., Such, X., Piedrafita, J., Caja, G., Pujol, M. R. 1999. Evaluation of morphology traits during lactation and its relationship with milk yield of Manchega and Lacaune dairy sheep. In: *Milking and milk production of dairy sheep and goat*. EAAP Publication No. 95, Wageningen, The Netherlands, pp. 107-109.
- Smith, E.G., Hine, B.C., Acton G.A, Bell, A.M., Doyle, E.K., Smith, J.L. 2023 Ewe udder and teat traits as potential selection criteria for improvement of Merino lamb survival and growth. *Small Ruminant Research*, vol. 225), pp. 107019-9. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.107019>

Pod'akovanie

Tato práca bola podporená projektom APVV-21-0134.

Kontaktná adresa

Ing. Lucia Mačuhová, PhD., NPPC, Výskumný ústav živočišnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: lucia.macuhova@nppc.sk

Účinky diét s rôznou hladinou lyzínu na kvalitu mäsa a produkčné parametre výkrmových ošípaných

Effects of diets with different level of lysine on the meat quality and production parameters of fattening pigs

Marcin, A., Harčárová, M., Hreško Šamudovská, A., Bujňák, L.
Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

Súhrn

Cieľom experimentálnej štúdie bolo overenie možností ovplyvnenia kvality jatočného produktu a produkčných parametrov ošípaných optimalizáciou koncentrácie lyzínu v krmných zmesiach (KZ). Do krmneho pokusu bolo zaradených 30 výkrmových ošípaných rozdelených do 3 skupín (prasničky : kastrované kančky 1 : 1, biela ušľachtilá x landras) s priemernou počiatočnou hmotnosťou 25, 23,40 a 25,70 kg. Skupiny zvierat boli po celé obdobie pokusu kŕmené len jednou KZ obsahujúcou rastlinné komponenty a kŕmne doplnkové látky. Obsahy nutričných látok v KZ-K, KZ-Exp1 a KZ-Exp2 boli nasledovné: dusikaté látky 141,12, 139,94 a 140,00 g.kg⁻¹, metabolizovateľná energia 13, 12,83 a 12,76 MJ.kg⁻¹ a Lys 7,09, 8,33 a 9,11 g.kg⁻¹. Počas pokusu boli v 30 dňových intervaloch merané a vyhodnocované produkčné parametre. Prebiehal 108 dní do dosiahnutia porážkovej hmotnosti v skupinách 108,05, 111,5 a 119,05 kg. Následne bolo vykonané hodnotenie kvality jatočných tiel ošípaných pomocou systému EUROP. Pre kŕmenie ošípaných jednou KZ po celú dobu výkrmu odporúčame pomer aminokyselín Lys : Tre : Met + Cys 100 : 71,46 : 65,75 pre dosiahnutie denného hmotnostného prírastku 864 g, spotreby krmiva 3,05 kg na 1 kg prírastku za účelom dosiahnutia hodnotenia kvality jatočných tiel ošípaných systémom EUROP na úrovni 60 % spolu v skupinách E a U.

Kľúčové slová: *kŕmny pokus, ošípané, esenciálne aminokyseliny, systém EUROP*

Abstract

The experimental study aimed to verify the possibilities of influence the quality of slaughter products and production parameters of pigs by optimizing the addition of lysine in feed mixtures (FM). 30 fattening pigs divided into 3 groups (females : castrated males 1:1, white bred x landras domestic) with an average initial weight of 25, 23.40 and 25.70 kg were included in the feeding experiment. The groups of animals were fed only one feed mixture (FM-K, FM-Exp1, FM-EXP2) containing plant components and feed additives for the entire experimental period of 108 days. The contents of nutrients in FM-K, FM-Exp1 and FM-Exp2 were as follows: crude protein 141.12, 139.94 and 140.00 g.kg⁻¹, metabolizable energy 13, 12.83 and 12.76 MJ. kg⁻¹ and Lys 7.09, 8.33 and 9.11 g.kg⁻¹. During the experiment, production parameters were measured and evaluated at 30-day intervals. The experiment lasted 108 days until the slaughter weight in the groups of 108.05, 111.5 and 119.05 kg was reached. Subsequently, the quality assessment of pig carcasses was carried out using the EUROP evaluation system. For fattening pigs with one FM all the time, we recommend the ratio of amino acids Lys: Tre:Met+Cys 100 : 71,46 : 65,75 to achieve a daily weight gain of 864 g, feed consumption of 3.05 kg per 1 kg of gain in order to achieve the evaluation of the quality of pig carcasses at the level of 60% in groups E and U according to the EUROP system.

Keywords: *feeding trial, pigs, essential amino acids, EUROP systém*

Úvod

Efektívna produkcia výkrmových ošípaných si vyžaduje rovnováhu medzi genetickým potenciálom, ktorý ovplyvňuje rast a tvorbu kvalitného jatočného produktu, ako aj schopnosť kŕmnej zmesi (KZ) zabezpečiť optimálnu realizáciu tohto potenciálu. Moderný chov ošípaných sa zameriava na produkciu živočíšnych bielkovín s nízkym obsahom tuku, čím sa dosahuje lepšia kvalita mäsa a jeho vyššia nutričná hodnota (Lefaucheur, 2010). Pre úspešný výkrm ošípaných je dôležité efektívne využitie genetickej predispozície pre rast a zväčšenie svalovej hmoty. Chovateľské postupy sa sústreďujú na zvýšenie podielu mäsa a zníženie podielu tuku v poloviciach jatočných tiel ošípaných, čo je kľúčové pre uspokojenie požiadaviek trhu na kvalitné mäsové produkty (Rauw et al., 2017).

Cieľom experimentálnej štúdie bolo overenie možností ovplyvnenia kvality jatočného produktu a produkčných parametrov ošípaných optimalizáciou koncentrácie lyzínu v KZ.

Materiál a metodika

Bol vykonaný kŕmny pokus s 30 výkrmovými ošípaných (prasničky: kastrované kanččky 1:1) plemena biela ušľachtilá x landras. Boli rozdelené do 3 skupín s počiatočnou hmotnosťou $25,0 \pm 3,873$ (kontrolná sk. K), $23,4 \pm 3,137$ (1. pokusná sk. Exp1) a $25,7 \pm 2,830$ kg (2. pokusná sk. Exp2).

Boli umiestnené do 3 koterčov na farme (Veľké Revištia, SR) v rovnakých zoohygienických podmienkach.

Tabuľka 1: Zloženie kŕmnych zmesí

Komponent	m.j.	KZ-K	KZ-Exp1	KZ-EXP2
pšenica ozim. (11% NL)	g.kg ⁻¹	559,0	540,0	536,0
jačmeň jarný (11% NL)	g.kg ⁻¹	269,0	276,0	273,0
repkové výlis. (34% NL)	g.kg ⁻¹	60,0	59,0	60,0
sójový extrah. šrot (46% NL)	g.kg ⁻¹	83,0	84,0	85,0
kŕmny vápenec	g.kg ⁻¹	10,0	10,0	10,0
dikalciumpfosfát	g.kg ⁻¹	8,0	8,0	8,0
kŕmna soľ	g.kg ⁻¹	4,0	4,0	4,0
aminokys. premix	g.kg ⁻¹	7,0	19,0	24,0

KZ – kŕmna zmes, NL – dusíkaté látky

Zvieratá v jednotlivých skupinách boli kŕmené jednou kontrolnou (KZ-K) a dvoma experimentálnymi kŕmnymi zmesami (KZ-Exp1, KZ-Exp2) (tabuľka 1), ktoré obsahovali ozimnú pšenicu, jarný jačmeň, repkové výlisky a sójový extrahovaný šrot. Do kŕmnych zmesí boli pridané minerálne látky, stopové prvky, vitamíny a aminokyseliny lyzín, metionín a treonín (L-Lys, DL-Met, Tre). Hlavnými zdrojmi bielkovín boli sójový extrahovaný šrot s obsahom 46 % dusíkatých látok (NL) a repkové výlisky s 34 % NL. Analyzované obsahy nutričných látok v KZ sú uvedené v tabuľke 2. Kŕmne zmesi a pitná voda boli k dispozícii *ad libitum*.

Každých 30 dní až do transportu na bitúnok na 108. deň boli merané živá hmotnosť jednotlivých ošípaných a spotreba krmiva v skupinách. Na základe nameraných hodnôt hmotností a spotreby krmiva boli vykonané výpočty: individuálnych hmotnostných prírastkov za jeden kŕmny deň, celkovej spotreby krmiva, celkových hmotnostných prírastkov v skupinách počas pokusného obdobia a spotreby krmiva na 1 kg prírastku.

Po odporazení na bitútku boli vykonané individuálne merania hmotností jatočných polovíček ošípaných a vyhodnotenie kvality jatočného produktu podľa systému EUROP. Štatistické vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov bolo vykonané štandardnou analýzou rozptylu a lineárnou koreláciou.

Tabuľka 2: Nutričné látky v krmných zmesiach

Parameter	m.j.	KZ-K	KZ-Exp1	KZ-Exp2
MEO	MJ.kg ⁻¹	13,00	12,83	12,76
NL	g.kg ⁻¹	141,12	139,94	140,00
VL	g.kg ⁻¹	38,77	38,53	38,47
tuk	g.kg ⁻¹	26,34	25,96	25,94
Lys	g.kg ⁻¹	7,06	8,33	9,11
Lys	g.100 g ⁻¹ NL	5,02	5,95	6,51
Tre	g.kg ⁻¹	5,13	5,90	6,51
Met+Cys	g.kg ⁻¹	4,82	5,59	5,99
Met+Cys/Lys		0,6798	0,6711	0,6575
Tre/Lys		0,7236	0,7083	0,7146
Ca	g.kg ⁻¹	6,69	6,68	6,68
P	g.kg ⁻¹	5,74	5,69	5,68

KZ – krmná zmes, MEO – metabolizovateľná energia, Lys – lyzín, NL – dusikaté látky, VL – vláknina, Tre – treonín, Met – metionín, Cys – cysteín

Výsledky a diskusia

Vyhodnotenie produkčnej účinnosti jednotlivých variantov krmných zmesí je uvedené v tabuľke 3. Štatisticky významné rozdiely boli pozorované po 30. dňoch výkrmu, kedy boli najvyššie denné hmotnostné prírastky na úrovni $0,776 \pm 0,170$ kg.deň⁻¹.ks⁻¹ ($p < 0,01$) zistené v 2. pokusnej skupine. Najvyššie denné hmotnostné prírastky boli namerané po 90. dňoch a po 105. dňoch ($0,983 \pm 0,125$ resp. $0,993 \pm 0,110$ kg.deň⁻¹.ks⁻¹) v tej istej pokusnej skupine.

Tabuľka 3: Denné hmotnostné prírastky (priemer \pm SD) výkrmových ošípaných počas krmného pokusu

Sk.	m.j.	30. deň	60. deň	90. deň	105. deň
K	kg.deň ⁻¹ .ks ⁻¹	$0,637 \pm 0,108$	$0,873 \pm 0,153$	$0,865 \pm 0,097$	$0,889 \pm 0,138$
Exp1	kg.deň ⁻¹ .ks ⁻¹	$0,468 \pm 0,126$	$0,869 \pm 0,186$	$0,905 \pm 0,120$	$0,929 \pm 0,133$
Exp2	kg.deň ⁻¹ .ks ⁻¹	$0,766^* \pm 0,170$	$0,766 \pm 0,134$	$0,983 \pm 0,125$	$0,993 \pm 0,110$

SD – smerodajná odchýlka, * $p < 0,01$

Vyhodnotená bola lineárna korelácia koncentrácie lyzínu a prírastkov hmotnosti výkrmových ošípaných. Významná korelácia bola zistená na 90. a 105. deň krmného pokusu ($r = 0,983151$; $r = 0,991241$) (tabuľka 4).

Table 4: Lineárna korelácia medzi koncentraciami lyzínu a hmotnostnými prírastkami

Obdobie výkrmu	regresná rovnica	korelačný koeficient
30. deň	$y = 0,645x + 0,108$	0,431592
60. deň	$y = -0,485x + 1,227$	-0,88367
90. deň	$y = 0,59x + 0,446$	0,983151
105. deň	$y = 0,52x + 0,521$	0,991241

Výsledky hodnotenia produkčnej účinnosti kŕmnych zmesí sú uvedené v tabuľke 5.

Table 5: Hodnotenie produkčnej účinnosti kŕmnych zmesí

Paramete	m.j.	KZ-K	KZ-Exp1	KZ-Exp2
počet zvierat(1.deň)	ks	10	10	10
živá hm.(1.deň)	kg	25,0±3,873	23.40±3.137	25,70±2,830
počet zvierat(108. deň)	ks	10	10	10
živá hm.(108.deň)	kg	108,05±15,717	111,5±12,005	119,05±15,347
kŕmne dni	deň	108	108	108
hm. prírastky	kg.deň ⁻¹ . ks ⁻¹	0,769±0,237	0,816±0,165	0,864±0,175
celková spotreba KZ (1.-108.deň)	kg	2865	2888	2847
celkový hm. prírastok (1.-108.deň)	kg	830,50	854,6	933,5
spotreba KZ/hm.prír.	kg.kg ⁻¹	3,45±0,675	3,38±0.578	3,05±0,395

KZ – kŕmna zmes

Výsledky hodnotenia jatočného produktu systémom EUROP sú uvedené v tabuľke 6. Súčty dvoch najlepších kvalitatívnych kategórií E a U boli v kontrolnej skupine 55,6 %, 60 % v 1. pokusnej skupine a 60 % v 2. pokusnej skupine.

Table 6: Hodnotenie kvality jatočných tiel ošípaných podľa systému EUROP

Sk.	E (%)	U (%)	R (%)	O (%)
K	11,2	44,4	33,3	11,1
Exp1	20,0	40,0	40,0	0
Exp2	30,0	30,0	40,0	0

Na základe dosiahnutých výsledkov, najvyššia kvalita jatočného produktu a najlepšie produkčné parametre vo výkrme ošípaných boli dosiahnuté pri kŕmení s KZ-Exp2. Hlavným zdrojom bielkovín v kŕmnej zmesi boli repkové výlisky (podiel 6%) a sójový extrahovaný šrot s podielmi 6 % a 8,5 %. Obsah esenciálnych aminokyselín Lys, Tre a Met s Cys v 100 g NL bol 9,11, 6,51 a 5,99. Hodnota metabolizovateľnej energie bola v uvedenej kŕmnej zmesi na úrovni 12,76 MJ.kg⁻¹.

Pri výkrme ošípaných je dôležitý metabolizmus látok a živín v makroorganizme ošípaných a ich vzájomné pomery. Retencia dusíkatých látok a tukov, ako aj následná syntéza svalovej a tukovej hmoty závisí od príjmu lyzínu a ostatných aminokyselín (Cho et al., 2012), od príjmu energie (Kil, 2013) a ich vzájomnej interakcie.

Optimálny príjem aminokyselín a energie v kŕmive je nevyhnutný pre efektívny rast a vývoj svalovej hmoty, pričom nesprávny pomer týchto živín môže viesť k nerovnováhe v retencii dusíka a tukov, čo ovplyvňuje celkovú kvalitu jatočného produktu (Gloaguen et al., 2014).

Množstvo syntetizovaného proteínu výrazne závisí od genotypu prasaťa. Geneticky kódovaná účinnosť retencie bielkovín sa vyjadruje ako percento chudej svaloviny v jatočnom produkte ošípaných. Všeobecne je akceptované, že výkrmové ošípané majú schopnosť retencie na úrovni 110 – 130 g bielkoviny denne. Niektoré hybridy deponujú až 200 g bielkoviny (Oksbjerg et al., 2013), čo potvrdzujú aj ďalšie štúdie zaoberajúce sa genetickými aspektami rastu a efektívnosti využitia živín (Patience et al., 2015).

Rozhodujúcim kritériom pre hodnotenie kvality bielkoviny v svalovine ošípaných je obsah lyzínu. Zloženie krmnej zmesi pre ošípané musí spĺňať požiadavky pre aminokyseliny lyzín, metionín a cystín, ako aj treonín (McDonald et al., 2022). Na základe obsahu lyzínu je odvodený koncept ideálneho proteínu, ktorý je definovaný ako pomer medzi Lys, Met + Cys, Try a Tre. Ideálny vzťah medzi Lys a vyššie uvedenými aminokyselinami je prezentovaný so značnou variabilitou. Günther a Badewien (1987) dosiahli najlepšie výsledky, keď pomer Tre k Lys bol 72 : 100. Šimeček et al. (1995) odporučili pomer Lys : Tre : Met + Cys (100 : 65 : 55).

V prípade vzájomných pomerov esenciálnych aminokyselín v ideálnom proteíne sú ich hodnoty nasledovné: lyzín 1, metionín a cystín 0,5, tryptofán 0,14, treonín 0,6, leucín 1, izoleucín 0,54, valín 0,7, histidín 0,33, fenylalanín a tyrozín 0,96 (McDonald et al., 2022). Vyššie uvedené vzťahy ovplyvňujú metabolizmus živín a zadržiavanie látok v tele ošípaných. Potvrdilo sa to aj v našom experimente, keď sa zistila významná korelácia medzi koncentráciou Lys a hmotnostnými prírastkami ošípaných. Prijatá energia sa využíva na krytie potrieb metabolizmu bielkovín a na tvorbu tukových zásob.

Záver

Pre výkrm ošípaných jednou krmnou zmesou po celú dobu odporúčame nasledujúci pomer esenciálnych aminokyselín v krmných zmesiach Lys : Tre : Met + Cys 100 : 71,46 : 65,75 pre dosiahnutie denného hmotnostného prírastku 864 g, spotreby krmiva 3,05 kg na 1 kg prírastku za účelom dosiahnutia hodnotenia kvality jatočných tiel ošípaných na úrovni 60 % v skupinách E a U podľa systému EUROP.

Literatúra

Gloaguen, M., Le Floch, N., Primot, Y., Corrent, E., van Milgen, J. 2013. Response of piglets to the standardized ileal digestible isoleucine, histidine and leucine supply in cereal-soybean meal-based diets. *Animal*, vol. 7, no. 6, p. 901-908.

<https://doi.org/10.1017/S1751731112002339>

Günther, K.P., Badewien, E. 1987. Weight gain and feed conversion efficiency of growing pigs improve when dietary threonine ratio is over 70% of lysine, indicating the high threonine requirements of heavy pigs. *Eurolysine Trial Report*, vol. 3 p. 2.

Cho, S.B., Han, In.K., Kim, Y.Y., Park, S.K., Hwang, O.H., Choi, C.W., Yang, S.H., Park, K.H., Choi, D.Y., Zoo, Y.H. 2012. Effects of lysine to digestible energy ratio on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, vol. 25, no. 11, p. 1582-1587.

<https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12311>

Lefaucheur, L. 2010. A second look into fibre typing – Relation to meat quality. *Meat Science*, vol. 84, no. 2, p. 257-270.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.05.004>

McDonald, P., Edwards, R.A. Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G. 2022. *Animal Nutrition*, Pearson Education Ltd., Harlow CM17 9NA, United Kingdom. ISBN 978-1-292-25166-0

Kil, D.Y., Kim, B.G., Stein, H.H. 2013. Feed energy evaluation for growing pigs. *Asial-Australas J. Anim. Sci.*, vol. 26, no. 9, p. 1205-1217.

<https://doi.org/10.5713/ajas.2013.r.02>

Oksbjerg, N., Gondret, F., Vestergaard, M. 2004. Basic principles of muscle development and growth in meat-producing mammals as affected by the insulin-like growth factor (IGF) system. *Domestic Animal Endocrinology*, vol. 27, no. 3, p. 219-240.

<https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2004.06.007>

Patience, J.F., Rossoni-Serao, M., Gutiérrez, N.A., 2015. A review of feed efficiency in swine: biology and application. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, vol. 6, Art.no. 33.

<https://doi.org/10.1186/s40104-015-0031-2>

Rauw, W.M., Gomez-Raya, L., Dekkers, J.C.M. 2008. *Resource allocation theory applied to farm animal production*. 320 p. ISBN 978-1-84593-394-4

Šimeček, K., Zeman, L., Heger, J. 1995. The need of nutriment and the tables of the nutritive values of the feeds for pigs. Pohořelice, Czech Republic: The Ministry of Agriculture of Czech Republic, 103 pp.

Pod'akovanie

Projekt bol podporený z Grantov VEGA 1/0698/24: Sledovanie vplyvu krmných doplnkových látok prírodného pôvodu a alternatívnych krmných zložiek na produkciu a zdravotný stav monogastričných zvierat a KEGA 006UVLF-4/2022: Študijné texty a virtuálne laboratórium pre e-vzdelávanie v oblasti technológií bezpečnostných systémov pri výrobe krmív.

Kontaktná adresa

Doc. MVDr. Andrej Marcin, CSc., Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra výživy a chovu zvierat, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: andrej.marcin@uvlf.sk

Zmeny v procese sušenia vo vzťahu k obsahu polyfenolov a betakyanínov v cviklových chipsoch

Changes in the drying process in relation to the content of polyphenols and betacyanins in beet chips

Mendelová, A.¹, Mendel, E.², Golian, J.¹, Zeleňáková L.¹

¹Ústav potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

²Výskumný ústav rastlinnej výroby, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum v Nitre

Súhrn

Inovativným trendom vo výrobe snackových výrobkov je využitie vybraných druhov zeleniny na výrobu sušených zeleninových chipsov. Vhodným druhom zeleniny na tento typ výrobkov je aj červená repa, ktorá sa vyznačuje vysokým biologickým potenciálom a obsahom širokého spektra fytonutrientov s priaznivými účinkami na ľudské zdravie. Cieľom práce bolo porovnanie piatich odrôd červenej repy z hľadiska obsahu celkových polyfenolov a betakyanínov a posúdenie vplyvu teplotovzdušného sušenia na tieto významné obsahové komponenty. V práci sa hodnotilo 5 odrôd červenej repy (Betina, Renova, Červená kulatá, Pablo F1, Karkulka). Sušenie cviklových chipsov prebiehalo pri teplote 70 °C do dosiahnutia zvyškovej vlhkosti 15±1 %. Štatisticky preukazne ($p < 0,05$) najvyšší obsah celkových polyfenolov a betakyanínov vykazovala odroda Pablo F1. Počas teplotovzdušného sušenia došlo k výraznému poklesu polyfenolov aj betakyanínov. Priemerný pokles obsahu betakyanínov sa pohyboval na úrovni 50,97 % a celkových polyfenolov na úrovni 48,7 %.

KLúčové slová: *cviklové chipsy, sušenie, celkové polyfenoly, betakyaníny*

Abstract

An innovative trend in the production of snack products is the use of selected vegetables for the production of dried vegetable chips. Beetroot is a suitable vegetable for this type of product, as it is characterized by its high biological potential and its content of a wide range of phytonutrients with beneficial effects on human health. The aim of this work was to compare five varieties of beetroot in terms of the content of total polyphenols and beta-cyanins, to assess the effect of hot air drying on these important components. In this work 5 red beet varieties (Betina, Renova, Red Round, Pablo F1, Karkulka) were evaluated. Drying of beetroot chips was carried out at 70 °C until a residual moisture content of 15±1% was reached. The highest content of total polyphenols and beta-cyanins was statistically significant ($p < 0.05$) in the variety Pablo F1. Both polyphenols and betacyanins decreased significantly during hot-air drying. The average decrease in betacyanins and total polyphenols was 50.97% and 48.7% respectively.

Keywords: *beetroot chips, drying, total polyphenols, betacyanins*

Úvod

Celosvetovým trendom vo výžive ľudí je orientácia na potraviny, ktoré okrem vyživovacej funkcie plnia aj funkciu pozitívneho účinku na ľudské zdravie a kvalitu života. Medzi takéto funkčné potraviny alebo potraviny s pridanou hodnotou sa zaraďujú aj mnohé druhy ovocia a zeleniny, pretože obsahujú široké spektrum fytochemikálií s rôznymi účinkami na zdravie človeka (Leong et al., 2018, Ceclu a Nistor, 2020). Červená repa (*Beta vulgaris* sk. *Conditiva*) si v poslednom období získala veľkú

pozornosť vďaka jej nutričnej hodnote, zdravotným účinkom a všestrannému využitiu v potravinárstve. Rastlina pochádza z Stredomoria, odkiaľ sa rozšírila po celom svete (Mirmiran et al., 2020). Červená repa je jednou z najcennejších zelenín vďaka vysokému obsahu bioaktívnych zlúčenín, z ktorých najvýznamnejšie sú betaláiny, kyselina askorbová, karotenoidy, polyfenoly vrátane flavonoidov a saponíny (Chhikara et al., 2019; Baiao et al., 2017). Prítomné sú aj ďalšie živiny ako fytosteroly, nasýtené a nenasýtené mastné kyseliny, vitamíny A, B1, B2, B3, B5, B6, B9, C a minerálne Na, Ca, Fe, P, K, Mg a Zn (Chhikara, et al., 2019, Bangar et al., 2022). Súčasná literatúra popisuje mnohé zdravotné benefity červenej repy, ktoré závisia od obsahu bioaktívnych zlúčenín v buľve, ktoré sa môžu líšiť v závislosti od odrody, agroekologických podmienok a podmienok pestovania a zberu (Dhiman et al., 2021). Konzumácia červenej repy má priaznivé fyziologické účinky a môže prispieť k zlepšeniu klinických výsledkov pri rôznych ochoreniach, vrátane kardiovaskulárnych ochorení (Mirmiran et al., 2020; Milton-Laskibar et al., 2021), hypertenzie (Bonilla Ocampo et al., 2018), diabetu (Aliahmadi et al., 2021), rakovine (Lechner a Stoner, 2019), steatóze a poškodení pečene (Al-Harbi et al., 2021), žlčkových, obličkových a močových kameňov (Alok et al., 2013). Rôzne epidemiologické štúdie zistili, že betaláin účinne odstraňuje oxidačný a nitračný stres, znižuje lipoproteín s nízkou hustotou (LDL), zabraňuje poškodeniu DNA a potláča bunkovú proliferáciu (Chen et al., 2021).

Červená repa sa využíva v čerstvom stave na prípravu šalátov, štiav, polievok, alebo sa konzervuje v podobe rôznych potravinárskych produktov. Betaláiny, farbivá červenej repy, sa tiež používajú ako prísady v potravinárskom priemysle pre ich prirodzené farbiace vlastnosti, dobrú rozpustnosť vo vode a zdravotnú bezpečnosť (Koubaier et al., 2014). Za najvýznamnejší zdroj betaláinov sa považuje červená repa. Betanínový extrakt E162, schválený ako červené potravinárske farbivo, sa používa ako farbivo na úpravu červenej farby džemov, želé, cereálií, cukríkov, polievok, jogurtov alebo mäsových výrobkov (Chandran et al., 2014; Neha et al., 2018; Mukhtar et al., 2023).

Jednou z možností využitia červenej repy je jej spracovanie na cviklové chipsy. Spracovanie zeleniny sušením na zeleninové chipsy je novou alternatívou v rámci snackového priemyslu, ktorá prináša dobré senzorické vlastnosti a vyššiu nutričnú kvalitu inovatívnych produktov (Mesias et al., 2019). Využitie vyšších teplôt počas výroby má jednoznačne priaznivý vplyv na predĺženie trvanlivosti a inaktiváciu mikroorganizmov v produktoch, avšak zároveň negatívny účinok na bioaktívne zlúčeniny (Dhiman et al., 2021; Chaudhary a Kumar, 2020; Kathiravan, et al., 2014).

Cieľom práce bolo posúdenie vplyvu teplovzdušného sušenia na obsah vybraných bioaktívnych látok v cviklových chipsoch.

Materiál a metodika

V práci sa použilo 5 odrôd červenej repy, ktoré boli dopestované v botanickej záhrade SPU v Nitre. Boli to odrody Betina (guľatá), Renova (podlhovastá), Červená kulatá (guľatá), Pablo F1 (guľatá), Karkulka (podlhovastá). Buľvy červenej repy sa po zbere očistili, v čerstvom stave použili na analýzu a následne na sušenie. Sušenie vzoriek prebiehalo v laboratórnej sušiarňi MEMMERT UF 160 s možnosťou regulácie podmienok sušenia. Teplota sušenia bola 70 °C, čas sušenia v rozpätí 8-10 hodín, kým vzorky nedosiahli zvyškovú vlhkosť 15±1 %. Konečná vlhkosť sa sledovala na analyzátoch vlhkosti KERN MRS 120-3.

V čerstvých aj sušených vzorkách sa stanovil obsah celkových polyfenolov spektrofotometrickou metódou s použitím Folin-Ciocalteuovho činidla (Lachman et al.,

2003) a obsah betakyanínov spektrofotometricky (Bucur et al., 2016). Čerstvé vzorky sa pred analýzou homogenizovali na dezintegrátore HEIDOLPH, SILENT CRUSHER M pri otáčkach $10\ 000.\text{min}^{-1}$ po dobu 3 minút. Sušené vzorky boli homogenizované na mlynčeku BOSH MKN 6003 po dobu 3 minút. Extrakcia vzoriek pre stanovenie celkových polyfenolov prebiehala v 80% etanole na trepačke HEIDOLPH GSL 3006 pri 150 otáčkach za minútu počas 24 hodín. Na stanovenie sa odpipetovalo 50 μl extraktu do 50ml odmernej banky, následne sa pridalo 2,5 ml Folin-Ciocalteuovho činidla zriedeného destilovanou vodou (1:2 v/v), 5 ml Na_2CO_3 (20% vodný roztok) a destilovaná voda na objem 50 ml. Absorbancia vzoriek sa merala po 2 hodinách pri vlnovej dĺžke 765 nm. Obsah celkových polyfenolov bol vypočítaný z kalibračnej krivky kyseliny galovej. Kalibračná krivka sa pripravila v rozsahu 5-200 mg.l^{-1} kyseliny galovej. Slepá vzorka obsahovala Folin-Ciocalteuovo činidlo a destilovanú vodu bez pridaného extraktu. Obsah betakyanínov sa stanovil spektrofotometrickou metódou (Bucur et al., 2016). 5 g vzorky sa navážilo do kadičky a 10 minút sa miešalo v 15 ml destilovanej vody, po ktorej nasledovala filtrácia do 50ml odmernej banky. Táto extrakcia sa zopakovala trikrát a zásobný roztok sa doplnil na objem 50 ml. Extrakt sa zriedil destilovanou vodou v pomere 1:2. Sušené vzorky červenej repy sa rozomleli, prášok sa preosial na site. 0,5 g prášku sa rozpustilo v 10 ml 50% etanolu. Roztok sa miešal 5 minút a odstredoval 10 minút pri 4000 otáčkach za minútu. Supernatant extraktu sa odobral a celá extrakcia sa opakovala 3-krát, aby sa zabezpečila maximálna extrakcia betakyanínov. 1 ml získaného extraktu sa následne napipetoval do 2 skúmaviek a pridala sa 1 ml 0,01% HCl v etanole. Do prvej skúmavky sa pridalo 10 ml 2% vodného roztoku HCl a do druhej skúmavky tlmivý roztok s $\text{pH}=3,5$ ($0,2\ \text{mol.l}^{-1}\ \text{Na}_2\text{HPO}_3$ a $0,1\ \text{mol.l}^{-1}$ kyselina citrónová). Absorbancia betakyanínov sa merala oproti slepému pokusu pri vlnovej dĺžke 520 nm a obsah betakyanínov sa vypočítal zo vzorca $BT = (A1-A2) \cdot DF \cdot MW \cdot 1000/\epsilon \cdot l$ (mg.kg^{-1}), kde A – absorpcia, DF – zried'ovací faktor, l – dĺžka kvety (1 cm), MW – molekulová hmotnosť ($550\ \text{g.mol}^{-1}$), ϵ – molárny absorpčný koeficient ($60\ 000\ \text{L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$). Na hodnotenie štatisticky významných rozdielov medzi použitými odrodami a variantami ošetrenia pred sušením sme použili LSD test viacnásobného porovnania priemerov pri $p<0,05$.

Výsledky a diskusia

Tabuľka 1: Hodnotenie obsahu betakyanínov a celkových polyfenolov v bul'vách červenej repy

odroda	Sušina (%)	Betakyaníny (mg.kg^{-1} sušiny)	Celkové polyfenoly (mg GAE.kg^{-1} sušiny)
Renova	11,08	199,64±6,45 a	1908,09±39,27 a
Červená kulatá	8,72	204,41±5,19 a	2102,58±37,13 c
Karkulka	9,49	205,44±22,84 a	2320,48±24,00 d
Betina	11,46	211,47±9,55 a	1987,04±43,65 b
Pablo F1	10,38	255,96±6,74 b	2756,18±32,30 e

Poznámka: \pm štandardná odchýlka, a-e homogénna skupina, rozdielne písmená predstavujú štatisticky preukazný rozdiel medzi vzorkami ($p<0,05$)

Obsah betakyanínov v čerstvých bul'vách červenej repy sa pohyboval v hodnotách od $199,64\pm6,45$ do $255,96\pm6,74\ \text{mg.kg}^{-1}$ sušiny (tab. 1). Viacnásobným porovnaním

priemerov LSD testom sa odrody rozdelili do 2 homogénnych skupín. Štatisticky významne vyšší ($p < 0,05$) obsah betakyanínov bol detegovaný v odrode Pablo F1. Medzi zvyšnými odrodami (Renova, Červená kulatá, Karkulka a Betina) nebol zistený štatisticky preukazný rozdiel ($p > 0,05$).

Obsah celkových polyfenolov v bulvách červenej repy bol v hodnotách od $1908,09 \pm 39,27$ do $2756,18 \pm 32,30$ mg GAE.kg⁻¹ sušiny. Na základe výsledkov LSD testu sa odrody podľa obsahu celkových polyfenolov usporiadali do 5 homogénnych skupín. Štatisticky preukazné rozdiely ($p < 0,05$) boli zistené medzi všetkými testovanými odrodami navzájom. Najvyšší obsah bol detegovaný v odrode Pablo F1 a najnižší v odrode Renova.

Betakyaníny patria spolu s betaxantínmi medzi 2 základné skupiny farbív vyskytujúcich sa v červenej repe, ktoré spolu vytvárajú betalainové pigmenty červenej repy. Betakyaníny sa vyznačujú červenofialovou farbou a sú kondenzačnými produktami kyseliny betalámovej a cyklo-DOPA[cyklo-3-(3,4-dihydroxyfenylalanín)]. Hlavným betakyanínom v červenej repe je betanín, ktorý tvorí 75-95 % všetkých betakyanínov, ďalej je to isobetánin a neobetánin (Herbach et al., 2006; Nemzer et al., 2011; Clifford et al., 2015; Pauliuc et al., 2015; Chhikara et al., 2019).

Hodnotením obsahu betakyanínov a betaxantínov v 12 odrodách červenej repy sa zaoberali Czapski et al. (2009). Autori hodnotili vzťah medzi obsahom farbív a antioxidačnou aktivitou červenej repy a zistili štatisticky preukaznú korelačnú závislosť medzi obsahom betakyanínov a antioxidačnou závislosťou. Medzi obsahom betaxantínov a antioxidačnou aktivitou korelačnú závislosť nepotvrdili. Čo sa týka obsahu betakyanínov, autori uvádzajú obsah od $0,62$ mg.mL⁻¹ v odrode Červená guľatá do $1,40$ mg.mL⁻¹ v odrode Nochowski.

Zastúpenie betalainov v červenej repe skúmali Sawicki et al. (2016). Autori použili 13 odrôd červenej repy a analýzy vykonávali v rôznych častiach bulvy. Vo svojom výskume zistili, že dominantnými betakyanínmi v červenej repe sú betanín a izobetánin a najvyšší obsah betalainov sa nachádza v povrchových častiach bulvy. V práci hodnotili 10 novošľachtencov a 3 odrody (Czarnota, Rywal a Crosby) z Výskumného ústavu zeleninových plodín v Skierniewice (Poľsko). V sledovaných vzorkách sa obsah betakyanínov pohyboval od $7,18$ mg.g⁻¹ sušiny (Czarnota) do $13,50$ mg.g⁻¹ sušiny (novošľachtenec NOE2).

Skalicky et al. (2020) hodnotili obsah betakyanínov v červenej repe, krmnej repe, cukrovej repe a mangolde. Jednoznačne najvyšší obsah zistili v odrodách červenej repy, a to $9,69$ mg.100 ml⁻¹ v odrode Monorubra a $8,42$ mg.100 ml⁻¹ v odrode Libero. V cukrovej repe sa obsah betakyanínov pohyboval na úrovni $0,11$ mg.100 ml⁻¹, v krmnej repe $0,15$ mg.100 ml⁻¹ a v mangolde $0,09$ mg.100 ml⁻¹. V červenej repe autori uvádzajú prevahu betakyanínov nad betaxantínmi, v ostatných druhoch prevahu betaxantínov nad betakyanínmi.

Vaitkevičienė et al. (2020) vykonali komplexnú analýzu nutričného zloženia vybraných odrôd červenej repy. Sústredili sa na základné zloženie (cukry, tuky, bielkoviny minerálne látky), ale aj na obsah farbív a celkových polyfenolov. Autori zistili, že obsah betakyanínov sa v odrodách Pablo F1, Alto F1, Taunus F1 a Kosak pohyboval od $7,90$ do $9,04$ mg.g⁻¹ sušiny. Celkový obsah polyfenolov autori detegovali v hodnotách od $14,40$ do $36,10$ mg.g⁻¹ sušiny, čo sú hodnoty zrovnateľné s našimi zisteniami.

Kujala et al. (2001) a Ceclu a Nistor (2020) uvádzajú, že červená repa je z hľadiska obsahu polyfenolov jedným z najbohatších druhov zeleniny. Maraie et al. (2014) uvádzajú, že cvikla obsahuje značné množstvo derivátov kyseliny hydroxybenzoovej

a hydroxyškoricovej, medzi ktoré patrí vďaka prítomnosti niekoľkých fenolov, ako je katechín, epikatechín, rutín, kyselina kávová, p-kumarová, protokatechuová, ferulová a syringová.

Obsah celkových polyfenolov v šťave z červenej repy sledovali aj Kazimierczak et al. (2016). Autori zistili priemerný celkový obsah polyfenolov na úrovni 129,31 mg.100 g⁻¹ čerstvej hmoty, pričom ako dominantnú určili kyselinu galovú s priemerným obsahom 120,37 mg.100 g⁻¹ čerstvej hmoty.

Obsah celkových polyfenolov v odrodách červenej repy s rôznym sfarbením dužiny sledovali Šlosár et al. (2020). V práci použili odrody cvikle so žltou, bielou, bieločervenou a červenou farbou dužiny. Autori zistili medzi testovanými odrodami a tiež skupinami odrôd štatisticky preukazné rozdiely ($p < 0,05$) v obsahu celkových polyfenolov. Najnižší obsah celkových polyfenolov zistili v odrode s bielou dužinou White Detroit (717,27 mg.kg⁻¹ sušiny) a najvyšší v odrode s červenou dužinou Pablo F1 (2731,00 mg. kg⁻¹ sušiny), čo je hodnota zhodná aj s našim meraním.

Koubaier et al. (2014) analyzoval červenú repu pestovanú v Tunisku a zistil v nej obsah betakyanínov v priemernej hodnote 53 mg.g⁻¹, zatiaľ čo obsah betaxantínov 11 mg.g⁻¹. Obsah celkových polyfenolov v práci Koubaier et al. (2014) sa pohyboval v hodnotách od 6,60 do 10,40 mg.g⁻¹. Hodnoty obsahu polyfenolov sa výrazne líšili v závislosti od použitého extrakčného činidla.

Salamatullah et al. (2021) analyzovali obsah celkových polyfenolov v červenej repe po extrakcii rôznymi rozpúšťadlami a zistili, že po extrakcii metanolom zriedeným vodou v pomere 1:1 bol v šupke červenej repy najvyšší obsah kyseliny chlorogenovej (78,24 mg.100 g⁻¹), po extrakcii 100% metanolom autori zistil najvyšší obsah 1,2-dihydroxibenzénu.

Tabuľka 2: Hodnotenie obsahu betakyanínov a celkových polyfenolov v cviklových chipsoch

odroda	Sušina (%)	Betakyaníny (mg.kg ⁻¹ sušiny)	úbytok po sušení (%)	Celkové polyfenoly (mg GAE.kg ⁻¹ sušiny)	úbytok po sušení (%)
Betina	85,62	106,49±3,38 c	49,64	1108,20±33,29 b	44,23
Karkulka	85,06	108,02±1,93 c	52,58	1150,99±33,93 b	50,40
Pablo F1	84,35	120,58±1,75 d	47,11	1369,39±37,01 c	50,32
Renova	84,76	100,44±3,46 b	49,69	1019,68±31,93 a	46,56
Červená kulatá	84,89	94,63±4,09 a	53,71	1009,39±31,77 a	51,99

Poznámka: ±štandardná odchýlka, a-d homogénna skupina, rozdielne písmená predstavujú štatisticky preukazný rozdiel medzi vzorkami ($p < 0,05$)

Po sušení došlo k poklesu obsahu betakyanínov aj celkových polyfenolov. Štatisticky preukazne ($p < 0,05$) najvyšší obsah betakyanínov po sušení vykazovala odroda Pablo F1 (120,58±1,75 mg.kg⁻¹ sušiny), v ktorej sa pri sušení znížil obsah betakyanínov o 47,11 %, čo je najnižšia strata. Najvýraznejší pokles obsahu betakyanínov sme zaznamenali v odrode Červená kulatá. Priemerný pokles obsahu betakyanínov po sušení za všetky sledované odrody bol 50,67 %.

Priemerný pokles obsahu celkových polyfenolov po sušení za sledované odrody bol na úrovni 48,70 %. Štatisticky preukazne ($p < 0,05$) najvyšší obsah celkových polyfenolov sa po sušení zachoval v odrode Pablo F1. Najlepšiu stabilitu celkových polyfenolov sme

zaznamenali v odrode Betina, kde sa obsah celkových polyfenolov po sušení znížil o 44,23 %. Najvyšší pokles obsahu celkových polyfenolov po sušení sme zaznamenali v odrode Červená kulatá.

Záver

Cieľom práce bolo porovnanie piatich odrôd červenej repy z hľadiska obsahu celkových polyfenolov a betakyanínov a určenie vhodnej odrody na výrobu sušených cviklových chipsov s cieľom stability obsahu celkových polyfenolov a betakyanínov počas teplovzdušného sušenia. V práci sa použilo 5 odrôd červenej repy (Betina, Renova, Červená kulatá, Pablo F1, Karkulka). Sušenie cviklových chipsov prebiehalo pri teplote 70 °C do dosiahnutia zvyškovej vlhkosti 15±1 %. Ako najvhodnejšia zo sledovaných odrôd červenej repy na výrobu cviklových chipsov vzhľadom na nutričné zloženie sa javila odroda Pablo F1, ktorá dosahovala štatisticky preukazne ($p < 0,05$) najvyšší obsah celkových polyfenolov (2756,18±32,30 mg GAE.kg⁻¹ sušiny) aj betakyanínov (255,96±6,74 mg.kg⁻¹ sušiny). V tejto odrode dochádzalo počas teplovzdušného sušenia k najnižšiemu poklesu obsahu betakyanínov (47,11 %) a k strednému poklesu obsahu celkových polyfenolov (50,32 %).

Použitá literatúra

- Al-Harbi, L. N., Alshammari, G. M., Al-Dossari, A. M., Subash-Babu, P., Binobead, M. A., Alhussain, M. H., AlSedairy, S. A., Al-Nouri, D. M., Shamlan, G. 2021. *Beta vulgaris* L. (Beetroot) Methanolic Extract Prevents Hepatic Steatosis and Liver Damage in T2DM Rats by Hypoglycemic, Insulin-Sensitizing, Antioxidant Effects, and Upregulation of PPAR α . *Biology*, vol. 10, no. 12, p. 1306. <https://doi.org/10.3390/biology10121306>
- Aliahmadi, M., Amiri, F., Bahrami, L. S., Hosseini, A. F., Abiri, B., Vafa, M. 2021. Effects of raw red beetroot consumption on metabolic markers and cognitive function in type 2 diabetes patients. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, vol. 20, no. 1, pp. 673-682. <https://doi.org/10.1007/s40200-021-00798-z>
- Alok, S., Jain, S. K., Verma, A., Kumar, M., Sabharwal, M. 2013. Pathophysiology of kidney, gallbladder and urinary stones treatment with herbal and allopathic medicine: A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, vol. 3, no. 6, pp. 496–504. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(13\)60107-3](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(13)60107-3)
- Baiao, D. D. S., da Silva, D. V., Del Aguila, E. M., Paschoalin, V. M. F. 2017. Nutritional, bioactive and physicochemical characteristics of different beetroot formulations. *Food Additives*, vol. 6, no. 6. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69301>
- Bangar, S. P., Sharma, N., Sanwal, N., Lorenzo J. N., Sahu, J. K. 2022. Bioactive potential of beetroot (*Beta vulgaris*). *Food Research International*, vol. 158, p. 111556. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111556>
- Bonilla Ocampo, D. A., Paipilla, A. F., Marín, E., Vargas-Molina, S., Petro, J. L., Pérez-Idárraga, A. 2018. Dietary nitrate from beetroot juice for hypertension: A systematic review. *Biomolecules*, vol. 8, no. 4, p. 134. <https://doi.org/10.3390/biom8040134>
- Bucur, L., Taralunga, G. H. Schroder, V. 2016. The betalains content and antioxidant capacity of red beet (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) root. *Farmacia*, vol. 64, no. 2, pp. 198-201.
- Ceclu, L., Nistor O. V. 2020. Red Beetroot: Composition and [Health Effects - A Review](#). *Journal of Nutritional Medicine and Diet Care*, vol. 6, no. 1, pp. 1-9. <https://doi.org/10.23937/2572-3278.1510043>

- Clifford, T., Howatson, G., West, D. J., Stevenson, E. J. 2015. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*, vol. 7, no. 4, pp. 2801-2822. <https://www.mdpi.com/2072-6643/7/4/2801>
- Czapski, J., Mikołajczyk, K., Kaczmarek, M. 2009. Relationship between antioxidant capacity of red beet juice and contents of its betalain pigments. *Polish Journal of Food Nutrition Sciences*, vol. 59, no. 2, pp. 119-122.
- Dhiman, A., Suhag, R., Chauhan, D., Thakur, D., Chhikara, S., Prabhakar, P. 2021. Status of beetroot processing and processed products: Thermal and emerging technologies intervention. *Trends in Food Science and Technology*, vol. 114, pp. 443-458. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.042>
- Herbach, K. M., Stintzing, F. C., Carle, R. 2006. Betalain stability and degradation structural and chromatic aspects. *Journal of Food Science*, vol. 71, no. 4, R41–R50. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00022.x>
- Chandran, J., Nisha, P., Singhal, R. S., Pandit, A. B. 2014. Degradation of colour in beetroot (*Beta vulgaris* L.): A kinetics study. *Journal of Food Science & Technology*, vol. 51, pp. 2678-2684. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0741-9>
- Chaudhary, V., Kumar, V. 2020. Study on drying and rehydration characteristics of tray dried beetroot (*Beta vulgaris* L.) and functional properties of its powder. *Chemical Science Review and Letters*, vol. 9, no. 33, pp. 98-108. <https://doi.org/10.37273/chesci.CS082050061>
- Chen, L., Zhu, Y., Hu, Z., Wu, S., Jin, C. 2021. Beetroot as a functional food with huge health benefits: Antioxidant, antitumor, physical function, and chronic metabolomics activity. *Food Science & Nutrition*, vol. 9, no. 11, pp. 6406-6420. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2577>
- Chhikara, N., Kushwaha, K., Jaglan, S., Sharma, P., Panghal, A. 2019. Nutritional, physicochemical, and functional quality of beetroot (*Beta vulgaris* L.) incorporated Asian noodles. *Cereal Chemistry*, vol. 96, no. 1, pp. 154-161. <https://doi.org/10.1002/cche.10126>
- Kathiravan, T., Nadasabapathi, S., Kumar, R. 2014. Standardization of process condition in batch thermal pasteurization and its effect on antioxidant, pigment and microbial inactivation of Ready to Drink (RTD) beetroot (*Beta vulgaris* L.) juice. *International Food Research Journal*, vol. 21, no. 4, pp. 1305-1312.
- Kazimierczak, R., Siłakiewicz, A., Hallmann, E., Średnicka-Tober, D., Rembiałkowska, E. 2016. Chemical Composition of Selected Beetroot Juices in Relation to Beetroot Production System and Processing Technology. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol. 44, no. 2, pp. 491-498. <https://doi.org/10.15835/nbha44210372>
- Koubaier, H. B. H., Snoussi, A., Essaidi, I., Chaabouni, M. M., Thonar, P., Bouzouita, N. 2014. Betalain and Phenolic compositions, antioxidant activity of tunisian red beet (*Beta vulgaris* L. *conditiva*) roots and stems extracts. *International Journal of Food Properties*, vol. 17, pp. 1934-1945. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.772196>
- Kujala, T., Loponen, J., Pihlaja, K. 2001. Betalains and phenolics in red beetroot (*Beta vulgaris*) peel extracts: Extraction and characterisation. *Verlag der Zeitschrift für Naturforschung, A Journal of Physical Sciences*, vol. 256, pp. 343-348. ISSN 1865-7109
- Lachman, J., Proněk, D., Hejtmánková, A., Pivec, V., Faitová, K. 2003. Total polyphenol and main flavonoid antioxidants in different onion (*Allium cepa* L.) varieties. *Scientia Horticulturae*, vol. 30, pp. 142-147. <https://doi.org/10.17221/3876-HORTSCI>

- Lechner, J. F., Stoner, G. D. 2019. Red Beetroot and Betalains as Cancer Chemopreventative Agents. *Molecules*, vol. 24, no. 8, p. 1602. <https://doi.org/10.3390/molecules24081602>
- Leong, H. Y., Show, P. L., Lim, M. H., Ooi, C. W., Ling, T. C. 2018. Natural red pigments from plants and their health benefits: A review. *Food Reviews International*, vol. 34, no. 5, pp. 463-482. <https://doi.org/10.1080/87559129.2017.1326935>
- Maraie, N. K., Abdul-Jalil, T. Z., Alhamdany, A. T., Janabi, H. A. 2014. Phytochemical study of the Iraqi *Beta vulgaris* leaves and its clinical application for the treatment of different dermatological diseases. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, vol. 3, pp. 5-19. ISSN 2278 – 4357
- Mesias, M., Delgado-Andrade, C., Morales F. J. 2019. Risk/benefit evaluation of traditional and novel formulations for snacking: Acrylamide and furfurals as process contaminants. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 79, p. 114-121. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.03.011>
- Milton-Laskibar, I., Martínez, J. A., Portillo, M. P. 2021. Current Knowledge on Beetroot Bioactive Compounds: Role of Nitrate and Betalains in Health and Disease. *Foods*, vol. 10, no. 6, p. 1314. <https://doi.org/10.3390/foods10061314>
- Mirmiran, P., Houshialsadat, Z., Gaeini, Z., Bahadoran, Z., Azizi, F. 2020. Functional properties of beetroot (*Beta vulgaris*) in management of cardio-metabolic diseases. *Nutrition & Metabolism*, vol. 17, no. 1, pp. 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12986-019-0421-0>
- Mukhtar, A., Mohd F., Abdullah, L., Anas, A., Mohammad, S., Khalid, U., Hesam, K., Mohd, U., Bidhan, P., Chander P., Mohammad, Y. 2023. Experimental studies for thin layer model validation and microwave drying characteristics of beetroot considering energy optimization. *Fuel*, vol. 346, p. 128345. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128345>
- Neha, P., Sk, J., Nk, J., Hk, J., Hk, M. 2018. Chemical and functional properties of beetroot (*Beta vulgaris* L.) for product development: A review. *International Journal of Chemical Studies*, vol. 6, no. 3, pp. 3190-3194.
- Nemzer, B., Pietrzkowski, Z., Sporna, A., Stalica, P., Thresher, W., Michałowski, T., Wybraniec, S. 2011. Betalainic and nutritional profiles of pigment-enriched red beet root (*Beta vulgaris* L.) dried extracts. *Food Chemistry*, vol. 127, no. 1, pp. 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.081>
- Nistor, O. V., Seremet (Ceclu), L., Andronoi, D. G., Rudi, L., Botez. E. 2017. Influence of different drying methods on the physicochemical properties of red beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *Cylindra*). *Food Chemistry*, vol. 236, pp. 59-67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.129>
- Pauliuc, M., Iosub, I., Rau, I. 2015. Separation and purification of natural extracts obtained from beetroot (*Beta vulgaris*): Topic: Chemistry applied in medicine. *E-Health and Bioengineering Conference*, pp. 1-3. <https://doi.org/10.1109/EHB.2015.7391382>
- Salamatullah, A. M., Hayat, K., Alkaltham, M. S., Ahmed, M. A., Arzoo, S., Husain, F. M., & Al-Harbi, L. N. 2021. Bioactive and Antimicrobial Properties of Oven-Dried Beetroot (Pulp and Peel) Using Different Solvents. *Processes*, vol. 9, no 4, p. 588. <https://doi.org/10.3390/pr904058>
- Sawicki, T., Baczek, N., Wiczowski, W. 2016. Betalain profile, content and antioxidant capacity of red beetroot dependent on the genotype and root part. *Journal of Functional Foods*, vol. 27, pp. 249-261. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.09.004>

Seremet (Ceclu), L. , Nistor, O.-V., Andronoiu, D. G., Mocanub, G. D., Barbu, V. V., Maidan, A., Rudi, L., Botez, E. 2020. Development of several hybrid drying methods used to obtain red beetroot powder. *Food Chemistry*, vol. 310, p. 125637. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125637>

Skalicky, M., Kubes, J., Shokoofeh, H., Tahjib-Ul-Arif , M. D., Vachova, P., Hejnak, V. 2020. Betacyanins and Betaxanthins in Cultivated Varieties of Beta vulgaris L. Compared to Weed Beets. *Molecules*, vol. 25, p. 5395. <https://doi.org/10.3390/molecules25225395>

Šlosár M., Kopta, T., Hegedús, O., Hegedúsová, A., Mezeyová, I., Timoracká, M., Mezey, J. 2020. Yield parameters, antioxidant activity, polyphenol and total soluble solids content of beetroot cultivars with different flesh colours. *Folia Horticulturae*, vol. 32, no. 2, pp. 351-362. <https://doi.org/10.2478/fhort-2020-0030>

Vaitkevičienė, N., Sapronaitė, A., Kulaitienė, J. 2020. Evaluation of Proximate Composition, Mineral Elements and Bioactive Compounds in Skin and Flesh of Beetroot Grown in Lithuania. *Agriculturae*, vol. 12, no. 11, 1833. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111833>

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. Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra. E-mail: andrea.mendelova@uniag.sk

**Porovnanie senzorických atribútov odrody Muškát moravský od
českých a slovenských výrobcov**
*Comparison of sensory attributes of Moravian Muscat from Czech and
Slovak producers*

**Mesarčová, L.¹, Spišáková, K.², Reitznerová, A.¹, Kováčová, M.¹, Semjon, B.¹,
Marcinčák, S.¹**

¹ Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

² Nestville Distillery, Hniezdne

Abstrakt

Muškát moravský je známy svojím výnimočným chuťovým profilom a charakteristický špecifickou a príjemnou muškátovou vôňou. Bol vyšľachtený Václavom Křivánkom krížením odrôd *Muškát Ottonel* a *Prachtraube* vo Výskumnom ústave vinohradníckom v Polešovičkách a zaregistrovaný pod názvom Mopr v roku 1987. Medzi jeho najvýraznejšie senzorické atribúty patria jemne korenistá, svieža a elegantná chuť, príjemná, ľahká, jemná, citrusovo – muškátová vôňa a číra jasnožltá farba. Aj keď primárne vznikol na území Moravy, s jeho výrobou sa pasujú aj slovenskí a českí vinári. Preto bolo účelom tejto práce porovnať organoleptické vlastnosti vín vyrobených na územiach Českej aj Slovenskej republiky prostredníctvom vypracovaného dotazníka a pomocou 100-bodového systému Medzinárodnej organizácie pre vinič a víno (*International Organization of Vine and Wine – OIV*).

Kľúčové slová: víno, senzorické hodnotenie, Muškát moravský

Abstract

Moravian Muscat is known for its exceptional flavour profile and characteristic specific and pleasant muscat aroma. It was bred by Václav Křivánek by crossing *Muscat Ottonel* and *Prachtraube* in Polešovičky and registered under the name Mopr in 1987. Its most distinctive sensory attributes include a delicately spicy, fresh, and elegant flavour, a pleasant, light, delicate, citrus-muscat aroma and a clear, bright, yellow colour. Although it was primarily produced in Moravia, Slovak and Czech producers are also involved in its production. Therefore, the purpose of this work was to compare the organoleptic characteristics of wines produced in the Czech and Slovak Republics by means of a questionnaire and the 100-point system of the International Organization of Vine and Wine (OIV).

Key words: wine, sensory evaluation, Moravian muscat

Úvod

Na výsledných senzorických vlastnostiach vín sa podieľa celý rad aspektov. Zloženie a koncentrácia zlúčenín vo víne (aldehydy, ketóny, prchavé kyseliny a pod.) zemepisný pôvod hrozna, vlastnosti pôdy, v ktorej sa hrozno pestuje, klimatické podmienky (vietor, slnko), to všetko sa nutne odráža na fyzikálno-chemickom zložení a tiež na charakteristických senzorických rysoch (Oliva, 2002). Pôda je významným faktorom, pretože obsahuje minerálne látky, ktoré sa nutne podpisujú na chuti, aróme a bukete hrozna i vína (Hronský et al., 2006). Každá odroda si nesie svoje špecifiká, no aj napriek tomu, nie je každé víno rovnaké, aj keď je vyrobené z rovnakej odrody. Tieto jemné rozdiely je možné zachytiť senzorickou alebo chemickou analýzou.

Materiál a metodika

Na analýzu bolo použitých týchto 5 vzoriek vína Muškátu moravský od slovenských a českých výrobcov (obrázok 1):

1. Vínárství Dufek CZ , neskorý zber, polosuché, ročník 2020 (MM1)
2. Víno Levice SVK, akostné odrodové víno s prívlastkom kabinetné, polosladké, ročník 2021 (MM2)
3. Matyšák SVK, akostné víno, suché, ročník 2022 (MM3)
4. Peter Podola SVK, akostné odrodové víno s chráneným označením pôvodu, suché, ročník 2022 (MM4)
5. Mikrosvín Mikulov CZ, akostné víno s prívlastkom neskorý zber, polosuché, ročník 2022 (MM5)



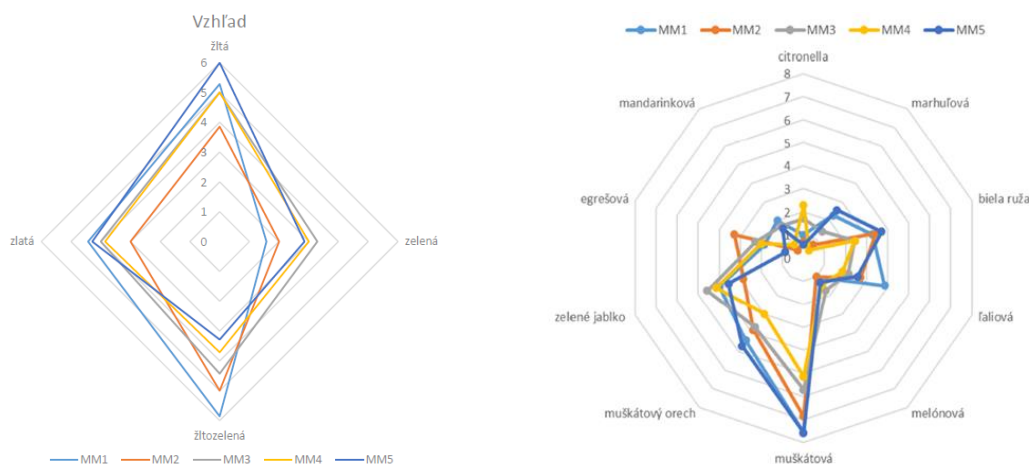
Obrázok 1: Vzorky vín „Muškát moravský“ zakúpené z obchodnej siete

Vzorky vína boli senzoričky hodnotené sedemčlennou komisiou. Hodnotenie bolo vykonané na úrovni deskriptorov typických pre danú odrodu ako vzhľad (žltá, zelená, žltozelená, zlatá), aróma (mandarinková, egrešová, limetková, zelené jablko, muškátový orech, muškátová, melónová, borovicová, ľaliová, biela ruža, rozmarínová, marhuľová, citronella, šafránová, zázvorová, škoricová) a chuť (muškátová, kyselinková, ovocná, korenistá, nasladlá) v rozsahu intenzity od 0 - 10, kde 0 znamená nevnímateľná a 10 znamená veľmi silno vnímateľná. Komisia hodnotila vzorky aj pomocou 100-bodového systému hodnotenia tichých vín podľa Medzinárodného úradu pre vinič a víno, kde počet bodov hovorí o kvalite vína. Víno, ktoré v hodnotení dosiahlo 100 - 87 bodov bolo považované za vynikajúce, veľmi dobré víno dosiahlo 86 - 73 bodov, dobré 72 - 57 bodov, uspokojivé 56 - 41 bodov a nedostatočné dosiahlo maximálne 40 bodov.

Degustačné dotazníky 100-bodového systému boli spracované aritmetickým priemerovaním daných hodnôt určitých parametrov pre všetky vzorky. Senzorické dotazníky boli spracované radarových grafov, pre lepšie porovnanie vzoriek. Na základe týchto vyhodnotení bol zostavený rebríček obľúbenosti vzoriek.

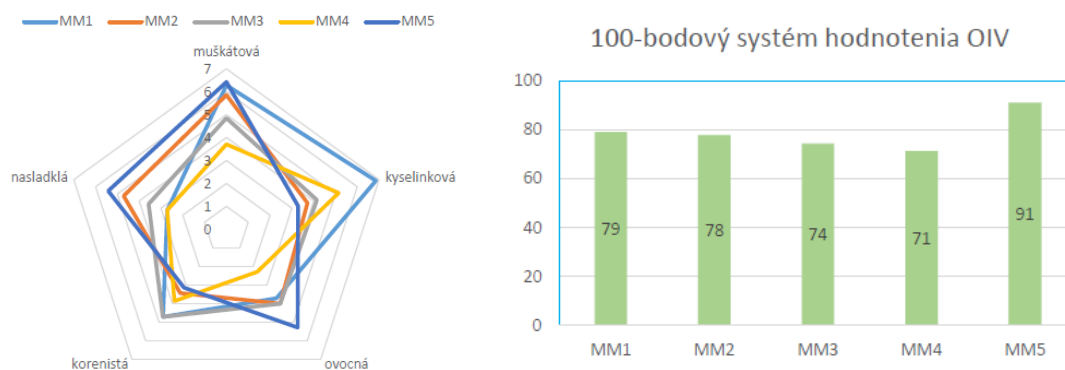
Výsledky a diskusia

Graf č.1 znázorňuje deskriptory pre vzhľad. Typická farba muškátu je jasnožltá, v hodnotení farby teda najlepšie obstála vzorka MM5 (Mikrosvín Mikulov). Najmenej bodov pre typickú žltú farbu dostala vzorka MM2 (Víno Levice).



Graf 1: Sensorický profil vína – vzhľad **Graf 2:** Sensorický profil vína - aróma

V grafe č.2 je hodnotená aróma. V dotazníku bolo hodnotených viacero druhov aróm typických pre túto odrodu. Muškátová aróma patrí medzi najtypickejšiu pre danú odrodu a najviac bola výrazná vo vzorke MM5 (Mikrosvín Mikulov), najmenej pri vzorke MM4 (Peter Podola). Pri vzorke MM1 (Vínárství Dufek) bola tiež zachytená aj zázvorová aróma, pri vzorke MM4 (Peter Podola) borovicová a pri vzorkách MM1 (Vínárství Dufek) a MM4 (Peter Podola) škoricová aróma.



Graf 3: Sensorický profil vína – chuť **Graf 4:** 100-bodový systém hodnotenia OIV

Senzorický profil chutí má znova najvýraznejšia vzorka MM5 (Mikrosvín Mikulov). Výrazná muškátová chuť bola doplnená o kyselinky a sladké ovocie s jemným korenistým nádychom. Takisto výraznú, ale omnoho kyslejšiu muškátovú chuť mala vzorka MM1 (Vínárství Dufek). Graf 4 popisuje hodnotenia vín 100-bodovým systémom OIV. Najvyšší počet bodov bolo pridelených vzorke MM5 (Mikrosvín Mikulov). Víno Muškát moravský od Mikrosvínu dosiahlo v hodnotení 91 bodov, čo znamená v tomto hodnotení OIV vynikajúce víno. Ostatné vzorky ako MM1 (Dufek), MM2 (Víno Levice), MM3 (Matyšák) patria medzi vína dobré. Vzorka MM4 (Peter Podola) dosiahla počet na

hodnotenie uspokojivé. Na sensorických a spotrebiteľských preferenciách muškátových vín sa samozrejme podieľajú faktory mikroklímy a regionálne variácie, ktoré ovplyvňujú zmyslový profil a chuť odrody u spotrebiteľov (Vařeková, Kvasnička, 2019).

Záver

Pri sensorickej analýze vzoriek vín pochádzajúcich od českých výrobcov bolo dosiahnuté porovnateľne vyššie skóre, ako u vzoriek vín pochádzajúcich od domácich (slovenských) vinárov. Domnievame sa, že vzhľadom na zemepisný pôvod tejto odrody, ktorá bola prvýkrát vyšľachtená v šľachtiteľskej stanici v Českej republike v obci Polešovice, priaznivejšiemu hodnoteniu sensorických vlastností Muškátu moravského od českých výrobcov nahrávali tradičné zručnosti a „kumšt“ domácich vinárov, ktorí túto odrodu vyšľachtili.

Literatúra

Hronský, Š. a kol. 2006. *Vinárstvo*. Nitra: SPU. ISBN 80-8069-774-4.

Oliva, P. 2002. *Bez vína se nedá žít*. Nakladatelství Oliva, Brno. 139 s. ISBN 80-238-9877-9.

Vařeková, J. – Kvasnička, F. 2019. Sensorické profilovanie a spotrebiteľské preferencie muškátových vín moravských z rôznych mikroklím: Európsky potravinársky výskum a technológia. 245 s.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied projektom VEGA 1/0156/21 s názvom „Aplikácia viacnásobnej faktorovej analýzy na kvalitatívne a kvantitatívne ukazovatele vyrobeného vína pre dosiahnutie zníženia obsahu biogénnych amínov”.

Kontaktná adresa

MVDr. Lýdia Mesarčová, PhD. UVLF Košice, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, Košice 041 8, e-mail: lydia.mesarcova@uvlf.sk

**Stanovení vybraných polychlorovaných bifenyků
a organochlorovaných pesticidů v rybách po kulinární úpravě**
*Determination of selected polychlorinated biphenyls and organochlorine
pesticides in fish after culinary treatment*

Měřínská, Z., Horáková, K., Ostrovská, D., Řehůřková, I., Ruprich, J.
Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno

Souhrn

Rybí maso je lehce stravitelné a obsahuje mnoho esenciálních látek nezbytných pro lidský organismus. Přesto máme v ČR jednu z nejnižších spotřeb ryb v Evropě. Jedním z důvodů nízké konzumace ryb může být obsah kontaminujících látek anorganického i organického charakteru, které se vlivem znečištění životního prostředí podepisuje na kvalitě rybího masa. Více než 30 let poté, co bylo používání polychlorovaných bifenyků a organochlorovaných pesticidů zakázáno, jsou stále detekovány v rybím mase a v budoucnu, vzhledem k perzistentní povaze látek, stále budou. Největší vliv na obsah škodlivin má druh ryby a její způsob výživy, tj. znečištění lovné oblasti nebo typ krmiva používaného ve velkofarmách. Při výběru konzumované ryby je důležité mít představu o tučnosti daného druhu. Ryby méně tučné obsahují nižší koncentrace organických kontaminantů než ryby tučné, které jsou však doporučovány díky vysokému obsahu prospěšných omega 3 mastných kyselin.

Klíčová slova: *ryby, polychlorované bifenyly, organochlorované pesticidy*

Abstract

Fish meat is easily digestible and contains many essential substances necessary for the human organism. Nevertheless, we have one of the lowest fish consumption in Europe in the Czech Republic. One of the reasons for the low consumption of fish may be the content of inorganic and organic contaminating substances, which affect the quality of fish meat due to environmental pollution. More than 30 years after the use of polychlorinated biphenols and organochlorine pesticides were banned, they are still detected in fish meat and will continue to be in the future due to the persistent nature of the substances. The biggest influence on the content of harmful substances is the type of fish and its feeding method, i.e. pollution of the fishing area or the type of feed used in large-scale farms. When choosing the fish to eat, it is important to have an idea of the fat content of the given species. Less fatty fish contain lower concentrations of organic contaminants than fatty fish, but are recommended due to their high content of beneficial omega 3 fatty acids.

Key words: *fish, polychlorinated biphenyls, organochlorine pesticides*

Úvod

Polychlorované bifenyly (PCB) a organochlorované pesticidy (OCP) patří do skupiny tzv. persistentních organických polutantů (POPs) a jsou zařazeny na seznamu prioritních polutantů Stockholmské úmluvy. POPs jsou organické chemikálie na bázi uhlíku, které jsou perzistentní, bioakumulativní a mají potenciál transportu na velké vzdálenosti. Tyto látky jsou odolné vůči degradaci prostředím včetně chemických, biologických a fotolytických reakcí, proto po uvolnění zůstávají v prostředí po dlouhou dobu.

Do životního prostředí se PCB dostávaly ve 20. století díky širokému využívání jako chladiva a maziva v transformátorech, kondenzátorech a byly běžným aditivem barev,

lepidel, plastů a balících papírů. Od druhé světové války pak docházelo k výraznému používání OCP v zemědělství k ochraně rostlin. Největší zátěž organismu PCB pochází z příjmu potravy, zejména ryb, masa a mléčných výrobků. Zdrojem OCP v dietě jsou kontaminované potraviny rostlinného původu např. rýže, ovoce, zelenina, rostlinné oleje a masné potraviny živočišného původu např. ryby, vejce, masné a mléčné výrobky (Guo, 2019).

Právě konzumace ryb s obsahem kontaminantů organického i anorganického (těžké kovy) charakteru je často diskutována nejen mezi odborníky, ale i širokou veřejností. Z výživového hlediska je rybí maso považováno za velmi kvalitní a prospěšné lidskému zdraví. Bílkoviny rybího masa obsahují všechny esenciální aminokyseliny, navíc je velmi dobře stravitelné. Obzvláště cenný je obsah omega-3 nenasycených mastných kyselin, které si v našem těle nedokážeme syntetizovat. Omega-3 mastné kyseliny snižují riziko kardiovaskulárních onemocnění i hladinu cholesterolu v krvi a mají tak pozitivní účinky na naši oběhovou soustavu (Vráblík, 2007). Ryby jsou také zdrojem vitaminů rozpustných v tucích – A a D (zejména tučné ryby a játra) podílejících se na správné funkci imunitního systému a minerálních látek – fosfor, vápník podporující zdraví kostí a zubů. Mořské ryby jsou důležitým zdrojem jódu potřebného pro správnou funkci štítné žlázy. Konzumace ryb a rybích výrobků má jednoznačně pozitivní vliv na lidské zdraví, proto by ryby a rybí výrobky měly být nedílnou součástí diety. Podle výživových doporučení bychom měli jíst ryby dvakrát až třikrát týdně (SPV, 2021).

Trendem posledních let je rozšíření sortimentu čerstvých ryb v obchodních řetězcích a umožnění spotřebiteli navýšit konzumaci ryb. V laboratořích SZÚ CZVP Brno byla zpracována studie s cílem vyhodnotit možnosti z pohledu spotřebitele, zmapovat sortiment mořských i sladkovodních ryb na trhu v ČR a objektivně posoudit rizika konzumace ryb populací ČR.

Materiál a metodika

Odběr vzorků byl proveden formou nákupu 11 běžně dostupných druhů čerstvých ryb, vždy po třech vzorcích od jednotlivého druhu v několika běžných obchodních řetězcích a prodejně ryb.

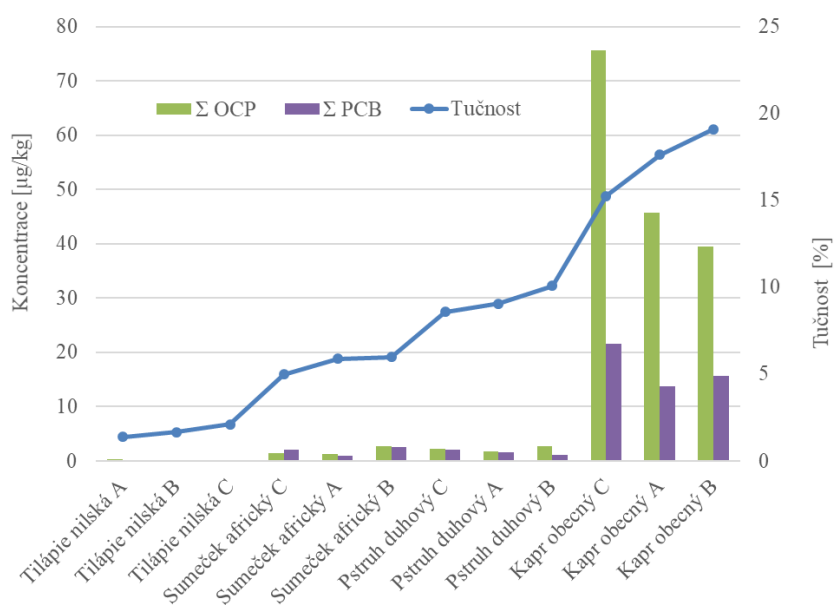
Při odběru vzorků byla uplatněna metodologie využívaná v rámci monitorování dietární expozice (MDE) (Ruprich, 2022), která je součástí projektu Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí (SZÚ, 2023), který v letošním roce slaví 30. výročí založení. Vzorky ryb a rybích výrobků jsou v tomto projektu sledovány od počátku.

Při evidenci nakoupeného zboží byly z etikety podchyceny všechny dostupné informace např. název zboží, datum spotřeby, místo chovu nebo odlovu – FAO, výrobce nebo dovozce, množství, charakter vzorku (kuchaná, celá, půlka ryby, filet, přítomnost kůže apod.). Vzorky zakoupených ryb byly tepelně upraveny pečením, které odpovídá zvyklostem spotřebitele v České republice, tj. standardní kulinární úpravou používanou v projektu MDE za využití multifunkční technologie (konvektomat).

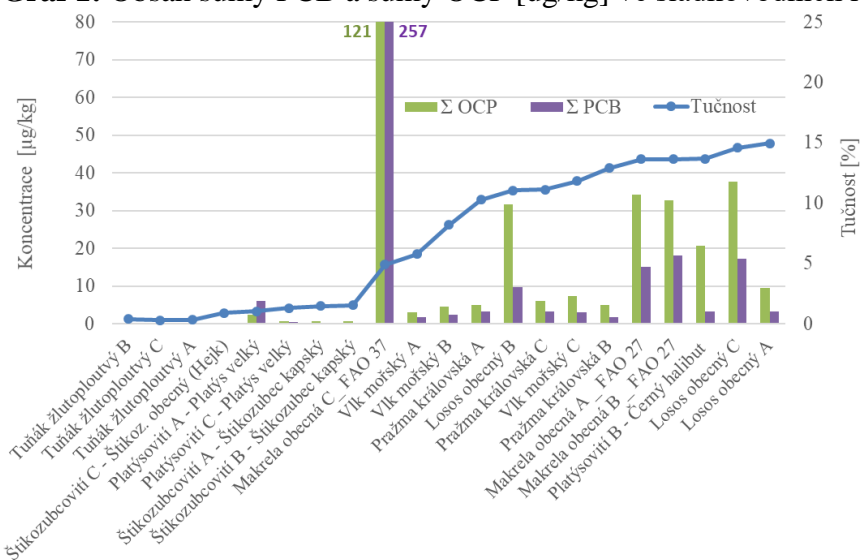
Po gravimetrickém stanovení celkového tuku extrakcí organickými rozpouštědly následovala analýza organických kontaminantů PCB a OCP plynovou chromatografií s hmotnostní spektrometrií GC-MS/MS. Všechny použité metody jsou akreditovány ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018.

Výsledky a diskuze

Na základě analýzy PCB a OCP bylo stanoveno zastoupení jednotlivých organických kontaminantů ve vzorcích kulinárně upravených ryb o různé tučnosti. Pro představu o vlivu tučnosti konkrétní ryby na hodnotu koncentrace organických polutantů byly spočítány sumy PCB (6 indikátorových kongenerů) a OCP (26 individuů). V grafu 1 a 2 je znázorněna závislost obsahu lipofilních PCB a OCP na rostoucí hodnotě tuku. Nejnižší koncentrace sledovaných organických polutantů je ve vzorcích nízkotučných ryb např. tilápie nilské nebo tuňáka žlutoploutvého. Nejvyšší koncentrace je zřejmá u tučných ryb např. kapr obecný, makrela obecná a losos obecný. Odchytky pozorované mezi třemi odebranými vzorky jedné čeledi mohou souviset např. se stářím ryb, způsobem chovu, místem lovu (FAO).



Graf 1: Obsah sumy PCB a sumy OCP [ug/kg] ve sladkovodních rybách

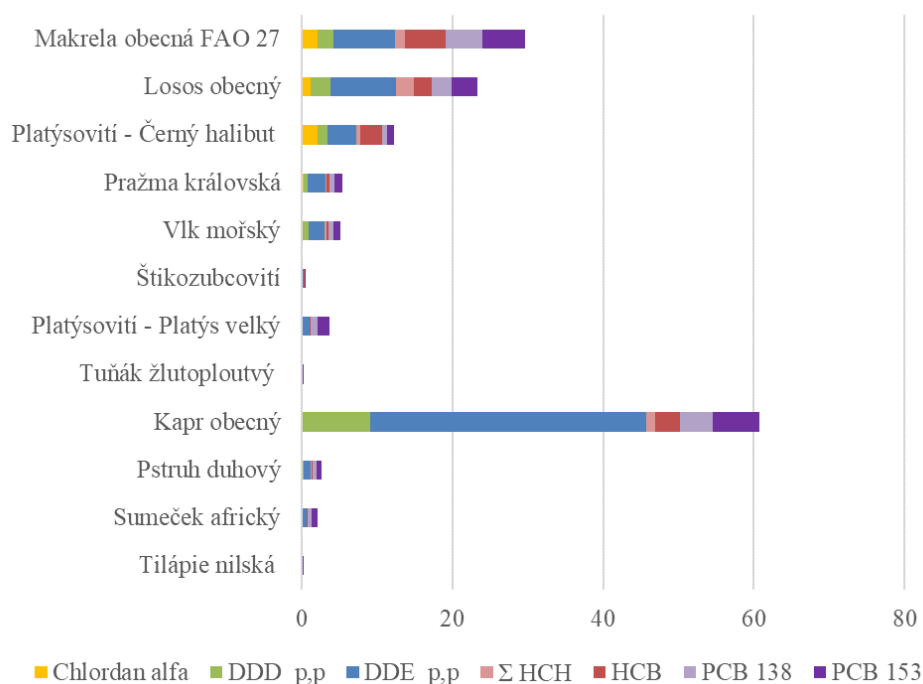


Graf 2: Obsah sumy PCB a sumy OCP [ug/kg] v mořských rybách

Výrazná odchylka je patrná u vzorků makrela obecné, kdy dva vzorky (A a B) pocházely z lovné oblasti Severního Atlantiku a jeden vzorek (C) ze Středozemního moře (FAO 37).

Tento vzorek obsahoval minimálně desetinásobně větší množství kontaminantů oproti ostatním vzorkům tučných ryb viz. graf 2. Tento vzorek nebyl použit do průměrného vzorku makrely obecné.

Dále byla pozorována rozdílná hodnota tuku vlivem teploty moře lovné oblasti, tak i hodnot kontaminantů vlivem životního prostředí dané oblasti. Celkový obsah PCB i OCP je podobný v případě sladkovodních i mořských ryb. Na analyzovaných vzorcích ryb není pozorován rozdíl mezi chovem a lovem ryb. Ryby na velkofarmách mohou být krmeny krmivem s obsahem rybí moučky vyrobené z levného mořského odpadu, která může být zdrojem kontaminací chovných ryb (Knutsen, 2018).



Graf 3: Obsah vybraných PCB a OCP ve vzorcích ryb [µg/kg]

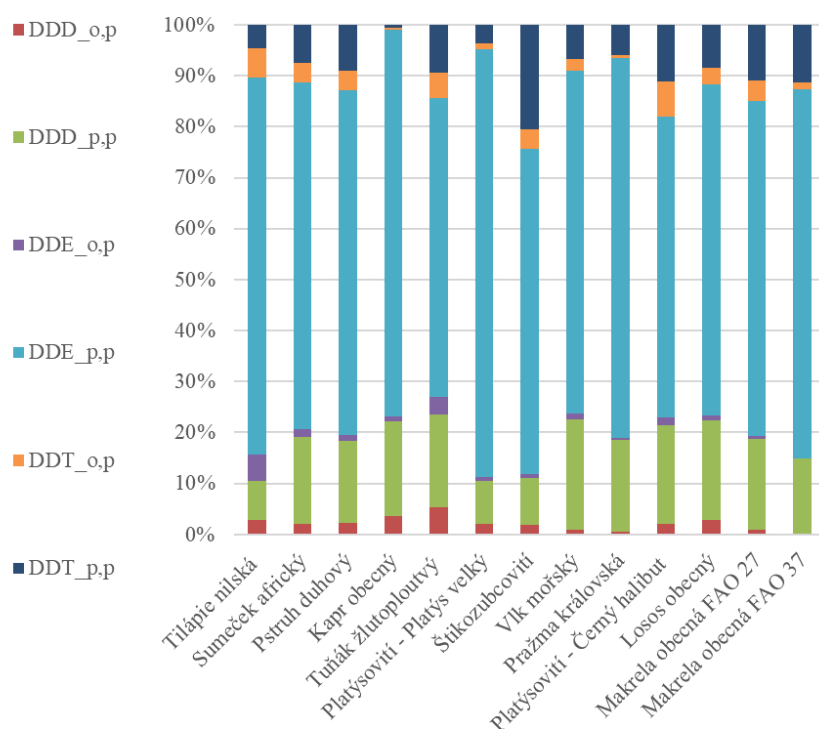
Ze skupiny stanovovaných PCB je nejvyšší koncentrace dosahováno u kongenerů 138 a 153 a v případě OCP u metabolitu p,p'-DDE jak je patrné z grafu 3.

Převaha hexachlorovaných PCB 153 a 138 může souviset s jejich vysokou lipofilitou, stabilitou a perzistencí ve vodním ekosystému. PCB 153 je dominantním kongenerem u všech zkoumaných druhů kulinárně upravených ryb, nejvíce v průměrném vzorku kapra obecného 6,21 µg/kg a nejméně ve vzorcích tilápie nilské < 0,01 µg/kg. Maximální limit sumy PCB bez dioxinového efektu (suma PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 a PCB 180) stanoveného v Nařízení komise (EU) 2023/915 (EU, 2023) je pro svalovinu ryb mořských na hodnotu 75 µg/kg u ryb sladkovodních na 125 µg/kg (EU, 2023). Tento limit překročil pouze výše popisovaný vzorek makrely obecné ze Středozemního moře (257 µg/kg).

Hladiny DDT a HCB mohou být detekovány kvůli, do nedávné doby v mnoha rozvojových zemích, zvýšenému používání pesticidů v zemědělství a neustálému používání DDT při kontrole šíření malárie (Thompson, 2017).

Organochlorové pesticidy, jako je DDT se v průběhu času v životním prostředí rozkládají na řadu metabolitů. Jelikož je metabolit p, p' - DDE nejvíce perzistentním metabolitem

DDT je dle očekávání, hlavním metabolitem přítomným v procesu degradace a tvoří až 70 procent celkového množství DDT detekovaného v rybím mase (Graf 4).



Graf 4: Profil metabolitů DDT ve vzorcích ryb

Závěr

Koncentrace sledovaných organických kontaminantů PCB a OCP v rybách nakoupených v tržní síti ČR, až na výjimky, nepřekračují limitní koncentraci (EU, 2023). Vliv na hodnotu kontaminantů má nejvíce stav životního prostředí dané oblasti, tj. místa odlovu (FAO) nebo chovných farem a zdroji potravy ryb (potravní řetězec, nekvalitní krmivo). Na analyzovaných vzorcích ryb není pozorován rozdíl mezi chovem a lovem ryb. Celkový obsah PCB i OCP byl podobný v případě sladkovodních (všechny z chovu) i mořských ryb.

Obsah PCB a OCP je závislý na tučnosti konkrétního druhu ryby. Hodnota tuku daného druhu ryby je ovlivněna teplotou moře lovné nebo chovné oblasti. Ryby s menším obsahem tuku obsahují nižší koncentrace organických kontaminantů než ryby tučné, které jsou doporučovány díky vysokému obsahu prospěšných omega 3 mastných kyselin.

Ve vzorcích ryb testovaných ve studii byla v jednom případě překročena limitní hodnota sumy PCB bez dioxinového efektu, a to u vzorku makrely obecné ze Středozemního moře (FAO 37). Tento vzorek obsahoval více jak desetinásobné množství celkového obsahu sledovaných organických kontaminantů PCB a OCP.

Doporučením je využít pestrost nabízeného sortimentu ryb. Při nákupu ryby věnovat pozornost místu původu, druhu i tučnosti ryb, a tím regulovat celkové konzumované množství. Není třeba se obávat rizika škodlivin při doporučené konzumaci ryb a rybích výrobků dvakrát týdně.

Literatura

Evropská Unie, 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, dostupné na:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0915>

Guo, W., Pan B., Sakkih, S., Yavas, G., Ge, W., Zou, W., Tong, W., Hong, H. 2019. Persistent Organic Pollutants in Food: Contamination Sources, Health Effects and Detection Methods. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 16, p. 4361.

Knutsen, H., K., Alexander, J. 2018. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain Assessment of a decontamination process for dioxins and PCBs from fish meal by replacement of fish oil. *EFSA Journal.*, vol. 16, p. 2

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2018.5174>

Ruprich, J. 2022. Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců, dietární expozice. Praha: Státní zdravotní ústav.

https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/09/Monitoring_TDS_2021.pdf

SPV. 2021. Zdravá třináctka – stručná výživová doporučení pro obyvatelstvo. [online]. [cit. 2023-12-13]. Dostupné z: <https://www.vyzivaspol.cz/zdrava-trinactka-strucna-vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelstvo/>

SZÚ, 2023. Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí, Praha: Státní zdravotní ústav.

https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/11/Souhrnna_zprava_2022.pdf

Thompson, L. A., Darwish, W. S., Ikenaka, Y., Nakayama, S. M., Mizukawa, H., Ischizuka, M. 2017. Organochlorine pesticide contamination of foods in Africa: incidence and public health significance. *J. Vet. Med. Sci.*, vol. 79, no.4, p. 751-764.

Poděkování

Príspevek byl zpracován s podporou MZ ČR – RVO (SZÚ, 75010330)

Kontaktní adresa

Ing. Zuzana Měřínská, Ph.D., Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: zuzana.merinska@szu.cz

Stanovení alergenu lepku v pokrmech veřejného stravování *Determination of allergen gluten among public catering*

Mrňousová, B., Hostovský, M., Fejtová, K., Kameník, J., Bursová, Š.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Osob trpících potravinovou alergií v poslední době rapidně přibývá. Rozhodne-li se takový člověk konzumovat pokrm mimo domov, vystavuje se potenciálnímu riziku a je tedy plně závislý na informacích, které jsou mu 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.

Bohužel ne vždy jsou ale zaměstnanci stravovacích zařízení dostatečně edukovaní a důslední a uváděné alergeny v pokrmu neodpovídají skutečnosti. V rámci studie byly odebrány vzorky v různých stravovacích zařízeních a následně bylo na základě laboratorních testů zjištěno, zda vybraný alergen – lepek (gluten) 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. Tyto naše závěry se shodují se výsledky ostatních vědeckých studií, zabývajících se znalostmi personálu o problematice alergenů v podnicích společného stravování.

Klíčová slova: *potravinová alergie, restaurace, lepek, ELISA*

Abstract

Number of people suffering from food allergies is rapidly increasing in recent years. If a person suffering by food allergy consume food outside the home, it runs the potential risk and is therefore completely dependent on the information given to him in a restaurant or other eating facilities that prepare food. Because of that, there is confidence in the correct food labelling necessary. Consumers must get accurate information about the composition of food to avoid ingesting for him unsafe food. Unfortunately, not always is the staff in restaurants enough educated and consistent and allergens presented to be in food do not reflect reality. In this study were taken samples at different catering establishments and tested by laboratory tests to determine whether the selected allergen (gluten) stated by the manufacturer, agrees. The results of our study confirmed that allergens listed in the menu do not correspond always with the real content of allergens in the food and the staff often gives false information to the customer. Our findings are consistent with results of other scientific studies dealing with the knowledge of the staff about the problems of allergens in catering.

Key words: *food allergy, restaurant, gluten, ELISA*

Úvod

V rámci dostatečně pestré výživy přijímáme v potravě až 170 látek, které v zásadě mohou vyvolávat alergii. Tyto látky označujeme jako potravinové alergeny. Jediným smysluplným opatřením v případě potravinových alergií a intolerancí je vyhybat se spouštěčům – tedy látkám, na které je člověk alergický. Potravinová alergie nebo intolerance trápí zhruba 1-3 % dospělé populace a 4-6 % dětské populace. Potravinové alergie, které vzniknou v prvních několika letech života v mnoha případech, zase vymizí. U dospělých naopak často přetrvávají po celý život, může se však měnit jejich podoba.

Můžeme však sledovat vzrůstající trend. Důvody globálního vzestupu zůstávají nejasné; přijaté hypotézy často ukazují na environmentální faktory, jako jsou dramaticky se měnící životní styl a stravovací návyky, ke kterým došlo během minulého století (Loh et al., 2018). 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 spoléhat na personál stravovacích služeb, aby správně připravili pokrmy bez alergenů. Z tohoto důvodu hraje personál pracující v restauracích a dalších stravovacích službách významnou roli při zvládnání rizik, kterým čelí zákazníci s potravinovými alergiemi (Figuroa-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).

KHS provedly v roce 2023 celkem 225 kontrol v provozovnách stravovacích služeb a bylo odebráno 227 vzorků k laboratornímu vyšetření přítomnosti alergenů. **Ve stanovených kritériích nevyhovělo 36 % vzorků.** Nejčastěji byla mezi nedeklarovanými alergeny zjištěna hořčice a to v 27 případech, v 19 případech celer a v 16 případech lepek. Dále se jednalo o výskyt mléčné bílkoviny ve 12 případech, vajec v 8 případech a sójové bílkoviny ve 4 případech (Ministerstvo zdravotnictví ČR, 2024).

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.

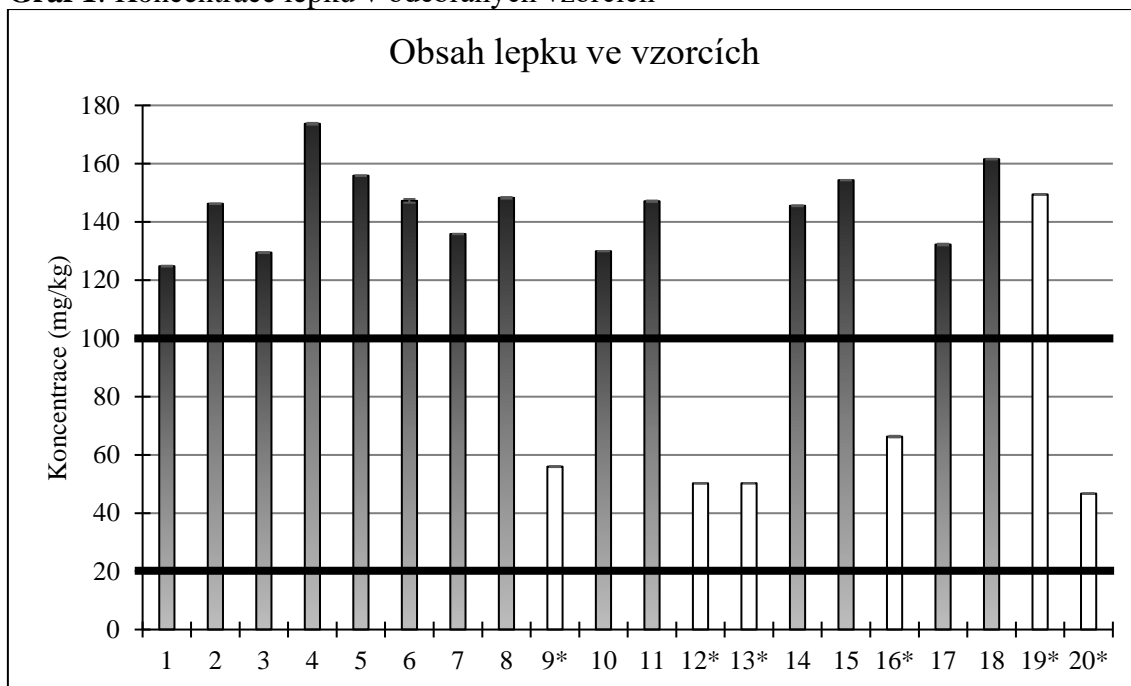
Pro stanovení alergenu ve vzorku byla použita metoda ELISA. Principem je reakce bílkoviny (antigeny) se specifickou protilátkou, která nese navázaný enzym a po přidání substrátu vzniká barevná reakce. Množství alergenu v potravine se stanoví na základě intenzity barevné reakce (princip spektrofotometrie). Výsledek se odečítá při určité vlnové délce a podle kalibrační křivky se kvantifikuje. Pro stanovení lepku byla použita souprava RIDASCREEN® Gliadin, která slouží pro kvantitativní stanovení kontaminace potravin prolaminou z pšeničné mouky (gliadin), žita (secalin) a ječmene (hordein). Pomocí této soupravy je možné stanovit lepek jednak v tepelně neopracovaných produktech (mouky, koření), ale také v produktech a potravinách, které prošly tepelnou úpravou. Vzorky, které byly tepelně opracovány, je nutné extrahovat navíc v tzv. Coctail solution (oficial R5-Mendez method). Detekční limit soupravy RIDASCREEN® Gliadin je 0,5 mg/kg (ppm) gliadinu nebo 1 mg/kg (ppm) glutenu. 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

Celkově bylo vyšetřeno 20 vzorků. U 70 % vzorků (n = 14) byl alergen lepek deklarován. U zbylých 30 % vzorků (n = 6) výskyt tohoto alergenu deklarován nebyl. Podle grafu vyplývá, že lepek byl detekován u všech stanovovaných vzorků. Podle prováděcího nařízení komise (EU) č. 828/2014, o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům se potraviny rozdělují do 3 kategorií, které jsou uvedeny níže, a které v grafu oddělují přímkou na daných hodnotách koncentrace lepku:

- bez lepku – v potravině, která je prodávána konečnému spotřebiteli, není více než 20 mg/kg lepku
- velmi nízký obsah lepku – v potravině, která je prodávána konečnému spotřebiteli, není více než 100 mg/kg
- potravina obsahující lepek – potravina, která je prodávána konečnému spotřebiteli, nesplňuje požadavky pro označení potraviny „bez lepku“, ani „velmi nízký obsah lepku“ (prováděcí nařízení 828/2014)

Graf 1: Koncentrace lepku v odebraných vzorcích



V souladu s výše uvedeným prováděcím nařízením se ve vzorcích č. 9, 12, 13, 16 a 20, které nebyly označeny příslušným alergenem, vyskytovaly stopy lepku. U daných pokrmů mělo být uvedeno tvrzení: „může obsahovat lepek“, nebo „může obsahovat stopy lepku“. Pokud podávaná potravina či pokrm daný alergen neobsahuje, v případě obsahu lepku musí splňovat limit ≤ 20 mg/kg lepku. Vzorek č. 19 dokonce obsahoval $149,43 \pm 0,001$ mg/kg lepku. Konkrétně se jednalo o krůtí steak s pikantním chřestovým salátem a vařené brambory. Deklarovány byly alergeny mléko a hořčice, nikoliv však lepek. U osoby citlivé na alergen lepek, nebo u osoby trpící celiakií, by konzumace takového pokrmu vyvolala zdravotní potíže. 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 alergenu 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.
- Figuroa-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>
- Lee, Y. M., Sozen, E. 2016. Food allergy knowledge and training among restaurant employees. *International Journal of Hospitality Management*, vol. 57, pp. 52-59.
- Loh, W., Tang, M. L. K. 2018. The epidemiology of food allergy in the global context. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol.15., no. 9, doi: [10.3390/ijerph15092043](https://doi.org/10.3390/ijerph15092043)
- Ministerstvo zdravotnictví ČR, Krajská hygienická stanice. 2024. Kontroly krajských hygienických stanic odhalily skryté alergenů v nabízených pokrmech. <https://mzd.gov.cz/kontroly-krajskych-hygienickych-stanic-odhalily-skryte-alergeny-v-nabizenych-pokrmech/>
- 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>

Kontaktní adresa

Mgr. Ing. Bohdana Mrňousová, 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: mrnousovab@vfu.cz

Změny koncentrace laktoferinu v kolostrálním období koz *Changes in lactoferrin concentration in the colostrum period of goats*

Navrátilová, P.¹, Bartáková, K.¹, Pospíšil, J.¹, Vorlová, L.¹, Dluhošová, S.¹,
Hanuš, O.²

¹Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Česká republika

²Výzkumný ústav mlékárenský Praha, Česká republika

Souhrn

Cílem studie bylo sledování změn koncentrace laktoferinu v kolostru koz. Vzorky kolostra byly získány od 12 koz ve dvou odběrech: 2. a 5. den po porodu ručním dojením. Laktoferin byl stanoven pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie na reverzní fázi s iontově párovacím činidlem (HPLC) s PDA detektorem. Druhý den byla průměrná koncentrace laktoferinu v kolostru $643,59 \pm 320,21$ mg/l, pátý den $492,28 \pm 221,41$ mg/l. Rozdíly mezi obsahem laktoferinu ve vzorcích mleziva získaných 2. a 5. den po porodu nebyly statisticky významné.

Klíčová slova: *kolostrum, laktoferin, koza*

Abstract

The aim of the study was to monitor changes in lactoferrin concentration in goat colostrum. Colostrum samples were obtained from 12 goats in two samplings: 2nd and 5th day after parturition by manual milking. Lactoferrin was determined using ion-pairing reverse-phase high-performance liquid chromatography (HPLC). HPLC determination was performed using an Alliance 2695 liquid chromatograph with a PDA 2996 detector (Waters, USA) and a Poroshell 300SB-C8, 2.1 x 75 mm, 5 mm column (Agilent, USA). On the 2nd day the average concentration of lactoferrin in colostrum was 643.59 ± 320.21 mg/l, on the 5th day 492.28 ± 221.41 mg/l. Differences between lactoferrin content in colostrum samples obtained 2nd and 5th day after parturition were not statistically significant.

Key words: *colostrum, lactoferrin, goat*

Úvod

Kolostrum se tvoří v mléčné žláze krátce před porodem a bezprostředně po porodu. Dle literárních údajů je pravé kolostrum u koz produkováno prvních 24 hodin po porodu. K přeměně kolostra na zralé mléko dochází postupně od 2. dne do 5. dne po porodu, v tomto období je sekret mléčné žlázy považován za tzv. tranzitní mléko. Přechod kolostra ve zralé mléko je ukončen 5. den (Sánchez-Macías et al., 2014), maximálně 5-7 den po porodu (Raimondo et al., 2024). Vzhledem k typu placenty u koz (syndesmochoriální) průchod mateřských protilátek transplacentární cestou není během březosti možný. Kůzlata (podobně jako mláďata dalších přežvýkavců) se rodí agamaglobulinemická, po porodu je u kůzlat nezbytný dostatečný příjem kvalitního kolostra pro zajištění pasivní imunity (Övet, 2023). Imunologická kvalita kolostra je velmi variabilní a je ovlivněna řadou faktorů (individualita zvířete, plemenná příslušnost, pořadí laktace, objem nadojeného mleziva, interval mezi porodem a dojením, délka období stání na sucho, zdravotní stav zvířete aj.) (Staněk et al., 2018). Složení kolostra je unikátní. Z hlediska obsahu nutričních složek kolostrum obsahuje méně laktózy, více tuku, bílkovin, peptidů, nebílkovinných dusíkatých látek, sušiny, vitaminů a minerálních

látek. Kolostrum představuje bohatý zdroj bioaktivních složek – imunoglobulinů, buněčných elementů, enzymů, laktoferinu, lysozymu, cytokinů, růstových faktorů a hormonů. Hladina nutričních a bioaktivních složek je ve zvýšené koncentraci během 72 hod. po porodu, s postupujícím časem se jejich hladina snižuje. Složení kolostra závisí na řadě faktorů – stádium laktace, pořadí laktace, plemeno, environmentální stres, období stání na sucho, genetické faktory, období porodu aj. (Mehra et al., 2021, Kumar et al., 2016). Důležitou úlohu v ochraně kůzlat proti infekcím v období před rozvojem pasivní imunity plní nespecifické ochranné faktory, jedním z těchto faktorů je laktoferin. Laktoferin je kationtový glykoprotein vázající železo, disponuje antibakteriální, antivirovou a antiparazitární aktivitou. LF podporuje proliferaci, diferenciaci a aktivaci buněk imunitního systému a posiluje imunitní odpověď. Působí také jako protizánětlivý faktor (Adlerová et al., 2008). Z literárních údajů vyplývá, že v kolostru je koncentrace LF vyšší a následně dochází denně k jejímu postupnému snižování, dokud nedosáhne fyziologické hodnoty zralého mléka. Cílem studie bylo sledování změn koncentrace laktoferinu ve vzorcích kolostra koz získaných 2. a 5. den po porodu.

Materiál a metodika

Materiál

Odběr vzorků byl uskutečněn na malé rodinné farmě zaměřené na chov koz s produkcí syrového mléka v okrese Brno-město. Vzorky mleziva byly získány ručním dojením u vybraného souboru 12 koz různých plemen (3 kozy plemene bílá krátkosrstá, 5 koz plemene hnědá krátkosrstá a 4 kříženci) a v různém pořadí laktace (2. – 10. laktace). Vzorky mleziva byly odebrány 2. a 5. den po porodu. Po nadojení byly vzorky zchlazeny a přepraveny při teplotě 4-6 °C do laboratoře. Do vyšetření byly uchovávány v chladničce při teplotě 4-6 °C.

Metodika

Laktoferin byl stanoven pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie na reverzní fázi s iontově párovacím činidlem (HPLC). Příprava vzorků před vlastním stanovením zahrnovala odstředění mléka (odstředivka Hermle Z 326 K, Hermle Labortechnik, Německo) s následným mechanickým odstraněním tukové frakce. Odstředěné mléko bylo vysráženo pomocí 10% kyseliny octové do pH 4,6 s kontinuální kontrolou pH (pH metr Hanna pH 211, Hanna Instruments, Rumunsko). Vysrážený vzorek byl odstředěn (odstředivka Hettich EBA 20, Hettich, Německo) a oddělená syrovátka byla přefiltrována přes nylonový membránový filtr (0,22 µm) do chromatografických vialek. HPLC stanovení proběhlo pomocí kapalinového chromatografu Alliance 2695 s PDA 2996 detektorem (Waters, USA) a kolonou Poroshell 300SB-C8, 2,1 x 75 mm, 5 µm (Agilent, USA). Mobilní fáze byla složena z vody, acetonitrilu a kyseliny trifluoroctové. Bylo použito gradientové eluce a průtok mobilní fáze byl 1,0 ml.min⁻¹ při teplotě kolony 50 °C. Analyty byly detekovány při 205 nm. Mez detekce pro laktoferin byla 1,5 mg/l. Pro sběr a vyhodnocování dat a chod kapalinového chromatografu byl použit software Empower 2 (Waters, USA). Kvantifikace laktoferinu byla provedena metodou vnějšího standardu s využitím standardu laktoferinu z kravského mléka (Sigma Aldrich, USA). Statistické hodnocení výsledků bylo provedeno za použití F-testu a párového t-testu v programu Unistat 6.5 (Unistat, Velká Británie).

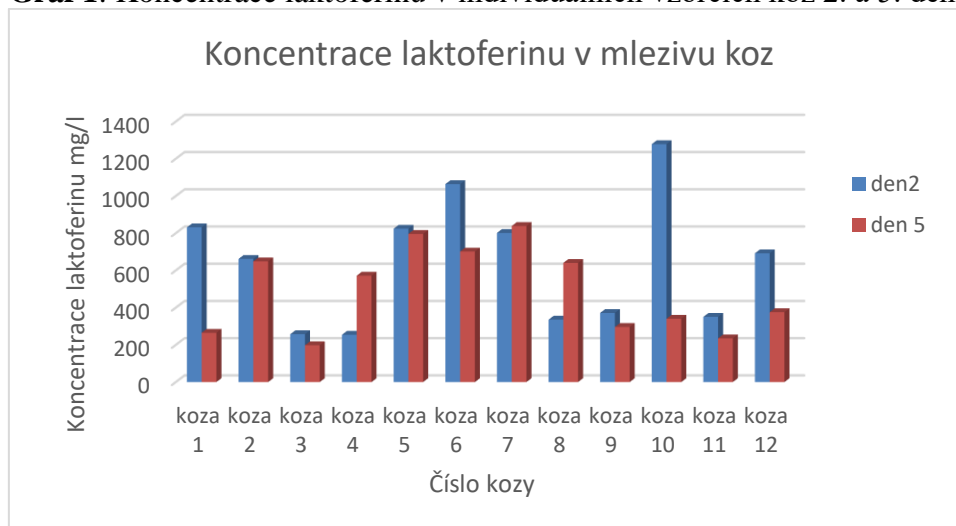
Výsledky a diskuze

Průměrné koncentrace laktoferinu v analyzovaných vzorcích kolostra 2. a 5. den po porodu ukazuje tabulka č.1. Stanovené koncentrace laktoferinu v odebraných vzorcích v kolostrálním období nejsou v souladu s dostupnými literárními údaji. Rachman et al. (2015) srovnávali koncentraci laktoferinu v mlezivu a mléce tří plemen koz v období od 1. do 8. dne po porodu. Autoři zjistili nejvyšší průměrné hodnoty laktoferinu 1. a 2. den po porodu, 3. den došlo k statisticky významnému poklesu hodnot (o 68-69 %). Druhý den byla naměřena koncentrace laktoferinu u koz plemene Peranakan Etawah $154,82 \pm 53,92$ mg/l, u koz plemene Jawarandu $205,83 \pm 32,30$ mg/l a u kříženců $204,83 \pm 32,30$ mg/l. Pátý den byla nejvyšší hladina laktoferinu u koz plemene Jawarandu $48,45 \pm 12,60$ mg/l. Autoři potvrdili, že plemeno i stadium laktace statisticky významně ovlivňují hladinu laktoferinu v mlezivu a ve zralém mléce koz. Hodnoty laktoferinu v citované studii Rachman et al. (2015) jsou v porovnání s výsledky prezentované studie nižší. Další studie naopak uvádí mnohem vyšší koncentrace laktoferinu v kolostru. Studie publikovaná autory Raimondo et al. (2024) popisují změny ve složení proteinové frakce mleziva a zralého mléka u plemene Sánská koza v období do 30. dne po porodu. Kromě analýzy dalších proteinů se autoři zaměřili i na koncentraci laktoferinu, průměrná koncentrace laktoferinu byla 2. den po porodu $1330,0 \pm 800,0$ mg/l, 5. den $1120,0 \pm 340,0$ mg/l.

Tabulka 1: Koncentrace laktoferinu v kolostru koz 2. a 5. den po porodu

	Koncentrace laktoferinu mg/l	
	2. den	5. den
Počet vzorků (n)	12	12
Aritmetický průměr	643,59	492,28
Směrodatná odchylka (SD)	320,21	221,41
Minimální hodnota	254,38	198,28
Maximální hodnota	1278,41	838,69

Graf 1: Koncentrace laktoferinu v individuálních vzorcích koz 2. a 5. den po porodu



Z minimálních a maximálních hodnot v tabulce č. 1 dále vyplývá, že stanovené koncentrace laktoferinu v individuálních vzorcích se pohybovaly v širokém rozmezí hodnot jak ve 2.dni, tak i v 5. dni po porodu. U většiny koz byla koncentrace laktoferinu

5. den po porodu nižší, v porovnání s 2. dnem odběru (Graf č.1). Statistickou analýzou však nebyly prokázány statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$) mezi obsahem laktoferinu ve vzorcích mleziva získaných 2. a 5. den po porodu. U tří koz (kozy č. 4, 7 a 8) byly koncentrace laktoferinu v individuálních vzorcích odebraných 5. den po porodu naopak vyšší. Rachman et al. (2015) sice konstatovali, že koncentrace laktoferinu vykazovaly od 2. do 8. dne viditelný pokles, ale u plemene Jawarandu byla 6. den po porodu zaznamenána vyšší průměrná hodnota laktoferinu než 5. den, poté hodnota opět klesala. Rachman et al. (2008) prokázali vliv stadia laktace a plemene na koncentraci laktoferinu.

Závěr

Rozdílné koncentrace laktoferinu v kolostrálním období koz v porovnání s literárními údaji a jejich variabilita v individuálních vzorcích potvrdily, že složení kolostra je ovlivněno řadou faktorů – stadiem laktace, pořadím laktace, plemenem, environmentálním stresem, obdobím stání na sucho, genetickými faktory, obdobím porodu, zdravotním stavem aj.

Literatura

- Adlerova, L., Bartoskova, A., Faldyna, M. 2008. Lactoferrin: a review. *Veterinarni Medicina*, vol. 53, pp. 457–468.
- Kumar, H., Yadav, D., Kumar, N. 2016. Nutritional and nutraceutical properties of goat milk-a review. *Indian Journal of Dairy Science*, vol. 69, pp. 513–518.
- Mehra, R., Sangwan K., Garhwal, R. 2021. Composition and therapeutic applications of goat milk and colostrum. *Research & reviews. Journal of Dairy Science & Technology*. vol. 10, pp. 1–7.
- Övet, C. 2023. Cytokines and growth factors in goat colostrum: a short review. *Journal of Bahri Dagdas Animal Research*, vol. 12, pp. 87-95.
- Raimondo, R.F.S, Miyashiro S.I., Birgel Junior, E.H. 2024. Whey protein dynamics in goat mammary secretions during colostrum and early lactation periods. *Journal of Dairy Research*, vol. 91, issue 1, pp. 84–88.
- Sánchez-Macías, D., Moreno-Indias, I., Castro, A., Morales-delaNuez, N., Argüello, A. 2014. From goat colostrum to milk: Physical, chemical, and immune evolution from partum to 90 days postpartum. *Journal of Dairy Science*, vol 97, pp. 10-16.
- Staněk, S., Šlosárková, S., Fleischer, P., Nejedlá, E., Krejčí, J., Zouharová, M. 2018. *Ziskávání kvalitního mleziva na farmě a jeho kontrola*. Brno: Výzkumný ústav veterinárního lékařství. ISBN 978-80-88233-49-7.

Poděkování

Práce vznikla za finanční podpory projektu NAZV QK21010326.

Kontaktní adresa

MVDr. Pavlína Navrátilová, 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: navratilovap@vfu.cz

**Mellisopalinologická analýza maďarských jednodruhových medů
z *Amorpha fruticosa***
***Mellisopalynological Analysis of Hungarian Monofloral Honey from
Amorpha fruticosa***

Ondruchová, S.¹, Javůrková, Z.¹, Pospiech, M.¹, Csilla Bendek, C.², Bodor, Z.²,
Tremlová, B.¹

¹Veterinární univerzita Brno, Palackého tř. 1946/1, CZ

²Semmelweis University, Üllői út 26, Budapest, 1085, HU

Souhrn

Cílem této studie byla pylová analýza jednodruhových medů z *Amorpha fruticosa* pocházejících z různých oblastí Maďarska. Analyzované vzorky medu byly získané od místních včelařů. Výsledky analýzy odhalily výrazné regionální rozdíly v zastoupení pylových zrn, zejména pylu *Amorpha fruticosa*, který se v jednotlivých lokalitách pohyboval od zanedbatelného podílu v medu z oblasti Mandoku (0,3 %) až po vysoké koncentrace v medu ze Simonfy (34,6 %), Velemu (33,6 %) a Kardosfy (25,3 %). Dále byly zjištěny rozdíly v zastoupení pylu dalších rostlinných druhů, jako jsou zástupci čeledí *Asteraceae* (7,3 %) a *Brassicaceae* (19,4 %), což odráží místní biodiverzitu a dostupnost rostlinných zdrojů pro včely. Tato studie přináší nové poznatky o vlivu geografických podmínek na pylové složení a charakteristiky monoflorálních medů.

Klíčová slova: pylová analýza, botanický původ, med, *Netvařec křovitý*

Abstract

The aim of this study was pollen analysis of *Amorpha fruticosa* monofloral honeys from different regions of Hungary. The analyzed honey samples were obtained from local beekeepers. The results revealed significant regional differences in pollen representation, especially *Amorpha fruticosa* pollen, which ranged from negligible proportions in honey from Mandok (0,3 %) to high concentrations in honey from Simonfa (34,6 %), Velem (33,6 %) and Kardosfa (25,3 %). Additionally, variations in pollen representation of other plant species, such as representatives of the *Asteraceae* (7,3 %) and *Brassicaceae* (19,4 %) families, were found, reflecting local biodiversity and the availability of plant resources for bees. This study provides new insights into the influence of geographical conditions on pollen composition and properties of monofloral honeys.

Key words: pollen analysis, botanical origin, honey, *Bastard indigo*

Úvod

Mellisopalinologie, vědecká disciplína zabývající se pylovou analýzou, představuje nepostradatelný nástroj pro hodnocení kvality a pravosti medu. Med je komplexní směs, která kromě cukrů, organických kyselin a enzymů, obsahuje také velké množství pylových zrn pocházejících z různých rostlin, ze kterých včely medonosné (*Apis mellifera*) sbírají nektar. Kromě pylu se v medu nacházejí i další organické částice, jako jsou prvky medovice, včetně voskových vláken, řas a spor hub (Von Der Ohe et al., 2004). Pylová analýza je klíčovým nástrojem pro určování botanického a zeměpisného původu medu. Složení pylových zrn v medu odráží charakteristickou vegetaci oblasti, kde včely sbíraly nektar. Geografická poloha a zemědělské praktiky významně ovlivňují druhové složení rostlin a tím i složení pylu v medu. Díky detailní analýze pylových zrn lze přiřadit med k určitému regionu a identifikovat dominantní rostlinný zdroj nektaru, což je

zejména důležité pro charakterizaci monoflorálních (jednodruhových) medů (Pospiech et al., 2021b; Bodor et al., 2021; Von Der Ohe et al., 2004).

Med může být považován za jednodruhový pouze tehdy, pokud pochází převážně nebo zcela z daného druhu rostliny a vykazuje odpovídající smyslové, fyzikálně-chemické a mikroskopické vlastnosti (podle § 9 odst. 2, písm. c) vyhlášky 76/2003 Sb., kterou se stanovují požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kaka a s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony (Česká republika, 2003).

Aby vzorek medu splňoval mikroskopickou charakteristiku jednodruhových medů, musí obsahovat minimální množství specifických pylových taxonů podle stanovených hodnot. Například pro řepkový med je vyžadováno 60-80 % pylu z druhu *Brassica napus*, pro lípový med 10-20 % pylu *Tilia* sp., akátový med musí obsahovat 10-20 % pylu *Robinia pseudoacacia*, a slunečnicový med 30-50 % pylu *Helianthus* sp.. Jetelový med by měl mít zastoupení pylu *Trifolium* sp. v rozmezí 35-70 %, svazenkový med vyžaduje 60-90 % pylu *Phacelia tanacetifolia*, pohankový med musí obsahovat 30-50 % pylu *Fagopyrum* sp., a pampeliškový med 15-20 % pylu *Taraxacum officinale*. Pokud konkrétní botanický druh není uveden, hodnotí se podle aktuálních vědeckých poznatků. Přítomnost jiných pylových taxonů je možná, ale pokud se jejich nektarodárný pyl podílí ve významném množství, med nemůže být považován za jednodruhový (Pospiech et al., 2021a; El-Labban, 2023).

V Maďarsku, které se řadí mezi 4 nejvýznamnější producenty medu v Evropě s produkcí více než 20 tun medu ročně, se nejčastěji setkáváme s medy z akátu (*Robinia pseudocacia*), kaštanu setého (*Castanea sativa*), řepky (*Brassica napus*), slunečnice (*Helianthus annuus*), lípy (*Tilia* sp.) a indigovníku (*Amorpha fruticosa*) (Bodor et al., 2021).

Amorpha fruticosa (Netvařec křovitý, č. *Fabaceae*) je rostlina známá především pod několika lidovými názvy, jako je falešné indigo či bastard indigo, které odkazují na její tradiční využití jako zdroje barviva. Tato rostlina, původem ze Severní Ameriky, byla rozšířena úmyslně i neúmyslně do jiných oblastí světa, kde se mnohdy stala invazivním druhem. Dospělá rostlina má širokou korunu s 1-10 stonky, dorůstajících výšky až 3,5 m. Na severní polokouli kvete v květnu a červnu nápadnými, vonnými, purpurově modrými květy s oranžovými prašníky, uspořádanými do vzpřímených klasů. Díky bohatému zdroji nektaru je tento druh ceněnou medonosnou rostlinou jak v místě původu, tak na místech, kde byla zavlečena (Kozuharova et al., 2017; Grabić et al., 2022).

Materiál a metodika

Pro kvantitativní pylovou analýzu byly připraveno 8 preparátů vzorků jednodruhových maďarských medů *Amorpha fruticosa* pocházejících od malých včelařů, z oblasti Mandok, Velem, Simonfa a Kardosfa. Každý vzorek byl analyzován v duplikátu (A a B). Před vlastní analýzou bylo nutné zajistit homogenní stav vzorku medu. Vzorky byly temperovány při 40 °C a důkladně promíchány. Z takto připraveného vzorku bylo odebráno 5,0 g ($\pm 0,1$ g) a zředěno 20 ml destilované vody. Za použití filtrační aparatury GV025/2 (Thermo Fisher Scientific Inc., Německo) byla pylová zrna zachycena na filtru (Mixed Cellulose Ester – MCE, 25 mm diameter, membrane, hydrophilic, white – Millipore, Sigma-Aldrich spol. s r. o., Německo) o průměru 25 mm s velikostí porů 3 μ m, a následně připravena pro mikroskopickou analýzu.

Filtry s pylovými zrny byly přeneseny na podložní sklíčka (76 x 26 mm, se zábrusem, Thermo Fisher Scientific Inc., Německo) a překryty Solakrylem BMX (VWR, Česko) a krycím sklem (24 x 40 mm, Hirschmann s.r.o.). Po zaschnutí mikroskopických

preparátů, následovalo snímání pomocí digitální kamery připojené k mikroskopu Eclipse CI (Nikon, Japonsko). Pro získání kvalitních snímků byly optimalizovány parametry kamery (expozice 250 μ s, barevné kanály R 1,70, G 1,0, B 1,38) a mikroskopu (intenzita světla 150-160 pixelů) za použití objektivů se zvětšením 10x a 20x. Pro zajištění náhodného výběru míst pro snímání pylových zrn byl použit program Scan Position Generator (Štarha, Česko). Do tohoto programu byly zadány vstupní parametry jako průměrný počet pylových zrn na zorné pole, souřadnice středu filtru a požadovaný celkový počet snímaných zrn. Vygenerované souřadnice byly následně importovány do programu NIS Elements ver. 5.2. (Laboratory imagine, Česko), který řídil proces snímání. Abychom zajistili detailní zobrazení všech pylových zrn v preparátu, bylo každé zorné pole snímáno v pěti různých rovinách ostroty s následným sloučením do jednoho obrazu s rozšířenou hloubkou ostroty (EDF obraz). Tímto postupem jsme získali komplexní a přesné snímky pro další analýzu. Následná klasifikace pylových zrn probíhala pomocí softwaru Pollen Classification (Štarha, Česko). Identifikována byla jednotlivá pylová zrna a zařazena do příslušných botanických taxonů na základě jejich morfologických znaků (velikost, tvar, povrchová struktura).

Po klasifikaci byl spočítán počet pylových zrn každého taxonu a vypočítáno jejich procentuální zastoupení ve vzorku. Pro zvýšení spolehlivosti byly analyzovány duplikáty vzorků. Po analýze jednotlivých snímků vzorku jsme data exportovali do Excel 2016 (Microsoft, USA) a následně byla data statisticky vyhodnocena v programu Xlstat 2024 (Addinsoft, USA). Použit byl statistický test mnohonásobného porovnávání Tukey HSD, s post-hoc testem Dunn-Sidak a Duncan.

Výsledky a diskuse

Při analýze jednodruhových medů z *Amorpha fruticosa* z různých oblastí Maďarska (Mandok 1A a 1B, Velem 2A a 2B, Simonfa 3A a 3B, Kardosfa 4A a 4B) se zkoumaly rozdíly mezi těmito medy.

Pylová analýza prokázala statisticky významné rozdíly mezi některými vzorky, což potvrdilo, že složení pylu v medech není homogenní ($p < 0,05$). Z výsledků je patrné, že lokální podmínky výrazně ovlivňují dostupnost pylových zdrojů v oblasti Mandoku. Tento výrazný regionální rozdíl pravděpodobně souvisí s odlišnou vegetací a biodiverzitou jednotlivých lokalit.

Srovnání jednodruhových medů *Amorpha fruticosa* získaných z různých oblastí Maďarska poukazuje na zajímavé rozdíly v pylovém složení jednotlivých vzorků. Ačkoli se jedná o medy deklarované jako jednodruhové, analyzovaná pylová spektra odhalují přítomnost několika dalších rostlinných druhů, které se podílejí na celkovém složení.

Pro jednodruhový med z *Amorpha fruticosa* není ve vyhlášce č. 76/2003 Sb. stanoveno konkrétní procento pylu tohoto druhu. V takovém případě se vychází z obecných pravidel pro jednodruhové medy, podle kterých musí med obsahovat pyl z daného druhu v dostatečném množství, aby splňoval odpovídající organoleptické, fyzikálně-chemické a mikroskopické charakteristiky. S ohledem na podobné rostlinné druhy lze předpokládat, že rozmezí obsahu pylu u jednodruhových medů tohoto typu může být přibližně 10-20 % specifického pylu.

Pylovou analýzou vzorků byly zjištěny pyly následujících rostlinných druhů: *Achillea* sp., *Alliaceae*, *Amorpha fruticosa*, *Apiaceae*, *Artemisia* sp., *Aruncus* sp., *Asclepias*, *Asteraceae* sp., *Brassica* sp., *Castanea sativa*, *Dianthus* sp., *Eupatorium*, *Helianthum* sp., *Phacelia tanacetifolia*, *Rhanunculus* sp., *Robinia pseudoacacia*, *Salix* sp., *Solidago canadensis*, *Thymus* sp., *Tilia* sp., *Trifolium* sp., *Vicia* sp., a *Zea mays*.

Tabulka 1: Procentuální pylové zastoupení nejvýznamnějších rostlinných druhů ve zkoumaných lokalitách Maďarska

Oblast	<i>Amorpha fruticosa</i>	<i>Asteraceae</i> sp.	<i>Brassica</i> sp.	<i>Trifolium</i> sp.
Mandok 1A	0,0	1,9	42,4	14,4
Mandok 1B	0,6	1,3	33,2	5,1
Velem 2A	35,2	1,3	28,0	1,6
Velem 2B	32,1	0,3	25,3	3,5
Simonfa 3A	28,6	0,6	10,0	12,5
Simonfa 3B	40,6	0,3	11,8	2,2
Kardosfa 4A	29,7	21,9	2,6	8,5
Kardosfa 4B	20,8	30,5	1,9	4,9

Medy z jednotlivých lokalit vykazují výrazné rozdíly v obsahu pylu z *Amorpha fruticosa*. Zatímco vzorky z Mandoku mají minimální až zanedbatelný obsah tohoto pylu, což může naznačovat menší dostupnost tohoto zdroje v této oblasti, anebo případně vyšší konkurenci dalších pylových zdrojů, jako jsou např. rostliny rodu *Brassica* a *Trifolium*. Ve vzorcích z Velemu je pyl z *Amorpha fruticosa* zastoupen vysokým podílem (35,2 % a 32,1 %), podobných hodnot dosáhl i vzorek ze Simonfy, který rovněž vykazuje vysoké koncentrace tohoto pylu (28,6 % a 40,6 %), a i Kardosfa s mírně nižšími hodnotami (29,7 % a 20,8 %). Což naznačuje, že zatímco v Mandoku není tento druh dominantní, v ostatních lokalitách je *Amorpha fruticosa* klíčovým zdrojem nektaru.

Při detailní analýze obsahu pylu z čeledi *Asteraceae* byly zjištěny významné rozdíly mezi vzorky z různých lokalit. Medy z Kardosfy obsahují vysoký podíl pylu z této čeledi (21,895 % a 30,519 %), což naznačuje, že v této oblasti rostou druhy této čeledi hojně, a jsou tak snadno dostupné pro sběr včelami. Naopak medy z ostatních lokalit vykazují velmi nízké hodnoty obsahu tohoto pylu, což může být důsledkem absence významného zastoupení rostlin z čeledi *Asteraceae* v této oblasti, nebo odlišných květových zdrojů preferovaných včelami.

Podobný vzorec byl pozorován u pylu z rodu *Brassica*, kde vzorek z Mandoku obsahuje nejvyšší podíl pylu (33,2 % a 42,4 %), zatímco medy z Kardosfy mají výrazně nižší koncentrace tohoto pylu (2,6 % a 2,0 %). Tento rozdíl pravděpodobně reflektuje přítomnost rostlin rodu *Brassica* v lokalitě Mandok, kde tyto rostliny dominují jako zdroj nektaru, zatímco v oblasti Kardosfa nejsou tak běžné.

Zajímavé výsledky byly také získány i při analýze obsahu pylu z *Trifolium*, kde vzorky z Mandoku a Kardosfy vykazují relativně vysoké zastoupení. Tento pylový zdroj je ve vzorcích z ostatních lokalit zastoupen v menší míře, což naznačuje, že druhy rodu *Trifolium* jsou v těchto oblastech méně běžné, nebo že včely preferují jiné zdroje nektaru.

Závěr

Závěrem lze konstatovat, že analýza jednodruhových medů *Amorpha fruticosa* získaných z různých oblastí Maďarska odhalila regionální rozdíly v pylovém složení těchto medů. Výsledky potvrzují klíčovou roli *Amorpha fruticosa* v některých oblastech Maďarska, přičemž zdůrazňuje vliv místních podmínek na složení pylu v jednotlivých vzorcích medů. Výsledky ukazují, že včely ve Velemu, Simonfě i v Kardosfě mají snadný přístup k rostlinám *Amorpha fruticosa*. Průměrný obsah pylu byl v těchto oblastech 31,2 %. Zatímco v Mandoku byl obsah *Amorpha fruticosa* 0,3 % a med byl výrazně ovlivněn

jinými zdroji pylu. To může odrážet jak vegetační složení těchto oblastí, dostupnost, tak i preferenci včel pro různé druhy nektaru. Na základě této pylové analýzy vzorek medu z Mandoku, nelze považovat za med jednodruhový z *Amorpha fruticosa*, jelikož nesplňuje podmínku obsahu specifického pylu v hodnotách 10-20 %.

Literatura

Bodor, Z.; Kovacs, Z.; Benedek, C.; Hitka, G. a Behling, H., 2021. Origin Identification of Hungarian Honey Using Melissopalynology, Physicochemical Analysis, and Near Infrared Spectroscopy. Online. *Molecules*. vol. 26, no. 23, sp. 7274. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules26237274>

Česká republika. Vyhláška č. 76/2003 Sb. ze dne 27. března 2003, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. 2003 Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-76>

El-Labban, M., 2023. Beekeepers' guide for pollen identification of honey. Second edition. Lebanon. ISBN 978-9953-0-5184-0., pp. 319

Grabić, J.; Ljevnaić-Mašić, B.; Zhan, A.; Benka, P. a Heilmeyer, H., 2022. A review on invasive false indigo bush (*Amorpha fruticosa* L.): Nuisance plant with multiple benefits. Online. *Ecology and Evolution*. vol. 12, no. 9. ISSN 2045-7758. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ece3.9290>.

Kozuharova, E.; Matkowski, A.; Woźniak, D.; Simeonova, R.; Naychov, Z. et al., 2017. *Amorpha fruticosa* – A Noxious Invasive Alien Plant in Europe or a Medicinal Plant against Metabolic Disease? Online. *Frontiers in Pharmacology*. 2017-06-08, vol. 8, no. 333. ISSN 1663-9812. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00333>.

Pospiech M. a kol., 2021a: Metodika semiautomatického stanovení pylového profilu – melissopalynologická analýza medu

Pospiech, M.; Javůrková, Z.; Hrabec, P.; Čížková, H.; Titěra, D. et al., 2021b. Physico-Chemical and Melissopalynological Characterization of Czech Honey. Online. *Applied Sciences*. vol. 11, no. 11., p. 4989. ISSN 2076-3417. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/app11114989>.

Von der Ohe, W.; Persano Oddo, L.; Piana, M. L.; Morlot, M. a Martin, P., 2004. Harmonized methods of melissopalynology. Online. *Apidologie*. vol. 35, no. Suppl. 1, p. S18-S25. ISSN 0044-8435. Dostupné z: <https://doi.org/10.1051/apido:2004050>.

Kontaktní adresa

Ing. Simona Ondruchová, VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: ondruchovas@vfu.cz

Zmeny v počte somatických buniek počas laktácie a medzi laktáciami kôz

Changes in somatic cell count within and between goat lactations

Oravcová, M.¹, Vršková, M.¹, Gancárová, B.², Tvarožková, K.², Tančin, V.^{1,2}

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Lužianky, Slovenská republika

²Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitra, Slovenská republika

Súhrn

Cieľom práce bolo analyzovať počet somatických buniek (PSB) v mlieku kôz v závislosti od faktorov prostredia ovplyvňujúcich ich premenlivosť. Vzhľadom na to, že PSB nespĺňa vlastnosti normálneho rozdelenia, pristúpili sme k jeho logaritmickému transformácii na skóre somatických buniek ($SSB = \log_2 PSB / 100 \text{ tis.} + 3$). Súbor údajov obsahoval 607 záznamov kontroly mliekovej úžitkovosti 329 kôz za rok 2023. Do lineárneho modelu sme zaradili faktory: plemeno (alpínske, anglonubijské a biele krátkosrsté), poradie laktácie (prvá, druhá, tretia a vyššie spolu), mesiac laktácie (prvý až ôsmy) a geografické umiestnenie fariem (východná a západná časť krajiny). Všetky faktory, okrem zemepisného umiestnenia fariem, preukázali štatisticky významný vplyv na SSB. Najvyššie SSB bolo zistené pre biele krátkosrsté plemeno ($7,21 \pm 0,19$), nižšie pre alpínske ($6,76 \pm 0,22$) a anglonubijské ($6,45 \pm 0,14$). V porovnaní s druhou a treťou laktáciou ($6,90 \pm 0,14$ a $6,91 \pm 0,16$), bolo najnižšie SSB zistené na prvej laktácii ($6,62 \pm 0,12$). Vzťahy medzi PSB, ukazovateľmi mliekovej úžitkovosti a zápalom mliečnej žľazy sú zložité; vyšší PSB môže ovplyvniť obsah tuku a bielkovín, následne aj technologické vlastnosti mlieka a pod. Štúdia ukázala, že PSB v mlieku kôz sa mení v rámci laktácie i medzi laktáciami.

KLúčové slová: plemeno, mlieko, počet somatických buniek, logaritmická transformácia

Abstract

The objective was to evaluate somatic cell count (SCC) in dependence on environmental factors that can affect its variation. In order to normalize data, dependent variable somatic cell score (SCS = $\log_2 SCC / 100 \text{ths.} + 3$) was analyzed. A total, 607 records of 329 goats producing in 2023 were available. The linear model consisted of factors: breed (Alpine, Anglo Nubian and White Shorthaired), parity (first, second, third to sixth), month of lactation (first, second, ... eighth) and farm location (East, West). Statistically significant influence was found with all factors; the only exception was farm location. The highest SCS was found in White Shorthaired breed (7.21 ± 0.19), lower in Alpine (6.76 ± 0.22) and Anglo Nubian breeds (6.45 ± 0.14). In comparison to second and third (up to sixth) parity (6.90 ± 0.14 and 6.91 ± 0.16), the lowest SCS was found in first parity (6.62 ± 0.12). Relations among SCC, milk traits and mammary gland infection are complicated; SCC mainly affects fat and protein content, both considered crucial for technological properties of milk etc. The study showed changes in SCC within and between lactations.

Key words: breed, milk, somatic cell count, logarithmic transformation

Úvod

Počet somatických buniek (PSB) sa považuje za nepriamy indikátor hygienickej kvality mlieka hospodárskych zvierat (Podhorecká kol., 2021). Na rozdiel od kráv a oviec, Paape a Capuco (1997) uvádzajú, že mlieko kôz sa vyznačuje prirodzene vyšším PSB (somatické bunky obsahujú viac epitelových buniek a ich elementov, pretože kozy sa

vyznačujú vysokou regeneračnou schopnosťou alveol). Paape a kol. (2001) zistili, že PSB v 1 ml mlieka klinicky zdravých kôz sa pohybuje od 270 tis. do 2 mil. Okrem patologických faktorov je premenlivosť PSB ovplyvnená aj celým radom nepatologických (Goetsch a kol., 2011 a Jimenez-Granado a kol., 2014).

Cieľom práce bolo preto analyzovať zmeny v PSB v rámci laktácie i medzi laktáciami, zohľadnený bol vplyv ďalších faktorov prostredia.

Materiál a metodika

Analyzovali sme údaje o počte somatických buniek (PSB) kôz. Súbor obsahoval 607 záznamov kontroly mliekovej úžitkovosti (329 kôz za rok 2023), ktorej výkonom sú poverené Plemenárske služby SR. Vzorky mlieka boli odoberané raz za mesiac (prvý až ôsmy mesiac laktácie). Zvieratá troch plemien (alpínske, anglonubijské, biele krátkosrsté) boli na prvej až šiestej laktácii (tretiu a vyššie laktácie sme zlúčili); zemepisné umiestnenie fariem malo dve úrovne (východná a západná časť krajiny). Na stanovenie PSB bol použitý prístroj Somacount 150 (Bentley Czech, USA). Počet somatických buniek bol transformovaný na skóre somatických buniek ($SSB = \log_2(PSB/100 \text{ tis.} + 3)$).

Na štatistickú analýzu sme použili procedúru GLM (SAS Studio 3.8, 2022); matematický zápis modelovej rovnice, ktorej predchádzali predbežné analýzy vplyvu jednotlivých faktorov prostredia osobitne, je nasledujúci:

$$y_{ijklm} = \mu + B_i + P_j + M_k + L_l + e_{ijklm}$$

kde:

y_{ijklm} - skóre somatických buniek

μ - priemer

B_i - pevný faktor plemena (3 úrovne); $\sum B_i = 0$

P_j - pevný faktor poradia laktácie (3 úrovne); $\sum P_j = 0$

M_k - pevný faktor mesiaca laktácie (8 úrovní); $\sum M_k = 0$

L_l - pevný faktor zemepisného umiestnenia fariem (2 úrovne); $\sum L_l = 0$

e_{ijklm} - náhodná chyba; $e_{ijklm} \sim N(0, \sigma_e^2)$

Podiely premenlivosti SSB boli odhadnuté pomocou Fisherovho F-testu (metóda najmenších štvorcov). Štatistická významnosť rozdielov bola posúdená Scheffého testom mnohonásobných porovnaní ($P < 0,05$ a $P < 0,01$).

Výsledky a diskusia

Medián PSB bol 1,541 mil. ml⁻¹; interkvartilový rozsah PSB sa pohyboval od 784,5 tis. do 2,729 mil.. Početnosť vzoriek s prihliadnutím na zvolenú klasifikáciu PSB uvádzame v Tabuľke 1. Podiel vzoriek do 1 mil. SB bol 32 % (s približne rovnakým zastúpením vzoriek s PSB do 500 tis. i nad 500 tis. do 1 mil.). Najčastejšie sa vyskytovali vzorky s PSB nad 2 mil. (takmer 38 %). V porovnaní s Tvarožkovou a kol. (2023), ktorí zistili podiel vzoriek s PSB nad 2 mil. približne v rozsahu 20 a 10 % (posledné dva mesiace laktácie), bol tento podiel vyšší v našej analýze.

Tabuľka 1: Počet vzoriek mlieka v závislosti od veľkosti PSB

Veľkosť PSB	Počet
≤ 500 tis.	100
500 tis. ≤ 1 mil.	93
1 mil. ≤ 2 mil.	186
> 2 mil.	228

Analýzy rozptylu preukázali významný vplyv faktorov prostredia ($P < 0,05$ a $P < 0,01$) na premenlivosť SSB (okrem zemepisného umiestnenia fariem).

Vplyv poradia laktácie uvádzame v Tabuľke 2. Významný rozdiel SSB bol zistený medzi prvou a druhou laktáciou ($6,62 \pm 0,12$ a $6,90 \pm 0,14$). To po spätnej transformácii zodpovedá PSB 1,230 a 1,493 mil. V porovnaní s analýzou 34 bielych krátkosrstých kôz, ktorú v ČR spracovali Podhorecká a kol. (2021), sme zistili vyššie SSB na druhej a tretej laktácii: $6,90 \pm 0,14$ a $6,91 \pm 0,16$ vs. $6,33 \pm 1,35$ a $6,35 \pm 1,11$.

Tabuľka 2: Odhady SSB v závislosti od poradia laktácie

Poradie laktácie	Počet	$\mu \pm s_{\mu}$
Prvá	286	$6,62 \pm 0,12^{ac}$
Druhá	182	$6,90 \pm 0,14^{bc}$
Tretia a vyššie	139	$6,91 \pm 0,16^{abc}$

Odhady označené rôznymi písmenami sú štatisticky významné ($P < 0,05$).

Vplyv mesiaca laktácie uvádzame v Tabuľke 3. V prvej polovici laktácie bol trend SSB kolísavý, ku koncu laktácie rastúci. Počet somatických buniek 4,300 mil. ($SSB = 8,43 \pm 0,35$) v ôsmom mesiaci laktácie bol vysoký (2x vyšší ako pri klinicky zdravých zvieratách $PSB \leq 2$ mil.). Toto zistenie treba interpretovať opatrne, pretože išlo o málopočetnú skupinu údajov (podobne ako v prvom mesiaci). Významné rozdiely SSB boli zistené predovšetkým medzi začiatkom a koncom laktácie. Kuchtík a kol. (2021), ktorí analyzovali údaje 13 bielych krátkosrstých kôz (tiež v ČR), zistili nevýznamné rozdiely SSB (od 5,60 do 5,91; to zodpovedá PSB od 400 tis. do 807 tis.). Ich výskum bol orientovaný na analýzu experimentálnych údajov (podobne ako výskum Podhoreckej a kol., 2021).

Tabuľka 3: Odhady SSB v závislosti od mesiaca laktácie

Mesiac laktácie	Počet	$\mu \pm s_{\mu}$
Prvý	6	$6,76 \pm 0,57^{ABCDEeFGHh}$
Druhý	64	$5,84 \pm 0,18^{ABbCDE}$
Tretí	58	$6,01 \pm 0,20^{ABbCDdEe}$
Štvrtý	61	$6,29 \pm 0,19^{ABbCDEeFG}$
Piaty	57	$6,91 \pm 0,20^{ABCDEeFH}$
Šiesty	121	$7,13 \pm 0,14^{DFGHh}$
Siedmy	225	$7,10 \pm 0,13^{GH}$
Ôsmy	16	$8,43 \pm 0,35^{AeHh}$

Odhady označené rôznymi písmenami sú štatisticky významné ($P < 0,05$ resp. $P < 0,01$).

Vplyv plemena uvádzame v Tabuľke 4. Odhad SSB ($7,21 \pm 0,19$ pre biele krátkosrsté plemeno) zodpovedá PSB 1,851 mil.. Počet somatických buniek v našej štúdii bol vyšší, ako pre biele krátkosrsté plemeno uvádzajú Kuchtík a kol. (2021) a Podhorecká a kol. (2021): 5,79 a 6,34; tieto zodpovedajú PSB 690 tis. a 1 mil.

Tabuľka 4: Odhady SSB v závislosti od plemena

Plemeno	Počet	$\mu \pm s_{\mu}$
Alpínske	72	$6,76 \pm 0,22^{abc}$
Anglonubijské	267	$6,45 \pm 0,14^{ab}$
Biele krátkosrsté	268	$7,21 \pm 0,19^{ac}$

Odhady označené rôznymi písmenami sú štatisticky významné ($P < 0,05$).

Záver

Zistili sme, že počet somatických buniek v mlieku kôz sa v podmienkach Slovenska menil v rámci laktácie i medzi laktáciami. Výsledky naznačujú, že tieto zmeny sú vyššie predovšetkým v druhej polovici laktácie. Naše zistenia môžu súvisieť s vlastnosťami hodnoteného súboru, preto je potrebné uvažovať s vyššou početnosťou vstupných údajov.

Literatúra

- Goetsch, A.L., Zeng, S.S., Gipson, T.A. 2011. Factors affecting goat milk production and quality. *Small Ruminant Research*, vol. 101, pp. 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.25>
- Jimenez-Granado, R., Sancher-Rodriguez, M., Arce, C., Rodriguez-Estevez, V. 2014. Factors affecting somatic cell count in dairy goats. *Spanish Journal of Agricultural Research*, vol. 12, pp. 133–150. <https://doi.org/10.5424/sjar/2014121-2803>
- Kuchtík, J., Šustová, K., Sýkora, V., Kalhotka, L., Pavlata, L., Konečná, L. 2021. Changes in the somatic cells counts and total bacterial counts in raw goat milk during lactation and their relationships to selected milk traits. *Italian Journal of Animal Science*, vol. 20, pp. 911–917. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1913077>
- Paape, M.J., Capuco, A.V. 1997. Cellular Defense-Mechanisms in the Udder and Lactation of Goats. *Journal of Animal Science*, vol. 75, pp. 556-565
- Paape, M.J., Poutrel, B., Contreras, A., Marco, J.C., Capuco, A.V., 2001. Milk somatic cells and lactation in small ruminants. *Journal of Dairy Science*, vol. 84, E237–E243.
- Podhorecká, K., Borková, M., Šulc, M., Seydlová, R., Dragounová, H., Švejcarová, M., Peroutková, J., Elich, O. 2021. Somatic Cell Count in Goat Milk: An Indirect Quality Indicator. *Foods*, vol. 10, 1046. <https://doi.org/10.3390/foods10051046>
- SAS Institute Inc. 2022. SAS Studio 3.8. User's Guide, Cary, NC USA
- Tvarožková, K., Tančín, V., Uhrinčat', M., Oravcová, M., Hleba, L., Gancárová, B., Mačuhová, L., Ptáček, M. and Marnet, P.-G. 2023. Pathogens in milk of goats and their relationship with somatic cell count. *Journal of Dairy Research*, vol. 90, pp. 173–177. <https://doi.org/10.1017/S0022029923000237>

Pod'akovanie

Práca bola podporená projektmi APVV-21-0134, VEGA 1/0597/22 APVV a projektom vedy a výskumu č. 43 (kontrakt 1092/2022/MPRV SR-930).

Kontaktná adresa

Ing. Marta Oravcová, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, VÚŽV Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: marta.oravcova@nppc.sk

**Vliv κ -karagenanu na fyzikálně-chemické a viskoelastické vlastnosti
vepřové paštiky určené pro vojenské i krizové situace**
*Influence of κ -carrageenan on the physicochemical and viscoelastic
properties of pork liver pâté for military and crisis situations*

Pětová, M.¹, Polášek, Z.², Binar, T.¹, Šiška, L.², Lazárková, Z.², Gál, R.²,
Míšková, Z.², Salek, R. N.²

¹ Fakulta vojenského leadershipu, katedra logistiky, UNOB Brno, ² Ústav technologie
potravin FT UTB ve Zlíně

Souhrn

Vojenské a krizové operace vyžadují potraviny, které jsou nejen výživné, ale také dlouhodobě uchovatelné a snadno transportovatelné v náročných podmínkách. Vepřová paštika je jedním z klíčových produktů používaných v bojových dávkách díky své kompaktní formě a vysoké energetické hodnotě. Tento příspěvek zkoumá vliv κ -karagenanu (v koncentraci 0,5 % a 0,25 % hm.) na fyzikálně-chemické a viskoelastické vlastnosti vepřové paštiky, která je určena pro použití ve vojenských a krizových situacích (požáry, zemětřesení, záplavy, válečné konflikty). Získané výsledky naznačují, že zvyšující se přídavek κ -karagenanu významně zvyšuje oba sledované viskoelastické moduly, kde G' reprezentuje elastický modul a G'' ztrátový modul. Kromě toho studie odhalila, že prodlužující se doba skladování vedla k mírnému, ale statisticky významnému nárůstu hodnot obou viskoelastických modulů. Tento nárůst naznačuje, že během skladování docházelo k dalším interakcím mezi složkami v paštice, což vedlo k postupnému zpevňování struktury a zvýšení elastických i viskózních vlastností produktu. **Klíčová slova:** κ -karagenan, vepřová paštika, fyzikálně-chemické vlastnosti, viskoelastické vlastnosti

Abstract

Military and crisis operations require food that is not only nutritious but also long-lasting and easily transportable under challenging conditions. Pork pâté is one of the key products used in combat rations due to its compact form and high energy value. This paper examines the effect of κ -carrageenan (at concentrations of 0.5% and 0.25% w/w) on the physicochemical and viscoelastic properties of pork pâté intended for use in military and crisis situations (such as fires, earthquakes, floods, and armed conflicts). The results obtained indicate that increasing the addition of κ -carrageenan significantly enhances both viscoelastic moduli, where G' represents the elastic modulus and G'' represents the loss modulus. Furthermore, the study revealed that an extended storage period led to a slight but statistically significant increase in the values of both viscoelastic moduli. This increase suggests that additional interactions between the components in the pâté occurred during storage, leading to a gradual strengthening of the structure and an increase in both the elastic and viscous properties of the product.

Key words: κ -carrageenan, pork liver pâté, physicochemical properties, viscoelastic properties

Úvod

Potravinářský průmysl neustále hledá inovativní ingredience a technologické procesy pro zlepšení kvality a textury masných výrobků. Vepřová paštika zaujímá významné místo jako tradiční a oblíbená potravina v různých gastronomických kulturách po celém světě.

Texturní a fyzikálně-chemické vlastnosti paštiky jsou klíčové pro její přijetí spotřebiteli, protože přímo ovlivňují pocit v ústech, roztíratelnost a celkové sensorické vnímání. V posledních letech získaly hydrokoloidy značnou pozornost jako funkční přídatné látky do masných výrobků díky své schopnosti modifikovat a zlepšovat texturní a reologické vlastnosti (Weiss a kol., 2010).

V kontextu řešení krizových situací, jako jsou požáry, zemětřesení, záplavy či válečné konflikty, vysílají mezinárodní vládní i nevládní organizace záchranáře, vojáky nebo civilní personál do postižených oblastí s různými klimatickými podmínkami. Zásadním úkolem těchto organizací je zajistit efektivní logistickou podporu pro humanitární operace nebo vojenské mise. V prvních dnech nasazení jsou klíčovou součástí této podpory také dávky, které obsahují potraviny, jež lze konzumovat ve studeném stavu nebo po ohřevu v terénu, a zahrnují hotová jídla, konzervované maso, masné výrobky, konzervované ryby a také paštiky (Jalowiec a Grala, 2020).

Standardizační dohoda STANAG 2937 a navazující standardy NATO AMedP 1.11 a 1.18 požadují, aby minimální trvanlivost těchto produktů byla nejméně 24 měsíců při teplotě 25 °C. Z výživového hlediska je žádoucí, aby tyto komplety obsahovaly i paštiky, které mohou nabídnout výživné a trvanlivé řešení pro nasazení v náročných podmínkách. Sortiment paštik, které jsou dlouhodobě stabilní při teplotách ≥ 25 °C, je proto klíčový pro zajištění různorodé a výživné stravy v polních podmínkách. Cílem práce bylo prozkoumat vliv κ -karagenanu na viskoelastické a fyzikálně-chemické vlastnosti vepřové paštiky určené pro vojenské a krizové nasazení, se zaměřením na zlepšení textury, emulgační stability a prodloužení trvanlivosti produktu (NATO STANAG 2937, 2019).

Materiál a metodika

Pro výrobu paštik z vepřových jater (o obsahu sušiny 28,0 % hm. a tuku 16,5 % hm.) byly použity následující suroviny: libové maso z vepřové plece, vepřová játra, hřbetní sádlo, vývar z vepřového masa a dusitanová solící směs. Při výrobě byl použit κ -karagenan ve dvou koncentracích (0,50 % a 0,25 % hm.).

Nejprve byla syrová játra (malé kousky o rozměrech 3 × 3 cm) homogenizována se solí pomocí mixéru Thermomix TM 6 (Vorwerk & Co Thermomix GmbH, Wuppertal, Německo). Vepřová plec a hřbet (malé kusy o rozměrech 3 × 3 cm, zbavené šlach a viditelného tuku) se vařily ve vodě do měkka. Poté byly rozemlety pomocí mixéru Thermomix TM 6 a smíchány s vývarem získaným během vaření masa (5 min). Teplota nakrájeného masa byla přibližně 60 °C. Poté byla rozemletá hmota nepřímo zchlazena pomocí unášeného ledu na 45–48 °C, byla přidána homogenizovaná játra a v míchání se pokračovalo po dobu 10 min, dokud se nezískala jemná a homogenní struktura. Konečná teplota se pohybovala v rozmezí 63–65 °C a hmota byla dávkována do laminovaných hliníkových obalů s těsníci víčky (uzavření bylo provedeno pomocí zařízení NovaSeal – Nirosta s.r.o., Chlumeck nad Cidlinou, Česká republika). Hmotnost vzorku v jedné nádobě byla přibližně (50 ± 2) g. Následně (ve stejný den) byly vzorky sterilovány při 122 °C (± 3 °C) a výdrž 10 min (FEDEGARI FVA/A1, Albuzzano, Itálie). Vzorky byly skladovány v inkubátoru při teplotě 25±1 °C po dobu 9 měsíců a analýzy byly provedeny po 1, 3, 6 a 9 měsících skladování.

Stanovení obsahu sušiny, hodnoty pH a aktivita vody (a_w)

Stanovení celkového obsahu sušiny bylo provedeno gravimetricky sušením vzorků při 102±2 °C do konstantního úbytku hmotnosti (ISO 1442:2023). Stanovení hodnot pH bylo provedeno pomocí vpichového pH metru (HI-99165 Portable pH/Temperature meter,

Hanna Instruments, Praha, Česká republika) se skleněnou elektrodou. Aktivita vody byla stanovena pomocí a_w -metru WaterLab (STEROGLASS, Umbria, Itálie) při teplotě 25 ± 1 °C. Každá analýza byla provedena třikrát ($n=3$) (ISO 1442:2023).

Stanovení viskoelastických vlastností

Dynamická oscilační reometrie byla provedena s využitím zařízení Physica MCR302e modular rheometer (Anton Paar, Graz, Rakousko) vybaveném geometrií deska-deska se strukturovaným povrchem (průměr 50 mm, mezera 2 mm). Teplota během měření byla nastavena na 25 °C a byla řízena pomocí vodou chlazeného Peltierova systému (Physica PT 100, Anton Paar, Graz, Rakousko). Frekvenční závislost se měřila s frekvencí v rozmezí 0,1 až 100,0 Hz při konstantní deformaci $\gamma = 0,03$. Každé měření bylo opakováno třikrát ($n=3$).

Statistická analýza

Získané výsledky byly analyzovány pomocí statistického softwaru Minitab® 16 (Minitab Ltd.; Coventry, UK). K vyhodnocení výsledků byly použity Kruskal-Wallisův a Wilcoxonův test, kde hladina významnosti byla 0,05.

Výsledky a diskuze

Kappa-karagenan, je sulfatovaný polysacharid získávaný z červených mořských řas, je široce používán v potravinářském průmyslu pro své vynikající želírující, zahušťující a stabilizační vlastnosti. Jeho jedinečná schopnost vytvářet silné gely v přítomnosti draselných iontů ho činí zvláště vhodným pro aplikace v masných výrobcích, kde je požadována zvýšená pevnost a zadržování vody. Přidání κ -karagenanu do formulací vepřové paštiky by mohlo potenciálně zlepšit viskoelastické vlastnosti, což by vedlo k produktu s požadovanou konzistencí. (Krempel a kol., 2019)

Výsledky obsahu sušiny, hodnoty pH a aktivity vody jsou uvedeny v Tabulce 1. Dle výsledných hodnot obsahu sušiny je patrné, že prodlužující se doba skladování neměla významný vliv na změny hodnot obsahu sušiny, pH a aktivity vody ($P < 0,05$).

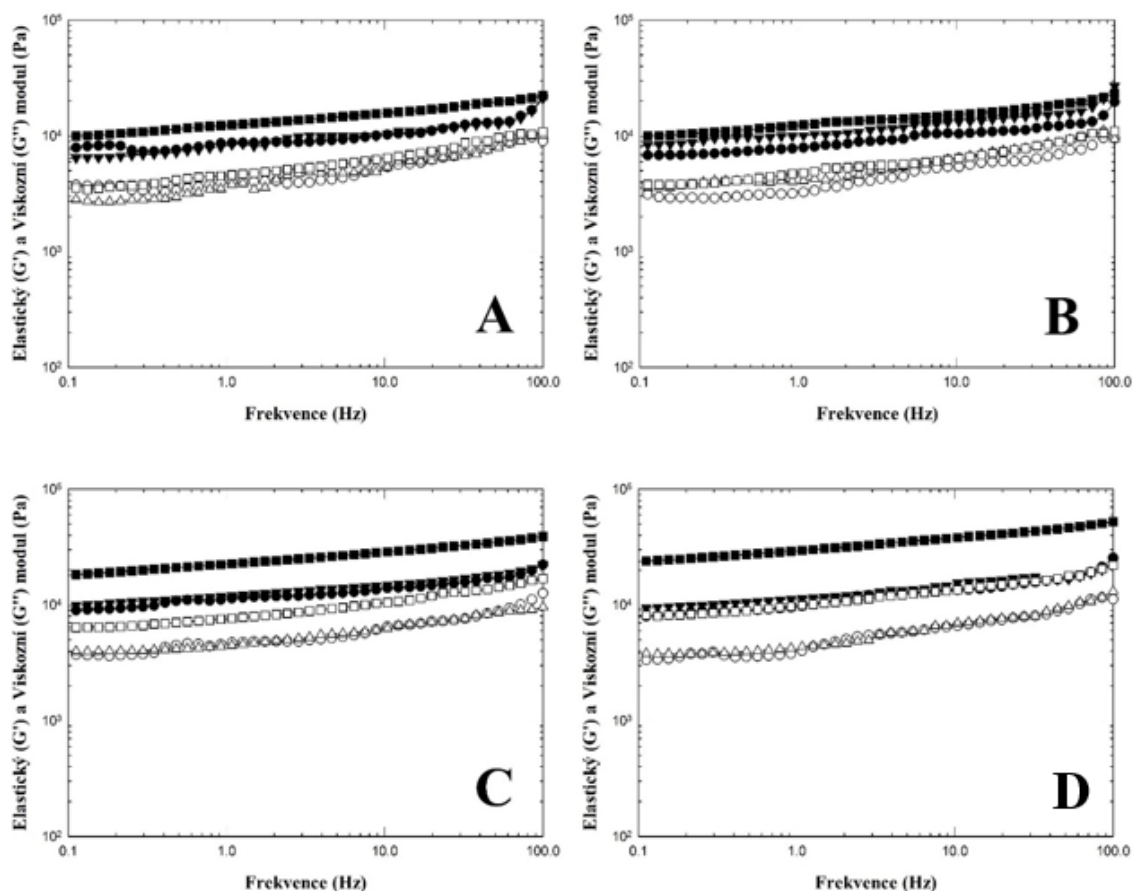
U všech vzorků, bez ohledu na přídavek κ -karagenanu, byly hodnoty G' (elastický modul) vyšší než hodnoty G'' (viskózní modul), což naznačuje, že ve všech modelových vzorcích převládá elastický charakter. Tento výsledek ukazuje na pevnou strukturu vzorků. Se zvyšující se koncentrací κ -karagenanu došlo k významnému nárůstu ($P < 0,05$) obou viskoelastických modulů, G' i G'' . Zvláště vyšší koncentrace κ -karagenanu (0,50 % hm.) vedla k výraznějšímu zvýšení těchto modulů, což naznačuje, že κ -karagenan posiluje pevnost gelové sítě v paštice, což vede k pevnější a tužší konzistenci (Verbeken a kol., 2005). Je možné, že molekuly κ -karagenanu vzájemně interagovaly s proteinovou maticí, což vedlo k vyšším hodnotám G' . K této interakci může docházet mezi κ -karagenanem a záporně nabitými karbonylovými skupinami na bílkovině prostřednictvím kationtových můstků nebo může jít o přímou interakci mezi molekulami κ -karagenanu a kladně nabitými aminoskupinami přítomné bílkoviny (Polášek a kol., 2021). S prodlužující se dobou skladování byl zaznamenán mírný, ale statisticky významný nárůst hodnot G' a G'' ($P < 0,05$). Tento nárůst pravděpodobně souvisí s dalšími interakcemi mezi složkami v paštice během skladování, jako je další zesíťování gelové struktury nebo restrukturalizace proteinů a tuků (Kumar a kol. 2017). Tyto změny mohou vést k postupnému zpevnění struktury, což zvyšuje elastický charakter produktu v průběhu skladování (Yang a kol., 2018). Vliv přídavku κ -karagenanu v obou

koncentracích je znázorněn na Obrázku 1. Rovněž je na tomto obrázku znázorněn vliv doby skladování na sledované vlastnosti.

Tabulka 1: Průměrné hodnoty obsahu sušiny, pH a vodní aktivity u modelových vzorků*

	Obsah sušiny (% hm.)	pH	Vodní aktivita
Kontrolní vzorek (C1)			
Před začátkem skladování			
nesterilované	34,20 ± 1,08 ^a	6,02 ± 0,01 ^a	0,97 ± 0,05 ^a
sterilované	35,61 ± 0,99 ^a	6,29 ± 0,02 ^b	0,97 ± 0,03 ^a
1. měsíc skladování	34,35 ± 1,08 ^a	6,15 ± 0,01 ^b	0,99 ± 0,01 ^b
3. měsíc skladování	33,60 ± 1,06 ^a	6,22 ± 0,01 ^b	0,98 ± 0,05 ^b
6. měsíc skladování	34,60 ± 1,09 ^a	6,23 ± 0,09 ^b	0,98 ± 0,01 ^b
9. měsíc skladování	34,07 ± 0,02 ^a	6,21 ± 0,02 ^b	0,98 ± 0,01 ^b
Vzorek s přidavkem κ-karagenanu v koncentraci 0,25 % hm. (Kk25)			
Před začátkem skladování			
nesterilované	36,80 ± 1,02 ^a	6,09 ± 0,01 ^a	0,97 ± 0,02 ^a
sterilované	37,67 ± 0,99 ^a	6,29 ± 0,02 ^b	0,96 ± 0,01 ^a
1. měsíc skladování	36,01 ± 0,89 ^a	6,15 ± 0,01 ^b	0,99 ± 0,01 ^a
3. měsíc skladování	36,50 ± 1,02 ^a	6,22 ± 0,01 ^b	0,98 ± 0,01 ^a
6. měsíc skladování	37,33 ± 1,09 ^a	6,23 ± 0,09 ^b	0,98 ± 0,01 ^a
9. měsíc skladování	37,31 ± 0,50 ^a	6,21 ± 0,02 ^b	0,98 ± 0,03 ^a
Vzorek s přidavkem κ-karagenanu v koncentraci 0,50 % hm. (Kk50)			
Před začátkem skladování			
nesterilované	35,76 ± 0,99 ^a	6,11 ± 0,01 ^a	0,97 ± 0,01 ^a
sterilované	37,11 ± 1,02 ^a	6,28 ± 0,01 ^a	0,96 ± 0,01 ^a
1. měsíc skladování	35,36 ± 0,99 ^a	6,16 ± 0,01 ^a	0,99 ± 0,01 ^a
3. měsíc skladování	35,77 ± 0,89 ^a	6,26 ± 0,03 ^a	0,98 ± 0,01 ^a
6. měsíc skladování	35,42 ± 1,09 ^a	6,22 ± 0,05 ^a	0,97 ± 0,01 ^a
9. měsíc skladování	35,06 ± 0,75 ^a	6,16 ± 0,02 ^a	0,97 ± 0,02 ^a

* Průměrné hodnoty v rámci sloupce (rozdíly mezi dobou skladování, porovnávané se stejnými vzorky vepřové paštiky) následované různými horními indexy se statisticky liší (P < 0,05).



Obrázek 1: Vliv κ -karagenanu na viskoelastické vlastnosti vepřové paštiky

Obrázek 1 znázorňuje vliv přídavku κ -karagenanu na viskoelastické vlastnosti vepřové paštiky v průběhu 9měsíčního skladování při teplotě 25 ± 1 °C. V experimentu byly použity dvě koncentrace κ -karagenanu: 0,25 % hm., znázorněná trojúhelníkem, a 0,50 % hm., znázorněná čtvercem. Kontrolní vzorek, který neobsahoval přídavek κ -karagenanu, je označen kruhem. Černé symboly představují elastický modul G' , zatímco bílé symboly znázorňují viskózní modul G'' . Měření byla prováděna při frekvenci v rozmezí 0,1–100,0 Hz. Skladování probíhalo v několika fázích: část A – po 1 měsíci, část B – po 3 měsících, část C – po 6 měsících a část D – po 9 měsících.

Získané výsledky naznačují, že zvyšující se přídavek κ -karagenanu významně zvyšuje oba sledované viskoelastické moduly ($P < 0,05$). Z praktického hlediska tato studie ukazuje, že přídavek κ -karagenanu do vepřové paštiky může být účinným nástrojem pro regulaci její konzistence. Pokud je požadována tužší konzistence, například pro pevnější konzistenci, doporučuje se přidat κ -karagenan v koncentraci 0,50 % hm. Naopak, pokud je preferována měkčí konzistence, například pro jemnější a snadněji roztíratelný produkt, lze dosáhnout požadovaného výsledku použitím nižší koncentrace κ -karagenanu, například v koncentraci 0,25 % hm. Kromě toho bylo zjištěno, že prodlužující se doba skladování neměla významný vliv na hodnoty pH, aktivitu vody ani na obsah sušiny.

Literatura

ISO 1442:2023. Meat and meat products — Determination of moisture content — Reference method, 2023. 3rd ed.

- Jalowiec, T., Grala, D. 2020. The Effectiveness of Logistic Processes in Military Supply Chains. In: Proceedings of the Conference (insert specific conference name). pp. 972-982. ISBN: 978-83-7523-601-9.
- Krempel, M., Griffin, K., Khouryieh, H. 2019. Hydrocolloids as Emulsifiers and Stabilizers in Beverage Preservation. ISBN 978-01-2816-685-7.
- Kumar, Y., Tyagi, S.K., Vishwakarma, R.K., Kalia, A. 2017. Textural, microstructural, and dynamic rheological properties of low-fat meat emulsion containing aloe gel as potential fat replacer. *International Journal of Food Properties*, vol. 20, Pages S1132-S1144. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1336721>
- NATO, 2019. STANAG 2937. Requirements of individual operational rations for military use. Version 5.
- NATO, 2019. Standard AMedP-1.11. Requirements of individual operational rations for military use. Edition B Version 1.
- NATO, 2019. Standard AMedP-1.18. Requirements of group operational rations for military use. Edition A Version 1.
- Polášek, Z., Salek, R.N., Vašina, M., Lyčková, A., Gál, R., Pachlová, V., Buňka, F. 2021. The effect of furcellaran or κ -carrageenan addition on the textural, rheological and mechanical vibration damping properties of restructured chicken breast ham. *Lwt*, vol. 138. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110623>
- Verbeken, D., Neirinck, N., Van Der Meeren, P., Dewettinck, K. Influence of κ -carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins. *Meat Science*. vol. 70, no. 1, pp. 161-166. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.12.007>
- Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., Salminen, H. 2010. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*, vol. 86, no. 1, pp. 196-213. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.0088>
- Yang, Z., Bhandari, B., Prakash, S. 2018. Tribo-rheometry behaviour and gel strength of κ -carrageenan and gelatin solutions at concentrations, pH and ionic conditions used in dairy products. *Food Hydrocolloids*, vol. 84, pp. 292-302. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816685-7.00013-6>

Poděkování

Tento výzkum byl financován Ministerstvem obrany České republiky, grantem INTAL: Implementace nových technologií a postupů do logistického zabezpečení Armády České republiky.

Kontaktní adresa

Ing. Markéta Pětová, UNOB Brno, Fakulta vojenského leadershipu, katedra logistiky, Kounicova 65, 612 00 Brno, e-mail: marketa.petova@unob.cz

Využití LEL a WGA lektinů pro průkaz hmyzu v potravinách *Application of LEL and WGA lectins for the detection of insects in food*

Pospiech, M., Bartlová, M., Javůrková, Z., Pečová, M., Tremlová, B.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Hmyz nachází stále častěji využití v potravinářském průmyslu. Pro ověření vhodnosti ELLA metody byly srovnány LEL a WGA lektiny. Oba ověřované lektiny byly vyhodnoceny jako vhodné na stanovení přítomnosti chitosanu v potravinách. S ohledem na lepší reprodukovatelnost lze za vhodnější lektin pro ověřování přítomnosti hmyzu v potravinách považovat WGA. WGA lektin měl LOD 0,06, LOQ 0,09, reprodukovatelnost v rozmezí 0,25 % až 15,4 % a relativní chybu v rozmezí 0,3 až 48,8. Tento lektin lze použít pro nepřímou sendvičovou ELLA metodu. Pro využití metody k dozorové činnosti, je ještě nutné provést ověření na skutečných vzorcích potravin a získat tak úplnou charakteristiku metody.

Klíčová slova: *chitosan, chitin, jedlý hmyz, N-acetyl D glucoseamin*

Abstract

Insects are increasingly finding applications in the food industry. To verify the suitability of the ELLA method, LEL and WGA lectins were compared. Both tested lectins were evaluated as suitable for the determination of chitosan in food. With regard to better reproducibility, WGA can be considered as the more suitable lectin for verifying the presence of insects in food. WGA lectin had a LOD of 0.06, LOQ of 0.09, reproducibility ranging from 0.25% to 15.4% and relative error ranging from 0.3 to 48.8. This lectin can be used for the indirect Sandwich ELLA method. In order to use the method for surveillance work, it is still necessary to perform validation on real samples to obtain a complete characterisation of the method.

Key words: *chitosan, chitin, edible insect, N-acetyl D glucoseamin*

Úvod

Využití hmyzu má v dnešní společnosti řadu zastánců, ale také odpůrců. Konzumace hmyzu nemá v Evropě tradici na rozdíl od afrických a asijských zemích. Spíše naopak je hmyz považován na „nečisté stvoření“ a je spojován s výskytem nemocí, nízkou úrovní hygieny a dalšími předsudky (Rumpold a Schlüter, 2013). Ať už bude konzumace hmyzu otázkou určité skupiny populace nebo celopopulačně přijatým konceptem v České republice, předpokládá se nárůst produkce hmyzu pro potravinářské a krmné využití (Skotnicka et al., 2021). Nárůst produkce je většinou doprovázen snížením ceny produktů, což může způsobit široké využití takto získané levné suroviny. I když to dnes není skutečností, lze očekávat cílené nebo nedeklarované využívání hmyzu v potravinách. Z tohoto důvodu je nezbytné vyvíjet metody, které by přítomnost hmyzu v potravinách prokázaly.

Průkaz hmyzu ale není jednoduchý, protože se jedná o širokou skupinu organismů s velkou variabilitou genomu, který vzniká odděleným vývojem v relativně velkých společenstvích. Přesto jsou popsány PCR metody (Tramuta et al., 2018), které umožňují průkaz některých druhů jedlého hmyzu, nebo metody proteomické, zaměřené na specifické proteiny či obsahové látky (Montowska et al., 2024).

Cílem práce bylo ověřit specifitu reaktivity dvou lektinů LEL a WGA na průkaz derivátu chitinu, chitosanu a ověřit tak možnost využití lektinových technik pro průkaz hmyzu v potravinách.

Materiál a metodika

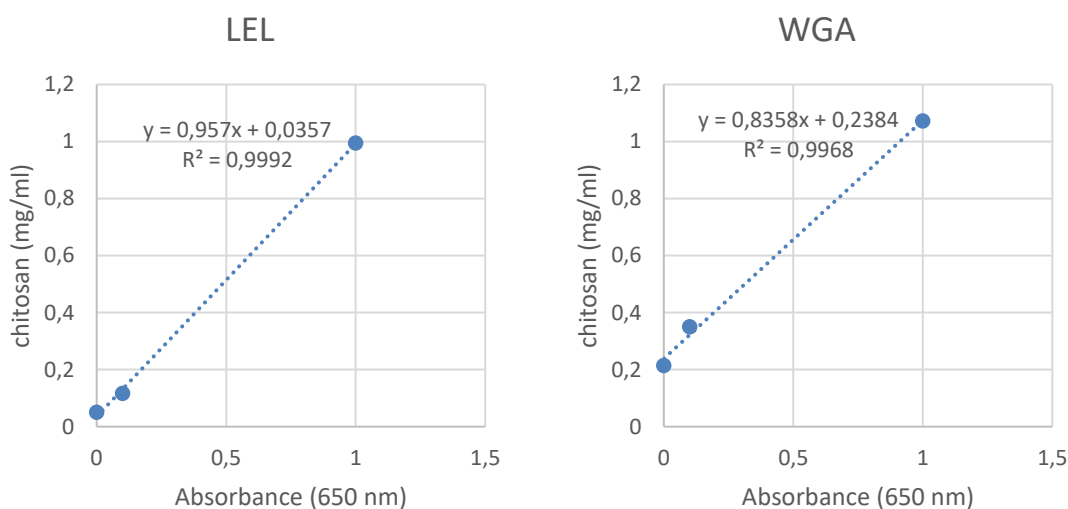
Pro potřeby průkazu hmyzu lektinovými technikami je vyvíjena in-home nepřímá sendvičová ELLA metoda. Měření bylo prováděno na 96-ti jamkových mikrotitračních destičkách, spektrofotometrem Infinite 200 Pro (Tecan, Rakousko). Pro vizualizaci byl použit chromogen TMB, který se měřil při 650 nm. Pro ověření byl použit standard chitosanu v koncentracích 0,1 až 10,0 µg/mL.

Jako kritérium pro porovnání obou technik byl použit limit detekce (LOD), limit kvantifikace (LOQ) a reprodukovatelnost (CV%). Výsledky měření byly ověřovány na lektinech (*Lycopersicon esculentum* lectin) LEL a (Wheat germ agglutinin) WGA (Vector Laboratories, Newark, USA). Koncentrace lektinů byla 1:10 000.

Statistická analýza byla provedena ve statistickém software Xlstat (Adinsoft, USA). Normalita dat byla ověřena Saphiro-Wilcoxonovým testem, přičemž normalita dat nebyla potvrzena. Data byly testovány na hladině významnosti $p = 0,5$.

Výsledky a diskuse

Pro oba lektiny byly stanoveny kalibrační křivky vyjadřující závislost koncentrace chitosanového standardu k naměřené absorbanci TMB chromogenu. Lineární závislost je vyjádřena graficky a rovnicí v grafu 1.



Graf 1: Kalibrační křivky pro LEL a WGA lektiny

Hodnocená verifikační kritéria jsou uvedena v tabulkách 1 a 2. Tato kritéria byla vybrána dle doporučení AOAC (Koerner et al., 2013). A jsou běžně využívána pro hodnocení ELISA metod, které jsou založeny na podobném principu, ale místo protilátek využívají specifické vazby lektinů se sacharidy (Brooks, 2017).

Verifikační kritéria potvrdila specifickou vazbu mezi lektinem a chitosanem, složkou chitinu, který tvoří základ exoskeletu všech druhů hmyzu. Tato vazba je specifická pro WGA, LEL a další lektiny jako je (Concanavalin A) ConA, kdy dochází k vazbě na molekulu N-acetyl-D-glukosaminu (Leriche et al., 2000). N-acetyl-D-glukosamin je

strukturální monosacharid, který tvoří jak chitin, tak jeho nízkomolekulární deacetylovanou formu chitosanu (Zargar et al., 2015). Použité lektiny jsou specifické tedy k více formám chitinu. Ačkoliv se obsah chitinu u jednotlivých druhů může lišit (Garino et al., 2019) lze ho očekávat u všech druhů hmyzu a forem zpracování. Detekční limit LOD a LOQ je vyšší, než je detekční limit pro testy ELISA určené pro průkaz alergenů v potravinách (Zhu et al., 2024). Z pohledu využití hmyzu jako takového v potravinách neočekáváme křížovou kontaminaci, ale spíše cílené přidání, kdy množství zpracovaného hmyzu bude výrazně vyšší, a tedy dostatečně průkazné pro vzorky s nedeklarovaným přídavkem.

Tabulka 1: Verifikační kritéria pro stanovení chitosanu LEL lektinem

LEL (mg/mL)	LOD (mg/mL)	LOQ (mg/mL)	Průměr ± SD (mg/mL)	CV (%)	Relativní chyba (%)
0,1	0,11	0,18	0,07±0,07	99,91058	29,04
1			0,68±0,05	7,040058	32,38
10			8,7±0,05	0,518154	13,04

Tabulka 2: Verifikační kritéria pro stanovení chitosanu WGA lektinem

WGA (mg/mL)	LOD (mg/mL)	LOQ (mg/mL)	Průměr ± SD (mg/mL)	CV (%)	Relativní chyba (%)
0,1	0,06	0,09	0,15±0,02	15,41	48,79
1			1±0,06	5,66	0,34
10			11,51±0,03	0,25	15,10

Další validační kritéria jsou srovnatelná s ELISA metodami (Zhu et al., 2024). Reprodukovatelnost (CV%) byla pro LEL v rozmezí 0,5 % až 99,9 %, pro WGA v rozmezí 0,25 % až 15,4 %. S ohledem na nižší reprodukovatelnost, nižší LOD a LOQ u WGA lektinu lze tento lektin doporučit pro stanovení přítomnosti chitinu v potravinách, a tedy i průkazu hmyzu.

Závěr

Z výsledků vyplývá, že oba testované lektiny jsou vhodné pro průkaz přítomnosti chitosanu v potravinách. S ohledem na lepší reprodukovatelnost výsledků je vhodnější pro průkaz přítomnosti hmyzu v potravinách použít lektin WGA. WGA lektin dosáhl LOD 0,06, LOQ 0,09, reprodukovatelnost v rozmezí 0,25 % až 15,4 % a relativní chybu v rozmezí 0,3 až 48,8. Tento lektin lze použít pro nepřímou sendvičovou ELLA metodu. Pro ověření vhodnosti metody pro dozorovou činnost je ještě nezbytné provést ověření na skutečných vzorcích potravin a získat tak úplnou charakteristiku metody.

Literatura

- Brooks, S.A. 2017. Lectin Histochemistry: Historical Perspectives, State of the Art, and the Future. *Methods in Molecular Biology* [online], vol., 1560, p. 93–107 [vid. 2024-10-08]. ISSN 1940-6029. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4939-6788-9 6
- Garino, C., Zagon, J., Braeuning, A., 2019. Insects in food and feed – allergenicity risk assessment and analytical detection. *EFSA Journal* [online], vol. 17. ISSN 18314732. Dostupné z: doi:10.2903/j.efsa.2019.e170907

- Koerner, T.B., Abbott, M., Godefroy, S.B., Popping, B., Yeung, J.M., Diaz-Amigo, C., Roberts, J., Taylor, S.L., Baumert, J.L., Ulberth, F., Wehling, P., Koehler, P. 2013. Validation Procedures for Quantitative Gluten ELISA Methods: AOAC Allergen Community Guidance and Best Practices. *Journal of AOAC INTERNATIONAL* [online], vol. 96, no. 5, p. 1033–1040 [vid. 2024-10-08]. ISSN 1060-3271. Dostupné z: doi:10.5740/JAOACINT.13-043
- Leriche, V.P., Sibille, A., Carpentier, B. 2000. Use of an Enzyme-Linked Lectinsorbent Assay To Monitor the Shift in Polysaccharide Composition in Bacterial Biofilms. *APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY*, vol. 66, no. 5, p. 1851–1856.
- Montowska, M., Szymczak, A., Szychaj, A., Fornal, E. 2024. Cooking resistant edible crickets-specific peptides for authenticity testing of meat products. *Journal of Insects as Food and Feed* [online], vol. 1, no. 10. ISSN 2352-4588. Dostupné z: doi:10.1163/23524588-00001220
- Rumpold, B.A., Schlüter, O.K. 2013. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* [online], vol. 17, p. 1–11 [vid. 2021-04-29]. ISSN 14668564. Dostupné z: doi:10.1016/j.ifset.2012.11.005
- Skotnicka, M., Karwowska, K., Kłobukowski, F., Borkowska, A., Pieszko, M. 2021. Possibilities of the Development of Edible Insect-Based Foods in Europe. *Foods* [online], vol. 10, no. 4, p. 766. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods10040766
- Tramuta, C., Gallina, S., Bellio, A., Bianchi, D.M., Chiesa, F., Rubiola, S., Romano, A., Decastelli, L. 2018. A Set of Multiplex Polymerase Chain Reactions for Genomic Detection of Nine Edible Insect Species in Foods. *Journal of Insect Science* [online], vol. 18, no. 5. [vid. 2024-10-08]. ISSN 15362442. Dostupné z: doi:10.1093/JISESA/IEY087
- Zargar, V., Asghari, M., Dashti, A. 2015. A Review on Chitin and Chitosan Polymers: Structure, Chemistry, Solubility, Derivatives, and Applications. *ChemBioEng Reviews* [online], vol. 2, no. 3, p. 204–226. [vid. 2023-12-20]. ISSN 2196-9744. Dostupné z: doi:10.1002/CBEN.201400025
- ZHU, Wenye, Zhihui QIN, Yuhao HUANG, Qi FU, Hao WANG, Ziyi ZHANG, Xiang Gao, Y.L., Lin, H., Li, Z. 2024. Specific detection of crustacean allergens in food: Development of indirect competitive and sandwich ELISA targeting sarcoplasmic calcium binding protein. *Food Bioscience* [online], vol. 62, no. 105093. ISSN 22124292. Dostupné z: doi:10.1016/j.fbio.2024.105093

Poděkování: Výzkum byl podpořen projektem MZe NAZV Země 2017-2025 QK23020101.

Kontaktní adresa

Doc. MVDr. Matej Pospiech Ph.D., Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, FVHE, VETUNI Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, mpospiech@vfu.cz

**Rozdílné přístupy k úpravě vzorku při stanovení laktózy
v potravinových maticích enzymovou metodou**
*Different approaches to sample preparation in the determination of
lactose in food matrices by the enzyme method*

Pospíšil, J., Gregar, J., Wahlová, J., Slezáková, P., Vorlová, L.

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

Souhrn

Cílem příspěvku je popsat odlišnosti a kritické body v postupech úpravy vzorků, odebíraných za účelem stanovení obsahu laktózy enzymovou metodou. Metoda využívající komerční analytický kit K-LACGAR (Megazyme, IE) je odvozena od metody AOAC 984.15 a je založena na enzymově řízených biochemických reakcích. Detekce koncového produktu je prováděna spektrofotometricky při 340 nm, v našem případě na přístroji Specord 200 Plus (Analytik Jena, DE). Vzorky zahrnovaly primárně různé mléčné výrobky od tekutých (mléko, smetana), přes polotuhé (jogurty, kefíry, cottage), až po tuhé matrice (tvrdé dlouho zrající sýry, mléčná čokoláda). Analyzovány byly i vzorky spadající do kategorie výrobků bezlaktózových či s nízkým obsahem laktózy, definovaných v české legislativě Vyhláškou č. 54/2004 Sb. v platném znění.

Klíčová slova: galaktóza, bezlaktózové výrobky, nízkolaktózové výrobky

Abstract

The aim of the article is to describe the differences and critical points in the treatment procedures of the samples taken for the purpose of determining the lactose content by the enzyme method. The method using the commercial analytical kit K-LACGAR (Megazyme, IE) is derived from the AOAC method 984.15 and is based on enzyme-controlled biochemical reactions. Detection of the final product is performed spectrophotometrically at 340 nm, in our case on a Specord 200 Plus instrument (Analytik Jena, DE). The samples primarily included various dairy products from liquid (milk, cream), through semi-solid (yogurts, kefir, cottage) to solid matrices (hard, long-ripened cheeses, milk chocolate). Samples falling into the category of lactose-free or low-lactose products, defined in Czech legislation by Decree No. 54/2004, were also analyzed.

Key words: galactose, lactose-free products, low-lactose products

Úvod

Enzymová metoda je referenční metodou stanovení laktózy v potravinách označených jako s nízkým obsahem laktózy, nebo bezlaktózové. Principem této enzymové metody je hydrolýza laktózy na glukózu a 2 anomery galaktózy působením enzymu β -galaktosidáza (laktáza) v prostředí s hodnotou pH 6,6. Následná oxidace β -galaktózy na kyselinu galaktonovou - katalyzovaná enzymem β -galaktózo-dehydrogenázou v prostředí s pH 8,6 - je doprovázena přeměnou NAD^+ na NADH. Množství NADH je stechiometricky ekvivalentní obsahu laktózy. Tato metoda je velmi časově náročná, neboť mutarotace anomerů ve prospěch β -galaktózy probíhá za normálních podmínek velmi zvolna. Metoda použitá výrobcem komerčního setu K-LACGAR (Megazyme, IE) se od původní AOAC metody 984.15 kromě odlišných hodnot pH liší zejména v zařazení dalšího enzymu, konkrétně mutarotázy, jejíž použití výrazně zkracuje délku metody.

Materiál a metodika

Materiál

Odběr vzorků byl prováděn primárně z tržní sítě ČR. U vzorků dlouho zrajících sýrů byly odběry prováděny přímo ze skladů výrobce před uvedením do tržní sítě. Vlastní stanovení obsahu laktózy u všech vzorků proběhlo v den odběru. Do vyšetření byly vzorky uchovávány v chladničce při teplotě 4-6 °C.

Přístrojové vybavení:

- homogenizátor IKA Ultra Turrax DI 25 Basic (IKA-Werke, DE)
- analytické váhy Boeco BAS 31 Plus (Boeckel + Co, DE)
- magnetická míchačka s regulací teploty MLW typ RH3 (MLW, PL)
- chlazená odstředivka Hermle Z 326 K (Hermle Labortechnik, DE)
- vodní lázeň GFL 1002 (Gesellschaft für Labortechnik, DE)
- třepačka na zkumavky IKA yellowline TTS2 (IKA-Werke, DE)
- dvou-paprskový spektrofotometr Specord 200 Plus (Analytik Jena AG, DE)

Ostatní pomůcky:

- jednorázové PMMA kyvety – typ 1939 (Kartell S.p.A., IT)
- jednorázová míchadla (Kartell S.p.A., IT)
- mikropipety Eppendorf Research 20-200, 100-1000, 1000-5000 µl (Eppendorf AG, DE)
- jednorázové centrifugační zkumavky typ Falcon, polypropylén, 50,0 ml (Merci, CZ)
- laboratorní stopky

Příprava chemikálií

Hydroxid sodný 0,05 mol/l: 1,0 g NaOH se po rozpuštění v destilované vodě doplní v odměrné baňce destilovanou vodou na celkový objem 500,0 ml. Alkalizovaný roztok borohydridu sodného 10,0 mg/ml: 250,0 mg borohydridu sodného se po rozpuštění roztokem NaOH ($c=0,05$ mol/l) doplní v odměrné baňce roztokem NaOH na celkový objem 25,0 ml. Roztok je nutné použít nejpozději do 5 hodin od naředění.

Kyselina octová 0,2 mol/l: 2,4 ml 99 % kyseliny octové se doplní v odměrné baňce destilovanou vodou na celkový objem 200 ml.

Carrez 1: 3,6 g hexakynoželeznanatanu draselného $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3 H_2O$ se po rozpuštění v destilované vodě doplní v odměrné baňce destilovanou vodou na celkový objem 100 ml.

Carrez 2: 7,2 g síranu zinečnatého $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$ se po rozpuštění v destilované vodě doplní v odměrné baňce destilovanou vodou na celkový objem 100,0 ml.

Hydroxid sodný 0,1 mol/l (k úpravě pH vzorku): 2,0 g NaOH se po rozpuštění v destilované vodě doplní v odměrné baňce destilovanou vodou na celkový objem 500,0 ml.

Metodika

Postup 1

Jedná se o klasický postup úpravy vzorku využívající vysrážení proteinů pomocí Carrezových roztoků. Je vhodný pro tekuté, polotuhé i tuhé vzorky většiny potravinových matric s výjimkou nízko-laktózových a bezlaktózových výrobků. U homogenních tekutých a polotuhých matric se přímo odebírá 1 gram vzorku, u tuhých matric je třeba vzorek před odběrem nastrohat na co nejmenší hoblínky. Kritickými faktory jsou zde teplota a čas, tak aby nedocházelo k vysychání vzorků sýra či k tání u vzorků čokolády.

Navážka u tvrdých sýrů zpravidla činí 10,0 g, u čokolády pak 0,5 g. Pokud jde o problematičtější polotuhé matrice typu Cottage, je třeba před odběrem vzorek homogenizovat pomocí vhodného tyčového dispergátoru. Po navážení se ke vzorku přidá 60,0 ml destilované vody a vzorky se nechají zahřívát po dobu 15 minut. U tekutých matric lze záhřev provádět ve vodní lázni s občasným promícháním vzorku, u polotuhých a tuhých matric je vhodnější provádět záhřev na magnetické míchačce za kontinuálního míchání. Po ukončení záhřevu se vzorek analyticky převede do odměrné baňky o objemu 100,0 ml, postupně se do něj vmísí 2,0 ml Carrezova činidla č. 1 a po ukončení přídávku se vzorek důkladně zamíchá. Následně se stejným způsobem do vzorku přidají i 2,0 ml Carrezova činidla č. 2 a 4,0 ml 0,1 M roztoku hydroxidu sodného. Takto upravený vzorek se doplní se destilovanou vodou po rysku a důkladně zamíchá. Doba srážení se liší dle matrice a velikosti navážky v rozsahu od cca 5 do 30 minut. Po vysrážení se vzorek zfiltruje do čisté suché kádinky přes filtrační papír Whatman No. 1 (Whatman International, UK). Pro vlastní stanovení se odebírá 0,2 ml čirého bezbarvého filtrátu.

Postup 2

Tento postup je primárně určen pro vzorky potravinových matric s nízkým obsahem laktózy, či bezlaktózové potraviny. Lze ho použít i pro klasické mléčné výrobky, ale v takovém případě je třeba získaný filtrát vhodně naředit před vlastním spektrofotometrickým měřením. Vzorek se navažuje do uzavíratelné kónické centrifugační zkumavky o objemu 50,0 ml a navážka vzorku činí 1,0 ml pro tekuté matrice, či 1,0 g pro polotuhé a tuhé matrice. Po navážení se ke vzorku přidají 4,0 ml destilované vody a 1,0 ml čerstvě připraveného roztoku borohydridu sodného. Zkumavka se uzavře, promíchá a 30 minut inkubuje ve vodní lázni při 40 °C. Po ukončení inkubace se obsah zkumavky neutralizuje přídávkem 2,5 ml 0,2 M kyseliny octové. Při neutralizaci dochází u některých matric dočasně k prudké tvorbě pěny, proto je zvolena centrifugační zkumavka o objemu větším než 10,0 ml, aby nedošlo k vypěnění vzorku ze zkumavky. Po neutralizaci lze vzorek buď centrifugovat, nebo filtrovat. V případě matric, u kterých vzniká křehká povrchová vrstva lehkých pevných částic, je vhodné vzorek zcentrifugovat a po odstranění povrchové vrstvy zbylý obsah ještě zfiltrovat přes filtrační papír Whatman No. 1 (Whatman International, UK). U matric kde dochází k tvorbě pevnější povrchové vrstvy, lze tuto odstranit kopístkem či tenkou plastovou špachtlí a následně mikropipetou odebrat 0,2 ml čirého bezbarvého filtrátu pro vlastní stanovení. V případě některých matric (např. plísňové sýry) dochází k mírnému zákalu filtrátu, který ale nemá vliv na přesnost výsledků.

Podmínky měření

Během spektrofotometrické detekce vznikajícího NADH byly dodržovány tyto podmínky měření:

- vlnová délka 340 nm
- teplota místnosti a vzorků v průběhu celého měření 25 °C
- délka optické trasy (šířka kyvety) 1 cm
- nulování přístroje probíhalo v režimu „against air“, tj. na prázdný kyvetový prostor

Závěr

U klasického postupu (postup 1) jsou kritickými faktory teplota matrice a doba nutná pro získání homogenního vzorku pro navažování, dále správné vysrážení proteinů během

Carrezova srážení a finální úprava pH vzorku před vlastními enzymově řízenými reakcemi. U postupu pro nízko-laktóзовé a bezlaktóзовé vzorky (postup 2) je kritickým faktorem stáří roztoku borohydridu, jeho správná příprava a skladování výchozí látky pro jeho přípravu, tak jak je popsáno v oddíle Příprava chemikálií. Neotevřené balení komerčního kitu K-LACGAR je stabilní minimálně po dobu uvedenou výrobcem, je třeba se však vyhnout skladování spolu s jinými chemikáliemi, neboť může docházet k nežádoucí degradaci zejména u reagentie č. 3 (NAD⁺). Po otevření a hydrataci reagentie č. 3 je s touto třeba pracovat asepticky a ideálně ji rozdělit do menších objemů v polypropylenových zkumavkách, tak aby opakovaně neprocházela cyklem tání/mražení.

Literatura

AOAC Official Method 984.15 Lactose in Milk: Enzymatic Method (2023) In: [Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL \(22nd Edition\)](#). Publisher: Oxford University Press, Print ISBN: 9780197610138.

e-Sbírka. Vyhláška č. 54/2004 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití, ve znění pozdějších předpisů. [online] © [cit. 2024-8-28]. Dostupné z:

<https://www.e-sbirka.cz/sb/2004/54/2022-10-27?f=54%2F2004&zalozka=text>

Megazyme.com. Lactose/Galactose Assay Kit (Rapid) – Assay Protocol. [online] © [cit. 2024-8-24]. Dostupné z:

https://d1kkimny8vk5e2.cloudfront.net/documents/Assay_Protocol/K-LACGAR_DATA.pdf

Poděkování

Vznik příspěvku byl finančně podpořen z prostředků institucionální podpory dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.

Kontaktní adresa

Mgr. Jan Pospíšil, 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: pospasilj@vfu.cz

Detekcia druhovej diverzity kvasiniek v procese výroby vína *Detection of species diversity of yeasts in the process of wine production*

Regecová, I., Semjon B., Výrostková J., Jevinová P., Marcinčák S., Pipová, M.

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach
Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín

Súhrn

Štúdia je zameraná na detekciu druhovej diverzity kvasiniek vo vzorkách rmutu, muštu a mladého vína (odroda Lipovina) vo vzťahu k macerácii uskutočnenej v procese výroby. V skúmaných vzorkách bol kultivačným vyšetrením stanovený počet kvasiniek a plesní (od 3,7 do 8,2 log cfu/ml). Pri porovnaní výsledkov medzi jednotlivými druhmi muštov sa pozorovali malé rozdiely v počtoch kvasiniek a plesní. Pomocou PCR metódy sa následne identifikovali vo vzorkách rmutu vo väčšej miere non-*Saccharomyces* kvasinky. Pri konkrétnejšom prehľade percentuálneho druhového zastúpenia kvasiniek v mušte s predchádzajúcou maceráciou, sa pozorovala väčšia diverzita non-*Saccharomyces* kvasiniek, kde boli detegované rody *Candida*, *Hanseniospora*, *Metschnikowia* a *Pichia*. až do 4. týždňa fermentačného procesu.

KLúčové slová: macerácia, mušt, non-*Saccharomyces*, PCR, rmut

Abstract

The study is focused on the detection of the species diversity of yeasts in samples of mash, must and young wine (Lipovina variety) in relation to the maceration carried out in the production process. In the investigated samples, the number of yeasts and molds (from 3.7 to 8.2 log cfu/ml) was determined by culture examination. When comparing the results between individual types of must, small differences in the numbers of yeasts and molds were observed. Using the PCR method, non-*Saccharomyces* yeasts were subsequently identified in the mash samples to a greater extent. In a more specific overview of the percentage of species representation of yeasts in the must with previous maceration, a greater diversity of non-*Saccharomyces* yeasts was observed, where the genera *Candida*, *Hanseniospora*, *Metschnikowia* and *Pichia* were detected. up to the 4th week of the fermentation process.

Key words: maceration, must, non-*Saccharomyces*, PCR, mash

Úvod

Mykobiota zapojená do fermentačného procesu zohráva významnú úlohu pri určovaní vlastností vína, prostredníctvom produkcie sekundárnych metabolitov, ktoré prispievajú k jeho aróme (Carreto et al., 2008; Calabretti et al., 2012). Viaceré štúdie ukázali, že mykobiota prítomná v čase zberu hrozna a počas skorej fermentácie ovplyvňuje kvalitu a chuť vína (Lopes et al., 2002; Carreto et al., 2008). V poslednom období sa preto často využíva pri výrobe vína aj macerácia. Takéto vína sa líšia od vín bez využitia macerácie vo výrobnom procese. Sú opísané ako ľahké vína s nízkym obsahom trieslovín, menšou intenzitou farby a intenzívnejšou ovocnou chuťou (Etaio et al., 2009). Výroba vín s využitím macerácie sa zvyčajne uskutočňuje v rôznych tradičných európskych regiónoch, najmä pri výrobe červených vín. Táto metóda je stále viac atraktívna z pohľadu výslednej kvality vín, ktoré sú čoraz viac žiadané spotrebiteľmi (Tesniere a Flanzy, 2011). V súčasnosti prebiehajú rôzne štúdie o vplyve macerácie na konečnú

kvalitu bielych vín. Z tohto dôvodu sa táto práca venuje detekcii druhovej diverzity v procese výroby vína, odrody hrozna Lipovina, s využitím macerácie a bez nej.

Materiál a metodika

Skúmané vzorky boli odobraté z muštu odrody hrozna Lipovina pochádzajúce z Tokajskej vinohradníckej oblasti. Vzorky boli odobrané v októbri až novembri 2023. Strapce hrozna boli spracované na rmut na Katedre hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín na Univerzite veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach. Celkové množstvo rmutu sa rozdelilo na dve časti. Jedna časť rmutu bola očkovaná kvasinkovou kultúrou druhu *Saccharomyces cerevisiae* (SBCH1; Tecnofood, Italia) (MK). Druhá časť sa macerovala týždeň a následne prebehla fermentácia spontánne bez pridania kvasinkovej kultúry (M). Mikrobiologické vyšetrenie sa uskutočnilo najprv zo vzoriek rmutu a následne sa vzorky odobrali z muštu po 3., 7., 14. dňoch a po 4 týždňoch fermentácie muštu a mladého vína. Kultivačné mikrobiologické vyšetrenie vzoriek sa vykonalo podľa pokynov normy ISO 6887-1 (2017) a ISO 21527-1 (2010) za použitia metódy rozterom na povrch agaru Dichloran Rose-Bengal Chloramfenikol (Hi-Media, India). Následne sa 5 kolónií zo skupiny rovnakého fenotypu použilo na ďalšiu analýzu. Druhá identifikácia sa previedla použitím konvenčnej metódy PCR podľa White et al. (1990). Pre túto analýzu bola celková genómová DNA testovaných kmeňov izolovaná modifikovanou metódou podľa Regecovej et al. (2019). Amplifikované PCR fragmenty boli sekvenované komerčnou spoločnosťou (SEQme s.r.o., Dobříš, Česká republika). Získané izoláty boli zadané do databázy GenBank — EMBL na porovnanie so sekvenciami dostupnými v nukleotidovej databáze Národného centra pre biotechnologické informácie (NCBI) dostupnej na <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST> (prístup dňa 6. apríla 2024).

Výsledky a diskusia

Kultivačným mikrobiologickým vyšetrením vstupnej suroviny (rmutu) boli stanovené počty kvasiniek a plesní na 4.0 ± 0.1 log cfu/g. Následne boli vzorky na mikrobiologické vyšetrenie odobraté z muštu v dňoch 3., 7., 14. a po 4 týždňoch fermentácie. Pri stanovení počtu kvasiniek a plesní sa pozoroval mierny pokles v 4. týždni fermentácie a to vo vzorkách M ($4,7 \pm 0.0$ log cfu/ml) aj vo vzorkách MK ($4,6 \pm 0.0$ log cfu/ml). Pri porovnaní výsledkov medzi jednotlivými druhmi muštov sa pozorovali malé rozdiely v počtoch kvasiniek a plesní. Následným mikrobiologickým vyšetrením vzoriek sa získalo 40 izolátov kvasiniek, ktoré boli odobraté v počte 5 izolátov s rovnakým fenotypovým prejavom, a ktoré sa podrobili druhovej identifikácii pomocou PCR metódy s následným sekvenovaním získaných amplikónov. Po druhovej identifikácii kvasiniek sa pristúpilo retrospektívne k prepočítaniu percentuálneho zastúpenia jednotlivých druhov kvasiniek podľa fenotypového prejavu a rastu izolátov na povrchu selektívneho diagnostického média (tabuľka 1).

Vo vzorkách rmutu sa detegovali vo väčšej miere non-*Saccharomyces* kvasinky, najmä druhy *Aureobasidium pullulans*, *Candida tenuis*, *Candida utilis*, *Hanseniospora uvarum*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Pichia kluyveri*, *Pichia membranifaciens*, *Rhodotorula glutinis*, *Torulasporea delbrueckii*.

Pri konkrétnejšom prehľade percentuálneho druhového zastúpenia vo vzorkách muštu sa pozorovala väčšia diverzita non-*Saccharomyces* kvasiniek práve vo vzorkách M a to až do 4. týždňa fermentácie, kde boli ešte detegované druhy *Candida tenuis*, *Hanseniospora uvarum*, *Metschnikowia pulcherrima* a *Pichia kluyveri*.

Tabuľka 1: Percentuálne zastúpenie (%) jednotlivých druhov kvasiniek v procese fermentácie

Fermentácia vzorky	rmut	3. deň		7. deň		14. deň		4. týždeň	
		M	MK	M	MK	M	MK	M	MK
<i>Aureobasidium pullulans</i>	1	3	1	5	-	4	-	-	-
<i>Candida tenuis</i>	2	5	2	4	-	3	-	1	-
<i>Candida parapsilosis</i>	-	1	1	2	-	1	-	-	-
<i>Candida zeylanoides</i>	-	2	1	-	-	-	-	-	-
<i>Candida utilis</i>	2	1	-	2	-	-	-	-	-
<i>Cryptococcus magnus</i>	-	5	2	1	-	-	-	-	-
<i>Hanseniospora uvarum</i>	3	13	9	15	8	16	7	2	1
<i>Metschnikowia pulcherrima</i>	5	15	10	14	9	13	7	2	-
<i>Pichia kluyveri</i>	2	11	7	12	2	4	3	2	-
<i>Pichia kudriavzevii</i>	-	7	2	2	-	1	-	-	-
<i>Pichia membranifaciens</i>	4	5	2	4	-	3	-	-	-
<i>Rhodotorula glutinis</i>	2	4	1	3	-	1	-	-	-
<i>Rhodotorula nothofagi</i>	-	4	-	2	-	-	-	-	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	3	14	60	32	78	54	83	93	99
<i>Saccharomyces bayanus</i>	-	3	1	-	3	-	-	-	-
<i>Torulaspora delbrueckii</i>	3	7	1	2	-	-	-	-	-

Najmenšie percentuálne zastúpenie bolo detegované u kvasiniek druhu *Candida zeylanoides*, ktoré sa detegovali len do 3. dňa fermentačného procesu v oboch vzorkách. V mušte MK sa druhová diverzita výrazne zredukovala už po 14. dni fermentácie. Štúdia Viel et al. (2017), potvrdila, že v bielych odrodách hrozna je výskyt *Saccharomyces cerevisiae* vo vinohradoch veľmi obmedzený. Okrem toho sa zistilo, že priemyselné izoláty kvasiniek pridané pred fermentáciou muštu potláčajú pôvodné izoláty kvasiniek prítomné vo vinohradníckom mušte. Dominantnú kvasinkovú mikrofóru v zdravom hrozne pri zbere tvoria druhy, ktoré v mušte prežívajú len počas prvých hodín kvasenia. Iné rody askomycét, ako sú *Hanseniaspora*, *Candida*, *Pichia*, *Torulaspora*, *Kluyveromyces* a *Metschnikowia*, môžu prežiť dlhšie a spoločne dominujú počas fermentačného procesu, kým *Saccharomyces cerevisiae* neprevezme alkoholickú fermentáciu. V skutočnosti tieto druhy ďaleko prevyšujú počty *Saccharomyces cerevisiae*

na povrchu bobúľ hrozna. Po prvotnom kontakte s hroznovými cukrami spúšťajú alkoholové kvasenie. Avšak *Saccharomyces cerevisiae* (na začiatku v nízkych počtoch) využíva svoje špecifické adaptívne vlastnosti na rýchly rast a stáva sa hlavným druhom kvasiniek počnúc strednou, turbulentnou fermentačnou fázou (Schuller et al., 2012; Viel et al. 2017).

Záver

Štúdia potvrdila, že macerácia v procese výroby bieleho vína (odroda Lipoviona) má pozitívny vplyv na druhovú diverzitu kvasiniek, najmä na skupinu non-*Saccharomyces* kvasiniek. Táto skupina kvasiniek sa v počiatkovej fáze fermentácie vyskytovala vo vyššom percentuálnom zastúpení. Práve non-*Saccharomyces* kvasinky majú pozitívny vplyv na arómu a chuť vína.

Literatúra

- Calabretti, A., La Cara, F., Sorrentino, A., Di Stasio, M., Santomauro, F., Rastrelli, L., Gabrielli, L., Limone F., Volpe, M. G. 2012. Characterization of volatile fraction of typical Irpinian wines fermented with a new starter yeast. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, vol. 28, pp. 1433-1442.
- Carreto, L., Eiriz, M. F., Gomes, A. C., Pereira, P. M., Schuller, D., Santos, M. A. 2008. Comparative genomics of wild type yeast strains unveils important genome diversity. *BMC genomics*, vol. 9, pp. 1-17.
- Etaio, I., Pérez Elortondo, F. J., Albisu, M., Gaston, E., Schlich, P. 2009. Sensory attribute evolution in bottled young red wines from Rioja Alavesa. *European Food Research and Technology*, vol. 228, pp. 695-705.
- ISO 21527: 2010 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds.
- ISO 6887-1: 2017. Microbiology of the food chain - Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination - Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions.
- Lopes, C. A., Van Broock, M., Querol, A., Caballero, A. C. 2002. *Saccharomyces cerevisiae* wine yeast populations in a cold region in Argentinean Patagonia. A study at different fermentation scales. *Journal of Applied Microbiology*, vol. 93, no. 4, pp. 608-615.
- Regecová, I., Marcinčák, S., Nagy, J., Popelka, P., Semjon, B., Jevinová, P., Pipová, M.; Král, M.; Kovalčík, M. 2019. Detection of microbiota in the vineyards of the Tokaj wine region. *Slovak Journal of Food Sciences/Potravinárstvo*, vol. 13, no. 1.
- Schuller, D., Cardoso, F., Sousa, S., Gomes, P., Gomes, A. C., Santos, M. A., Casal, M. 2012. Genetic diversity and population structure of *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from different grape varieties and winemaking regions. *PloS one*, vol. 7, no. 2, e32507.
- Tesniere, C., Flanzy, C. 2011. Carbonic maceration wines: Characteristics and winemaking process. *Advances in food and nutrition research*, vol. 63, pp. 1-15.
- Viel, A., Legras, J. L., Nadai, C., Carlot, M., Lombardi, A., Crespan, M., Corich, V. 2017. The geographic distribution of *Saccharomyces cerevisiae* isolates within three Italian neighboring winemaking regions reveals strong differences in yeast abundance, genetic diversity and industrial strain dissemination. *Frontiers in microbiology*, vol. 8, pp. 1595.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S. B., Taylor, J. W. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics, diagnostics, and forensics.

PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications, Academic Press, San Diego, CA.
ISBN: 978-01-237-2180-8.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená projektom VEGA 1/0156/21: Aplikácia viacnásobnej faktorovej analýzy na kvalitatívne a kvantitatívne ukazovatele vyrobeného vína pre dosiahnutie zníženia obsahu biogénnych amínov.

Kontaktná adresa

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

Stanovení vybraných těžkých kovů v rybách po kulinární úpravě *Determination of selected heavy metals in fish after culinary treatment*

Řeháková, J., Hornová, J., Holubová, Z., Matulová, D., Řehůrková, I., Ruprich, J.
Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno

Souhrn

Ryby mají, vzhledem k obsahu esenciálních látek nezbytných pro lidský organismus, nezastupitelnou úlohu ve složení diety. Jsou však také zdrojem mnoha kontaminujících látek anorganického i organického charakteru. Obsah těžkých kovů v rybách a jejich schopnost kumulace v organismu je jedním z rizikových faktorů konzumace ryb. Riziko představuje především přívod rtuti a methylrtuti, ohroženými skupinami jsou zejména těhotné a kojící ženy a dětská populace.

Při oblíbené konzumaci ryb je třeba věnovat pozornost výběru vhodných druhů ryb. Vyšší zátěž těžkými kovy nesou ryby mořské, zejména dravé, lovené na volném moři. Důležité je sledovat i celkové konzumované množství, četnost standardních porcí zařazovaných do jídelníčku. V případě přívodu Hg/MeHg se počet zkonzumovaných porcí dravých mořských ryb, pro naplnění týdenního expozičního limitu EFSA, pohybuje (podle druhu ryby) v rozmezí 1-7 porcí o 100g /týdně pro děti a 3-14 porcí o 150g /týdně pro dospělou populaci.

Klíčová slova: *sladkovodní a mořské ryby, těžké kovy, zdravotní rizika, limitní hodnoty, expoziční limit EFSA*

Abstract

Due to the content of essential substances necessary for the human organism, fish have an irreplaceable role in the composition of the diet. However, they are also a source of many inorganic and organic contaminants. The content of heavy metals in fish and their ability to accumulate in the body is one of the risk factors of fish consumption. The risk is primarily the intake of mercury and methylmercury, the groups at risk are especially pregnant and breastfeeding women and the child population.

If you enjoy eating fish, you need to pay attention to choosing the right types of fish. Marine fish, especially predatory fish caught in the open sea, carry a higher burden of heavy metals. It is also important to monitor the total amount consumed, the frequency of adding standard portions to the menu. In the case of Hg/MeHg intake, the number of consumed portions of predatory marine fish to meet the EFSA weekly exposure limit varies (depending on the type of fish) in the range of 1-7 portions of 100g/week for children and 3-14 portions of 150g/week for adults' population.

Key words: *freshwater and marine fish, heavy metals, health risks, limit values, EFSA exposure limit*

Úvod

Ryby patří mezi důležité živočišné potraviny, mají nezastupitelnou úlohu ve složení diety. Současný životní styl, s ohledem na globalizaci a možnosti trhu, vede k nárůstu spotřeby ryb ve výživě.

Ryby jsou významným zdrojem celé řady chemických látek, které jsou nezbytné či podpůrné pro lidský organismus a ochranu zdraví. Vedle látek s pozitivním účinkem (omega-3 a omega-6 mastné kyseliny, vitamin D, jód, vápník, fosfor) jsou ale v rybách obsaženy i mnohé kontaminanty. Mezi zásadní a lidskému zdraví škodlivé látky se řadí

těžké kovy (TK), především kadmium (Cd), olovo (Pb), arsen (As) v anorganických sloučeninách (As^{+3} , As^{+5}) a rtuť (Hg) především v organické formě – methylrtuť (MeHg). Riziko spojené s přívodem těchto prvků do organismu spočívá v celoživotní kumulaci ve vnitřních orgánech (játra, ledviny, slezina), následném transportu krevním řečištěm a přechodu bariérou krev – mozek/měkké tkáně/kosti apod. Zdravotní komplikace se tak mohou projevit až v delším časovém horizontu jako důsledek dlouhodobého záchyty. Kadmium prokazatelně patří mezi významné karcinogeny. Vzhledem k vzájemné chemické podobnosti se zinkem může kadmium zinek nahrazovat v různých enzymatických reakcích a takto blokovat následné biochemické pochody. Olovo se prostřednictvím krevního toku přes mezičlánek měkkých tkání koncentruje zejména v kostech. Arsen (anorganické formy As^{+3} , As^{+5}) vykazuje mutagenní a karcinogenní účinky. Riziko spojené s přívodem arsenu do organismu spočívá v poškození buněk nervového systému, jater, ledvin, žaludku, střev a pokožky, hromadí se také v nehtech a vlasech. Významné riziko představují organické formy rtuti, zejména MeHg. Pro odhad expozice MeHg u populace v ČR lze použít celkový obsah Hg jako konzervativní přístup vzhledem k nízké spotřebě ryb v ČR. Negativní účinky MeHg se projevují v souvislosti se zasažením mozku a centrální nervové soustavy (mentální retardace, hluchota a slepota), zvýšením rizika vysokého krevního tlaku (kardiovaskulární onemocnění). Poškození mozku přichází v úvahu nejen pro dospělou populaci vystavenou expozici rtuti, ale vzhledem ke snadnému průchodu placentou může rtuť nezvratně poškodit vyvíjející se mozek plodu. Rizikovými skupinami jsou z tohoto pohledu především těhotné a těhotenství plánující ženy, ale i ženy kojící a také děti do 3 let věku (EFSA, 2012; Ruprich, 2006).

S ohledem na posouzení všech pozitiv i negativ konzumace této komodity, by ryby a rybí výrobky měly být nedílnou součástí diety. Současné možnosti globálního trhu umožňují velký výběr při nákupu ryb. V laboratořích SZÚ CZVP Brno byla proto zpracována studie, která si vytkla za cíl vyhodnotit možnosti z pohledu spotřebitele, popsat situaci na trhu v ČR a objektivně posoudit rizika spojená s konzumací ryb populací ČR, i v rámci různých druhů nakoupených ryb.

Materiál a metodika

Odběr vzorků ryb a jejich evidence

Při výběru vzorků ryb byla respektována preference jednotlivých druhů ryb sladkovodních i mořských u spotřebitelů v ČR a jejich dostupnost. V běžné tržní síti bylo odebráno/nakoupeno 11 druhů čerstvých ryb – viz tabulka 1, vždy 3 jednotlivé vzorky od každé čeledi. Nákup byl realizován v obchodních řetězcích Tesco, Kaufland Albert, Globus, Lidl a Ocean 48.

Byla provedena důsledná evidence každého nakoupeného zboží, z etikety byly podchyceny všechny dostupné informace (datum nákupu, datum spotřeby, místo chovu/odlovu – FAO, výrobce/dovozce/země původu, množství, obchodní název zboží, trvanlivost, charakter vzorku: kuchaň/celá/půlka ryby, fileť/s-bez kůže, chlazená/prodej na ledu apod.).

Při odběru vzorků/nákupu, zpracování a úpravě byla uplatněna metodologie využívaná v rámci projektu monitorování dietární expozice (MDE) realizovaného od roku 1993 na SZÚ CZVP Brno (Ruprich, 2022). Komodita *ryby* je sledována od počátku realizace projektu. MDE je nedílnou součástí Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí (SZÚ, 2023). V letošním roce je na SZÚ připomínáno 30. výročí zahájení tohoto komplexního projektu.

Tabulka 1: Výběr sortimentu ryb pro odběr/nákup

Čeď	Rod	Druh	Habitat
Latidae	Robalo	Tilápie nilská	Sladkovodní
Keříčkovití	Keříčkovec	Sumeček africký	Sladkovodní
Kaprovití	Kapr	Kapr obecný	Sladkovodní
Lososovití	Pstruh	Pstruh duhový	Sladkovodní
Lososovití	Losos	Losos obecný	Mořská
Makrelovití	Makrela	Makrela obecná	Mořská
Makrelovití	Tuňák	Tuňák žlutoploutvý	Mořská
Mořčákovití	Mořčák	Vlk mořský	Mořská
Mořanovití	Mořan	Pražma královská	Mořská
Platýsovití	Pleuronctes, Reinhardtius	Platýs obecný, Černý halibut	Mořská
Štikozubcovití	Štikozubec	Štikozubec obecný, Štikozubec kapský	Mořská

Preanalytická příprava – kulinární úprava

V rámci metodologie MDE jsou vzorky upravovány do podoby pokrmu. K tepelné úpravě je přistupováno u jednotlivých vzorků tak, jak to odpovídá zvyklostem spotřebitele v ČR. Preanalytická příprava byla provedena standardní kulinární úpravou (pečením) používanou pro komoditu *ryby sladkovodní, kapr* v projektu MDE za využití multifunkční technologie, konvektomatu.

Takto připravené vzorky byly zhomogenizovány, předány k analytickému zpracování a analýze.

Analytická příprava, metody stanovení těžkých kovů (TK)

Analytická příprava jednotlivých vzorků byla provedena jako totální rozklad v MW systému v prostředí $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$.

Stanovení prvků (mimo Hg) bylo provedeno metodou hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem ICP-MS. Obsah rtuti (jako rtuť celková) byl stanovován metodou atomové absorpční spektrometrie s použitím analyzátoru AMA 254 pro přímé stanovení rtuti dávkováním pevného vzorku bez předchozí analytické přípravy.

Všechny použité metody jsou akreditovány ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018.

Výsledky a diskuze

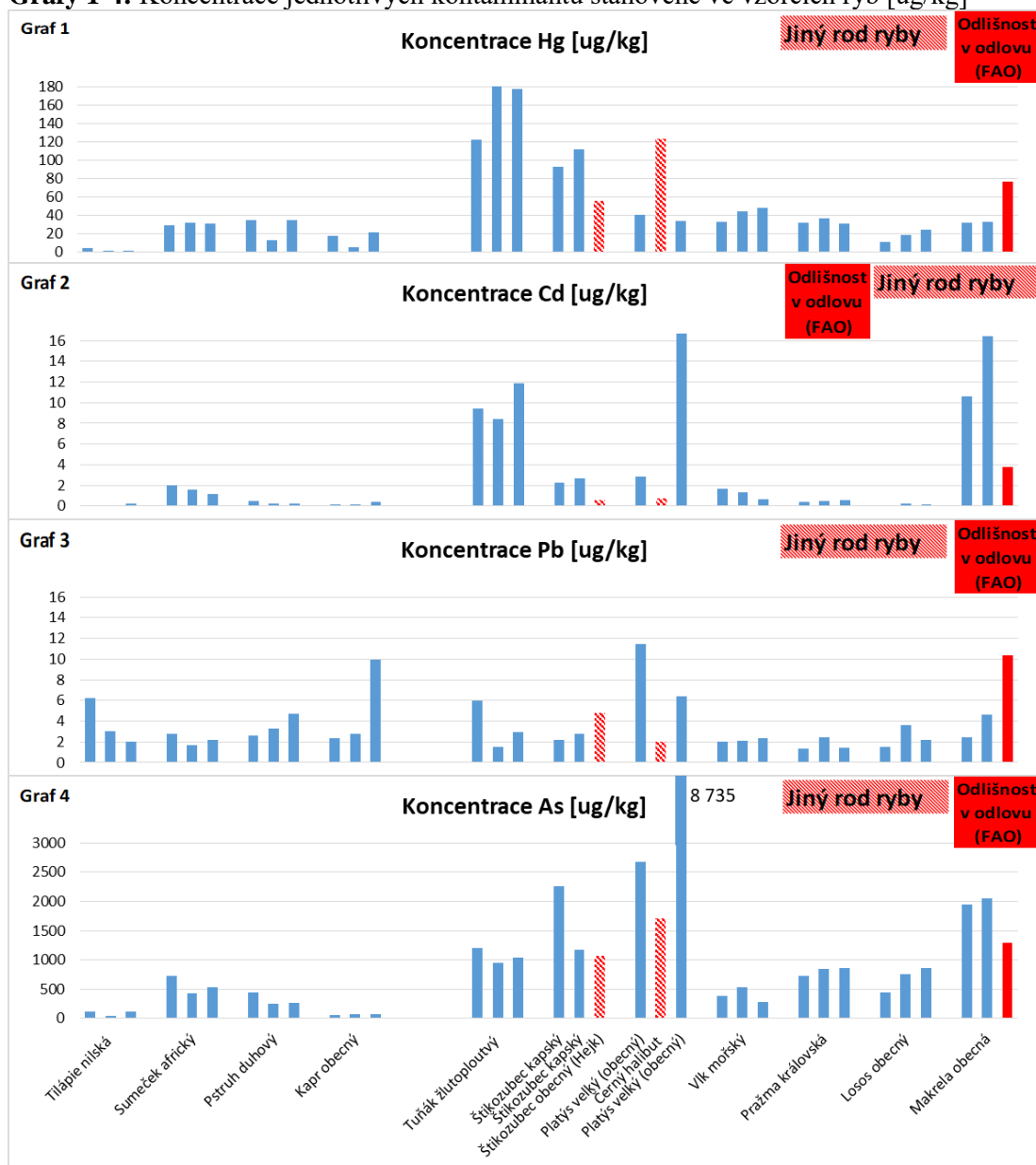
Bylo provedeno měření koncentrace jednotlivých prvků ve vzorcích kulinárně upravených ryb. Analytické výsledky byly dále zpracovávány a hodnoceny dle různých pohledů na problematiku.

Koncentrace měřeného analytu v jednotlivých vzorcích ryb

Z grafů 1-4 je zřejmé, že se kontaminace TK projevuje více u mořských ryb než u sladkovodních. Na předních místech z pohledu obsahu TK jsou ryby dravé z volného odlovu, nacházející se na vrcholu potravního řetězce mořských organismů. Jedná se především o tuňáky, makrely a ryby z čeledi štikozubcovitých a platýsovitých. Nejvyšší celková zátěž byla pozorována u vzorků tilápie nilské a kapra.

Odchytky pozorované mezi třemi odebranými vzorky jedné čeledi mohou souviset s odlišností druhů ryb v rámci čeledi (štikozubcovití, platýsovití), stářím ryb ale také, u ryb lovených v moři, s místem odlovu FAO (makrela). Kontaminaci mohou ovlivnit více či méně kontaminované vody - např. Středozemní moře vs. Severní Atlantik.

Grafy 1-4: Koncentrace jednotlivých kontaminantů stanovené ve vzorcích ryb [ug/kg]

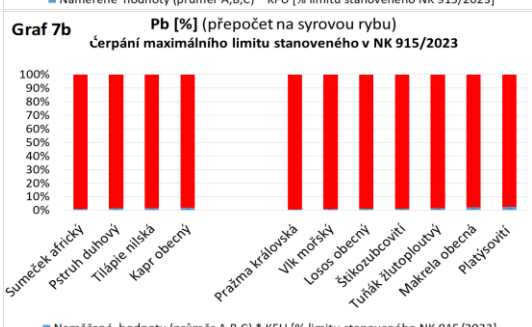
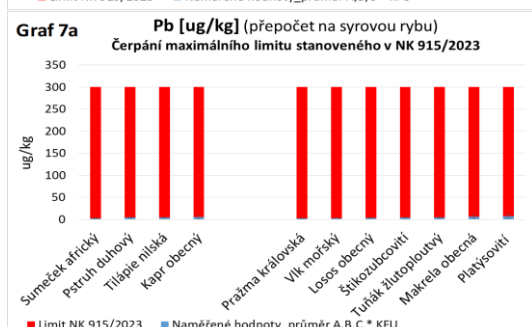
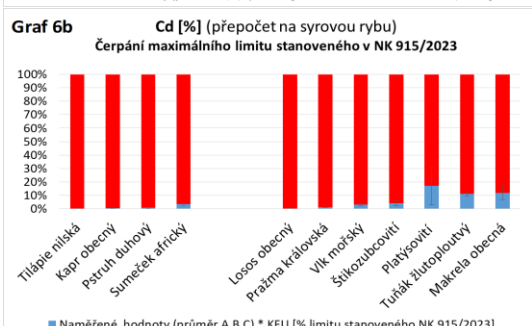
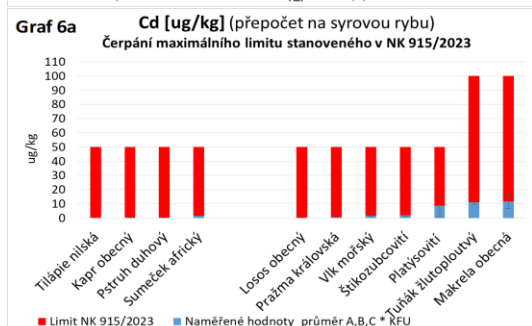
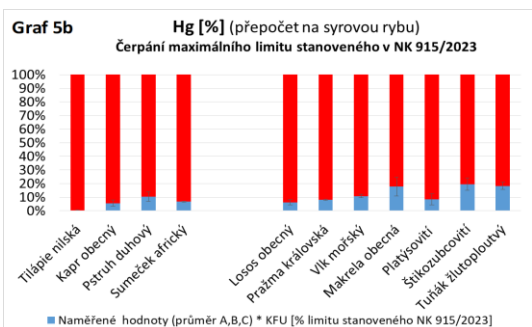
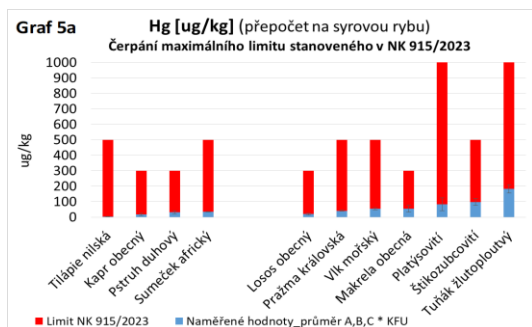


Porovnání obsahu kontaminantů se stanovenými maximálními limity (NK 915/2023)

Bylo provedeno hodnocení a porovnání výsledků měření Hg, Cd a Pb s limitní hodnotou stanovenou v Nařízení komise (EU) 915/2023 (EU, 2023). Pro As limitní hodnota v NK stanovená není. Byla porovnávána vždy průměrná hodnota ze všech tří vzorků jednoho druhu ryby. V NK jsou maximální limity uvedeny jako obsah kontaminující látky v syrové rybě. Naměřená hodnota v kulinárně upravené rybě byla proto následně pomocí stanoveného faktoru kulinární úpravy (FKÚ) přepočtena na obsah kontaminantu v syrové rybě.

V grafech 5a-7a je zpracováno čerpání stanovených maximálních limitů jednotlivých kontaminantů v jednotkách měřené koncentrace (ug/kg).

V grafech 5b-7b je zpracováno čerpání stanovené limitní hodnoty v % (100% je hodnota stanovená v NK pro jednotlivé druhy ryb).



Grafi 5a-7a: Čerpání stanovených maximálních limitů jednotlivých kontaminantů [ug/kg]

Grafi 5b-7b: Čerpání stanovených maximálních limitů jednotlivých kontaminantů [%]

FKÚ se pohyboval v rozmezí 0,77-0,92. Přepočtení hodnot naměřených v kulinárně upravených vzorcích na obsah jednotlivých kontaminantů v syrové rybě zásadně neovlivnil výsledná posuzování čerpání limitních hodnot. Z grafického zpracování je zřejmé, že ani v případě syrové ryby (tedy ani kulinárně upraveného vzorku) nedochází k dosažení limitní hodnoty stanovené v NK.

Vyšší zátěž je pozorována samozřejmě u mořských ryb (v absolutním i %-ním vyjádření).

Hodnocení dietární expozice – počet porcí pro překročení expozičních limitů

Hodnocení dietární expozice a posouzení zdravotních rizik z přívodu kontaminantů konzumací ryb bylo provedeno s využitím týdenních expozičních limitů stanovených EFSA (vztaheno na 1 kg tělesné hmotnosti) (EFSA Panels on Contaminants in the Food Chain). Přepočtení expozičních limitů byl, pro názornost, zpracován pro dvě populační skupiny: děti 20 kg (4-6 roků), dospělé osoby 75 kg (průměrná hodnota muži+ženy 18-60+ roků) – tabulka 2 (rozdělení populačních skupin vychází ze Studie individuální spotřeby potravin SISP04, SZÚ; Ruprich a kol. 2006).

Tabulka 2: Expoziční limity stanovené EFSA

	Expoziční limit EFSA [ug/kg t.hm./týden]	Děti (t.hm. 20 kg)	Dospělé osoby (t.hm. 75 kg)
		[ug/20 kg/týden]	[ug/75 kg/týden]
Hg	TWI EFSA 2012	4,0	80
MeHg	TWI EFSA 2012	1,3	26
Cd	TWI EFSA 2011	2,5	50
Pb	BMDL10 (nefrototoxicita) EFSA 2010	4,4	88
As	nestanoveno		

Pro překročení expozičního limitu vypočteného pro různé populační/hmotnostní skupiny by bylo nutné zkonzumovat různá množství porcí ryb v závislosti na koncentraci (obsahu) kontaminantů v jednotlivých vzorcích ryb. Pro stanovení počtu porcí byla použita průměrná hodnota obsahu kontaminantů ze všech tří vzorků jedné čeledi/druhu ryby, v případě rozdílnosti druhů ryb v rámci čeledi nebo odlišného FAO byly posuzovány každý druh/FAO samostatně. Jedna porce ryby byla stanovena, s ohledem na věkovou strukturu pro děti na 100g, pro dospělé na 150 g ryby. V tabulce 3 jsou uvedeny kritické (nejnižší) počty porcí různých druhů ryb zkonzumovaných za týden, které by již přivodily saturaci týdenních tolerovatelných hodnot přívodu jednotlivých kontaminantů, vycházejících z limitních hodnot stanovených EFSA.

Tabulka 3: Počet porcí ryb zkonzumovaných za týden potřebných k saturaci TWI/BMDL10. **1 - 7 porcí** max 14 porcí

Název komodity	Hg		MeHg		Cd		Pb	
	Děti 20 kg	Dospělá osoba 75 kg	Děti 20 kg	Dospělá osoba 75 kg	Děti 20 kg	Dospělá osoba 75 kg	Děti 20 kg	Dospělá osoba 75 kg
	Počet porcí (100g)	Počet porcí (150g)	Počet porcí (100g)	Počet porcí (150g)	Počet porcí (100g)	Počet porcí (150g)	Počet porcí (100g)	Počet porcí (150g)
Tilápie nilská	842	2106	274	684	5644	14109	291	728
Kapr obecný	84	210	27	68	2688	6720	259	648
Pstruh duhový	37	92	12	30	1708	4271	265	662
Sumeček africký	26	66	9	21	330	824	417	1043
Losos obecný	51	128	17	42	5394	13485	410	1026
Pražma královská	24	61	8	20	1063	2658	537	1343
Vlk mořský	20	50	6	16	484	1209	409	1023
Makrela obecná (FAO Sev.Atlantik)	10	26	3	8	131	328	85	213
Makrela obecná (FAO Středozem.moře)	25	63	8	20	40	92	276	691
Platýsovití - Platýs velký (obecný)	22	54	7	18	103	258	107	267
Platýsovití - Černý halibut	6	16	2	5	695	1737	445	1112
Tuňák žlutoploutvý	5-7	14	1-2	3-5	51	129	342	856
Štikozubcovití -Štikozubec obecný (Hejk)	14	36	4-5	12	928	2321	185	463
Štikozubcovití -Štikozubec kapský	8	20	2-3	6	203	509	359	898

Závěr

Z výsledků studie je zřejmé, že celková kontaminace těžkými kovy není kritická. Nejvyšší koncentrace TK byly naměřeny u mořských ryb, především u dravých druhů z odlovu na volném moři. Celkově nejvyšší zátěž byla zaznamenána u vzorků tuňáka. Na úroveň kontaminace má vliv místo odlovu (FAO) a také stáří, druh ryby i struktura

svaloviny. Výraznější odchylky naměřených hodnot koncentrace jednotlivých kontaminantů mezi vzorky ryb, v rámci jedné čeledi, byly zjištěny právě u lovených mořských ryb odlišného duhu (platýsovití, štikozubcovití) nebo FAO (makrela). Mořské ryby z chovu vykazovaly nižší zátěž bez výrazně odchylených hodnot, nejméně kontaminované byly ryby sladkovodní (všechny z chovu). Nejnižší zátěž byla pozorována u vzorků tilápie nilské.

Ve vzorcích ryb testovaných ve studii nebylo ani v jednom případě dosaženo maximálních limitních hodnot stanovených v NK 915/2023. Obsah kontaminantů se pohyboval v rozmezí 0,44-19,58 % (Hg), 0,28-17,17 % (Cd), 0,63-2,52 % (Pb) stanovených limitních hodnot.

Nejnižší (rizikové) množství konzumovaných porcí ryb (u všech druhů ryb) se, v případě posuzování zdravotních rizik z přívodu kadmia a olova, pohybuje v nereálných počtech (v rádech desítek-tisíců). Zvýšená pozornost by se ale měla věnovat přívodu rtuti a methylrtuti, zejména v případě těhotných a kojících žen a dětí. Počty porcí, konzumovaných za týden, které mohou způsobit zdravotní komplikace zejména u dětí, se u přívodu Hg a Me Hg pohybují již v reálných počtech (jednotky) v případě konzumace vybraných druhů mořských ryb (platýsovití, štikozubcovití, tuňák, makrela).

Z výsledků studie lze činit závěry, které mohou sloužit jako podklady pro odborná výživová doporučení konzumace ryb pro různé populační skupiny. Je nutné uvažovat vždy ve vzájemných souvislostech a zvážit přínos konzumace ryb z pohledu nutrice za současného respektování rizik vznikajících přívodem těžkých kovů do organismu. Ryby jsou pouze jedním, ne však jediným, zdrojem kontaminujících látek, je proto třeba věnovat pozornost množství a četnosti řazení ryb do jídelníčku. Doporučení platí především pro těhotné a kojící ženy a dětskou populaci (Ruprich, 2006). V případě obliby konzumace mořských ryb je žádoucí vybírat vhodné, méně rizikové druhy, zaměřit se více na ryby z chovu.

V každém případě, ryby jsou a měly by zůstat nedílnou, ale kontrolovanou, součástí pestrého jídelníčku pro všechny populační skupiny.

Literatura

EFSA 2009. Cadmium in food, Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain, *The EFSA Journal*; Volume 7, Issue 3: 980, 1-139

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.980>

EFSA 2009. Scientific Opinion on Arsenic in Food, EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), *EFSA Journal*; Volume 7, Issue 10: 1351

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.1351>

EFSA 2010. Scientific Opinion on Lead in Food, EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), *EFSA Journal*; Volume 8, Issue 4: 1570

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2010.1570>

EFSA 2012. Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food, EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), *EFSA Journal*; Volume 10, Issue 12: 2985

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2012.2985>

Evropská Unie. 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, dostupné na:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0915>

Ruprich, J. 2006. Co byste měli vědět o rtuti v rybách a rybích výrobcích, Praha: Státní zdravotní ústav

<https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/12/Co-byste-meli-vedet-o-rtuti-v-rybach-a-rybich-vyrobcich2006.pdf>

Ruprich, J. 2022: Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců, dietární expozice. Praha: Státní zdravotní ústav

https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/09/Monitoring_TDS_2021.pdf

Ruprich, J., Dofková, M., Řehůrková, I., Slaměnková, E., Resová, D. 2006. Individuální spotřeba potravin - národní studie SISP04. ČHPŘ SZÚ v Praze

<http://czvp.szu.cz/spotrebapotravin.htm>.

SZÚ 2023. Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí, Praha: Státní zdravotní ústav

https://szu.cz/wp-content/uploads/2023/11/Souhrnna_zprava_2022.pdf

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou MZ ČR – RVO (SZÚ, 75010330).

Kontaktní adresa

RNDr. Jana Řeháková, Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: jana.rehakova@szu.cz

Modelování růstu shigatoxigenní *E. coli* (STEC) v mletém vepřovém mase

Modelling the growth of shigatoxigenic E. coli (STEC) in minced pork

Stojanová, K., Bursová, Š., Necidová, L., Zouharová, A.

Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Studie byla zaměřena na využití prediktivních růstových modelů při hodnocení růstu shigatoxigenní *E. coli* v mletém vepřovém mase, a to při teplotách 2, 12, 24 a 30 °C. Počet shigatoxigenní *E. coli* byl stanoven plotnovou metodou na TBX agaru (44 °C, 24 h). Bakterie se v mletém vepřovém mase množila při 12, 24 a 30 °C. Při teplotě 2 °C byl po proběhnutí lag-fáze zaznamenán úhyn bakterií. K modelování růstu byl zvolen Baranyiho-Robertsův model. Ze studie vyplynulo, že pro zajištění bezpečnosti je zcela zásadní respektovat teplotu uchovávání mletého masa max. 2 °C. Při ponechání při pokojové teplotě (24 °C) se výrazně snižuje délka lag-fáze a dochází k množení bakterií za méně než 2 hodiny.

Klíčová slova: *prediktivní mikrobiologie, Baranyiho-Robertsův model, lag fáze*

Abstract

The study was focused on the use of predictive growth models to evaluate the growth of shigatoxigenic *E. coli* in minced pork at 2, 12, 24 and 30 °C. The number of shigatoxigenic *E. coli* was determined by the plate method on TBX agar (44 °C, 24 h). The bacteria multiplied in minced pork at 12, 24 and 30 °C. At 2 °C, bacterial mortality was observed after lag phase. The Baranyi-Roberts model was chosen to model growth. The study showed that it is essential to respect a maximum storage temperature of 2 °C for minced meat to ensure safety. When left at room temperature (24 °C), the lag phase is significantly reduced and bacterial growth occurs in less than 2 hours.

Key words: *predictive microbiology, Baranyi-Roberts model, lag phase*

Úvod

Escherichia coli je gramnegativní fakultativně anaerobní bakterie patřící do čeledi *Enterobacteriaceae*. Mnoho kmenů *E. coli* nepředstavuje pro člověka žádné zdravotní riziko, existují ovšem *E. coli*, které díky získaným faktorům virulence napadají některé části lidského těla a způsobují různá onemocnění (Aijuka & Buys, 2019). Mezi pro člověka patogenní *E. coli* patří typ enterohemoragický (EHEC), enteropatogenní (EPEC), enterotoxigenní (ETEC), enteroinvazivní (EIEC), enteroagregativní (EAEC) a difúzně adherentní (DAEC) (Sajeena & Kalyanikutty, 2024). Patotypem enterohemoragických (EHEC) *E. coli* je i shigatoxigenní neboli shiga toxin produkující *E. coli* (STEC). STEC tvoří rozmanitou skupinu s různými charakteristikami a faktory virulence (Kameník et al., 2022), která obsahuje více než 200 různých sérotypů. Nejznámějším sérotypem spojeným s alimentárními infekcemi člověka je sérotyp O157:H7 (O157 STEC), sérotypy jiné než O157:H7 se řadí mezi tzv. non-O157 STEC (Zhang et al., 2021). Přežvýkavci, a především skot, jsou primárními rezervoáry STEC (Walker et al., 2023). Nejnovější studie ale dokazují, že i produkty z vepřového masa mohou představovat vektor přenosu STEC na člověka. Bohužel bylo prozatím důkladně prostudováno pouze chování STEC v hovězím mase a v jiných maticích nikoli (Haque et al., 2024). Přitom bylo hlášeno, že prasata z různých oblastí světa vylučují STEC podobně jako dobytek. Tyto *E. coli*

pocházející z kontaminovaného vepřového masa pak mohou způsobovat hemolyticko-uremický syndrom či hemoragickou kolitidu (Cha et al., 2018).

Aby byla zajištěna bezpečnost potravin, je důležité zabránit růstu nežádoucích mikroorganismů nebo tyto mikroorganismy zničit. Značnou výhodou v konkurenčním boji proti růstu nežádoucích mikroorganismů může představovat využívání poznatků z tzv. prediktivní mikrobiologie. Pomocí prediktivního matematického modelování lze předpovídat chování mikroorganismů v závislosti na různých faktorech, jako jsou teplota, vlhkost, pH, aktivita vody či různé skladovací podmínky. A na základě toho rozhodnout, zda za stávajících podmínek bude daná potravina z mikrobiologického hlediska bezpečná či nikoli (Stavropoulou & Bezirtzoglou, 2019).

Cílem naší práce bylo pomocí Baranyiho-Robertsova modelu popsat dynamiku růstu shigatoxigenní *E. coli* ve vzorcích mletého vepřového masa při různých teplotách skladování.

Materiál a metodika

K zaočkování mletého vepřového masa byla použita směs čtyř sbírkových kmenů STEC sérotypů O146 (izolát z kozího mraženého mleziva), O156 (izolát z kozího mléka), O153 (izolát z jatečně upraveného těla dojnice) a O91 (izolát ze stěru jatečně upraveného těla dojnice). Z každého kmene byla nejprve vytvořena ve sterilním fyziologickém roztoku bakteriální suspenze o denzitě 1,0 stupně McFarlanda, což odpovídá přibližně 10^8 KTJ.ml⁻¹. Jednotlivé suspenze byly smíchány dohromady v poměru 1:1:1:1. Takto vzniklá směsná suspenze byla použita k inokulaci mletého vepřového masa.

Mleté vepřové maso, připravené přímo v laboratoři, bylo po 10 g asepticky rozváženo do sterilních homogenizačních sáčků s filtrem. Pro každou ze čtyř sledovaných teplot (2, 12, 24, 30 °C) byly připraveny 4 sady vzorků (A, B, C + kontrolní vzorky nezaočkované *E. coli*). Mleté vepřové maso (sady A, B, C) bylo poté zaočkováno připravenou suspenzí sbírkových kmenů tak, aby bylo dosaženo výchozí koncentrace řádově 10^2 KTJ.g⁻¹.

Tabulka 1: Časové intervaly odběrů vzorků v závislosti na sledované teplotě

Teplota skladování	Doba skladování/časový interval (h)												Celkem vzorků (1 sada)
2 °C	0	12	24	48	72	144	168	192	216	240	312	336	12
12 °C	0	3	6	9	12	24	31	48	55	72	79	144	12
24 °C	0	3	6	9	12	24	31	48	55	72	79	-	11
30 °C	0	1	2	3	4	6	8	10	12	24	31	48	12

Odběr vzorků pro stanovení počtu *E. coli* byl proveden po různé době skladování v závislosti na skladovací teplotě (viz tabulka 1). Stanovení počtu bylo provedeno rozředem 0,2 ml příslušného ředění vzorku na povrch TBX agaru (BIO-RAD Laboratories Pvt. Ltd., Marnes-la-Coquette, Francie), inkubace probíhala aerobně při teplotě 44 °C po dobu 24 h. Získaná data byla logaritmicky transformována za použití dekadického logaritmu. Tyto hodnoty byly následně použity pro vytvoření růstových modelů.

Pro zhodnocení dynamiky růstu *E. coli* byl použit Baranyi-Robertsův model. Data byla fitována pomocí DMFit modulu, který je dostupný na ComBase Combined Database for Predictive Microbiology (www.combase.cc). Při charakteristice jednotlivých modelů

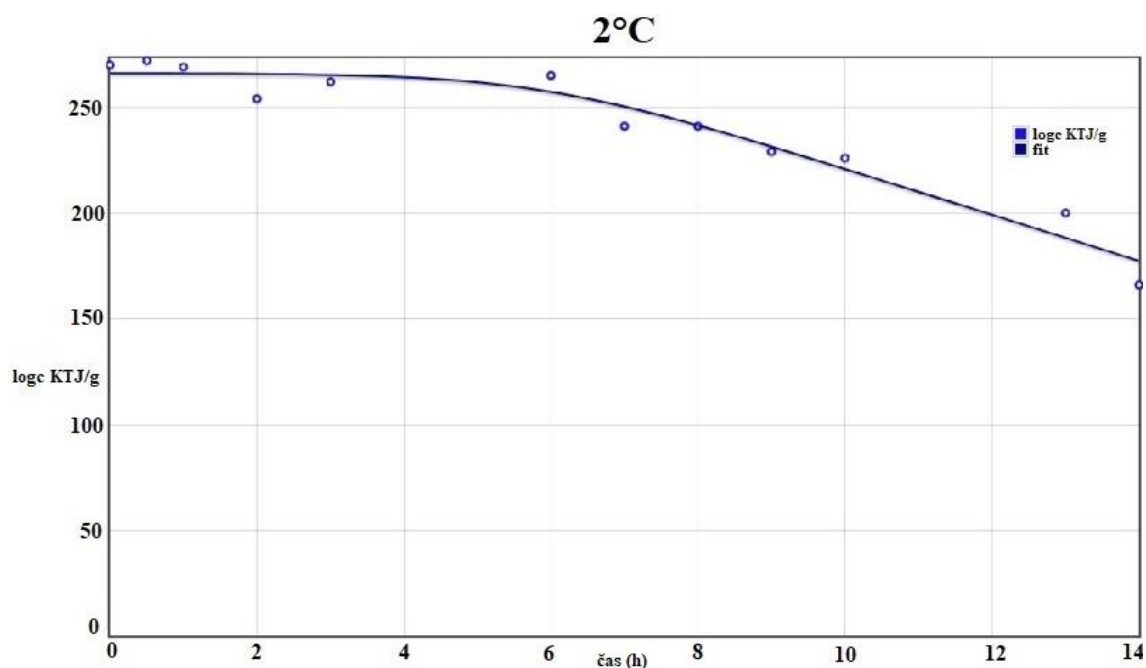
byly použity následující parametry: délka trvání lag-fáze, exponenciální růstová rychlost, minimální a maximální hodnota počtu bakterií.

Výsledky a diskuze

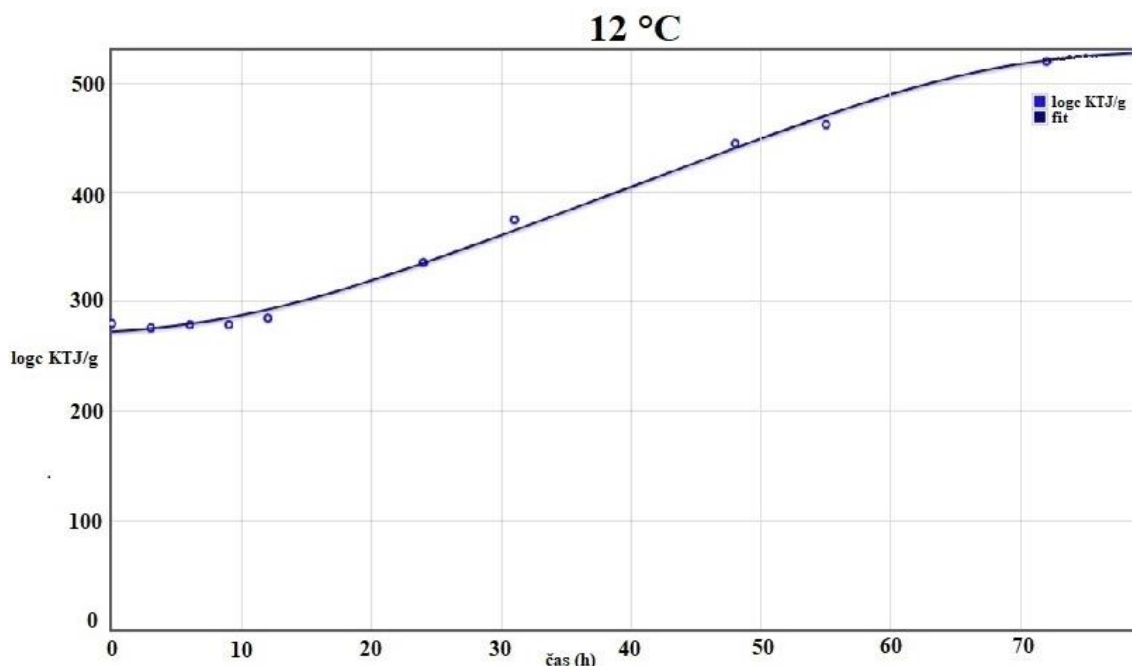
Vytvořené růstové křivky *E. coli* pro jednotlivé skladovací teploty jsou uvedeny na obrázku 1, 2, 3 a 4. Z růstových křivek a tabulky 2 je patrné, že nejdelší doba lag-fáze byla zaznamenána při teplotě 12 °C, a to 10 h 38 min 35 s ± 2 h 28 min 26 s. Naopak nejkratší doba lag-fáze, a to 1 h 40 min 41 s ± 55 min 12 s byla zaznamenána při 24 °C. Při teplotě 2 °C nebyl zaznamenán po ukončení lag-fáze růst bakterií, naopak došlo k jejich odumírání.

Tabulka 2: Charakteristiky vytvořených růstových modelů

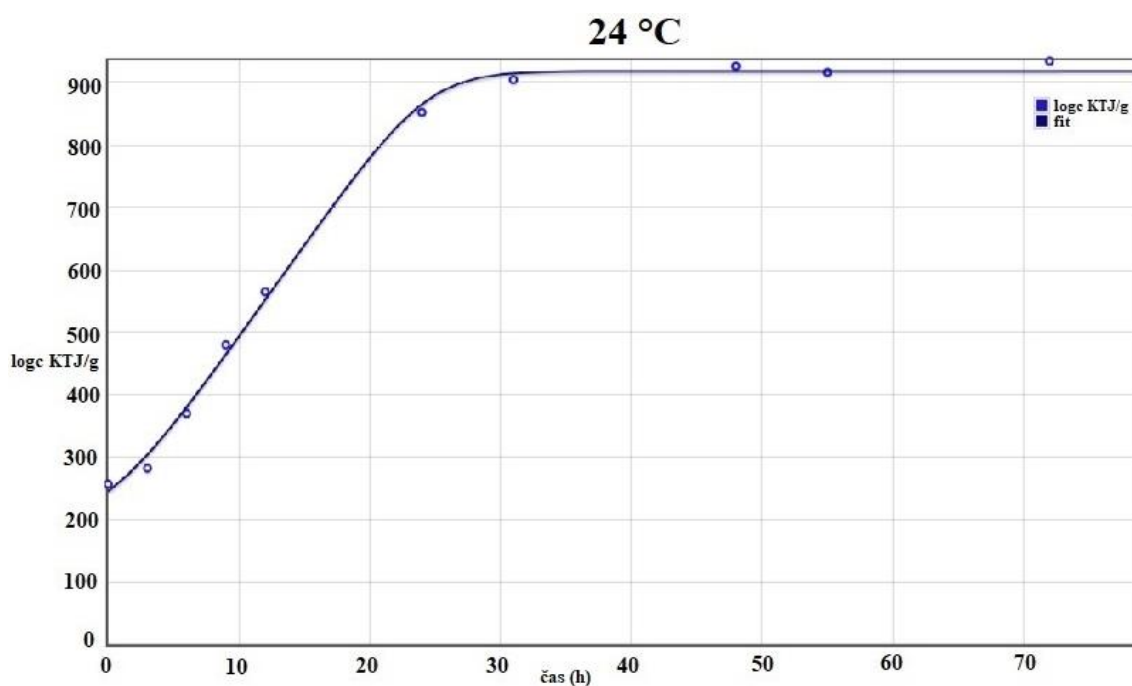
Teplota skladování	Délka lag-fáze	Rychlost růstu (ln KTJ g ⁻¹ .h ⁻¹)	Min (log KTJ.g ⁻¹)	Max (log KTJ.g ⁻¹)
2 °C	5 h 53 min 20 s ± 50 min 2 s	-10,931±1,418	1,77	2,66
12 °C	10 h 38 min 35 s ± 2 h 28 min 26 s	4,521±0,270	2,72	5,28
24 °C	1 h 40 min 41 s ± 55 min 12 s	29,660±1,864	2,45	9,19
30 °C	2 h 38 min 24 s ± 26 min 28 s	64,586±3,251	2,54	10,08



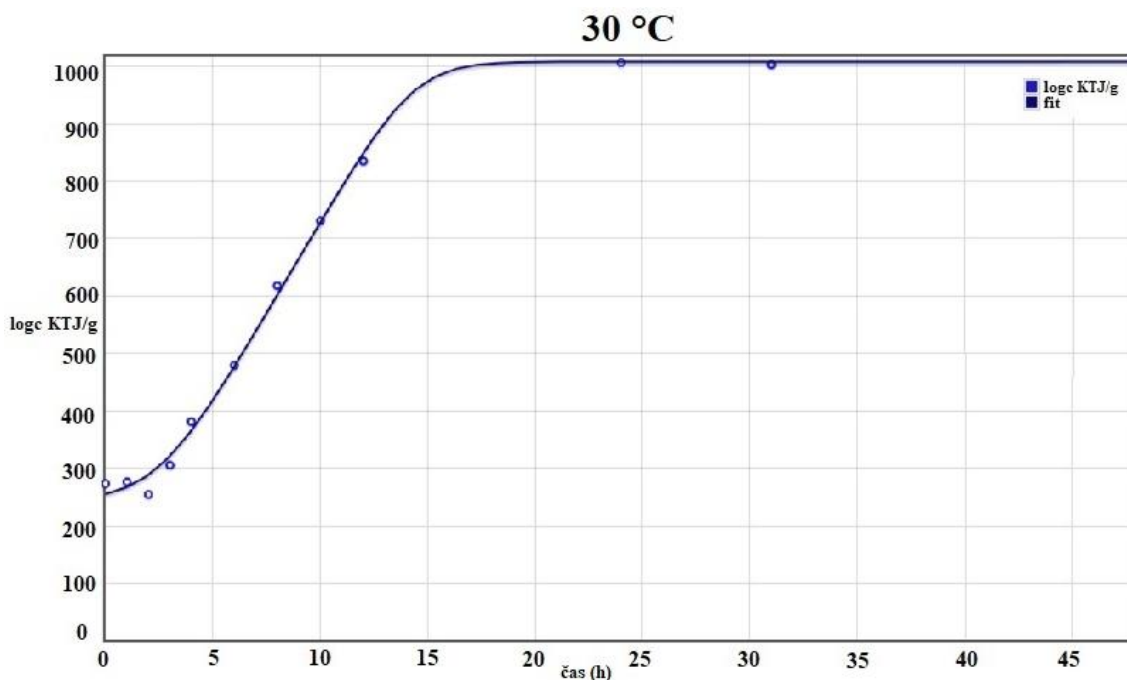
Obrázek 1: Pozorované (body) a predikované hodnoty (křivky) počtu *E. coli* v mletém vepřovém mase při teplotě 2 °C – Baranyi-Robertsův model



Obrázek 2: Pozorované (body) a predikované hodnoty (křivky) počtu *E. coli* v mletém vepřovém mase při teplotě 12 °C – Baranyi-Robertsův model



Obrázek 3: Pozorované (body) a predikované hodnoty (křivky) počtu *E. coli* v mletém vepřovém mase při teplotě 24 °C – Baranyi-Robertsův model



Obrázek 4: Pozorované (body) a predikované hodnoty (křivky) počtu *E. coli* v mletém vepřovém masě při teplotě 30 °C – Baranyi-Robertsův model

Rychlost růstu shigatoxigenní *E. coli* v mletém vepřovém masě byla ovlivněna teplotou. S narůstající teplotou skladování se zvyšovala také rychlost růstu (viz tabulka 2). Z tabulky 2 je také patrné, že při 2 °C nedocházelo k růstu bakterií.

Závěr

Pro hodnocení bezpečnosti a zdravotní nezávadnosti potravin je klíčové znát především dynamiku růstu patogenních bakterií a také znát závislost rychlosti růstu patogenních bakterií na skladovací teplotě. Z hlediska bezpečnosti je nutné mleté vepřové maso co nejdříve zpracovat a je zcela zásadní respektovat teplotu uchovávání mletého masa, a to max. 2 °C, jak ukládá Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu (Evropská unie, 2004). Naopak zcela nevhodné je uchovávat mleté vepřové maso při pokojové teplotě (24 °C), protože ani ne za 2 hodiny dochází k výraznému pomnožení STEC. A s rostoucí teplotou skladování roste i rychlost růstu těchto bakterií.

Literatura

- Aijuka, M. & Buys, E. M. 2019. Persistence of foodborne diarrheagenic *Escherichia coli* in the agricultural and food production environment: Implications for food safety and public health. *Food Microbiology*, vol. 82, pp. 363-370. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.03.018>
- Evropská unie. 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, s. 55–205.
- Haque, M., Wang, B., Mvuyekure, A. L. & Chaves, B. D. 2024. Validation of competition and dynamic models for Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) growth in raw

- ground pork during temperature abuse. *Food Microbiology*, vol. 117, pp. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2023.104400>
- Cha, W., Fratamico, P. M., Ruth, L. E., Bowman, A. S., Nolting, J. M., Manning, S. D. & Funk, J. A. 2018. Prevalence and characteristics of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in finishing pigs: Implications on public health. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 264, pp. 8-15. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.10.017>
- Kameník, J., Dušková, M. & Dorotíková, K. 2022. Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* (STEC) and Meat Part 1: Where did the STEC come from? *MASO INTERNATIONAL – Journal of Food Science and Technology*, vol. 12, pp. 1-8. <https://doi.org/10.2478/mjfst-2022-0007>
- Sajeena, T., A., M. & Kalyanikutty, S. 2024. Pathogenic Factors of Shiga Toxigenic *Escherichia coli*. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, vol. 18, no. 1, pp. 46-63. <https://doi.org/10.22207/JPAM.18.1.22>
- Stavropoulou, E. & Bezirtzoglou, E. 2019. Predictive Modeling of Microbial Behavior in Food. *Foods*, vol. 8, no. 12: 654. <https://doi.org/10.3390/foods8120654>
- Walker, L., Sun, S. & Thippareddi, H. 2023. Growth comparison and model validation for growth of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) in ground beef. *LWT*, vol. 182, pp. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114823>
- Zhang, H., Yamamoto, E., Murphy, J., Carrillo, C. & Locas, A. 2021. Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* (STEC) and STEC-Associated Virulence Genes in Raw Ground Pork in Canada. *Journal of Food Protection*, vol. 84, no. 11, pp. 1956-1964. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-147>

Poděkování

Tato práce byla finančně podpořena Interní grantovou agenturou VETUNI Brno, projekt 2024ITA21/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@vfu.cz

Stanovení vybraných biogenních aminů v rybách po kulinární úpravě *Determination of selected biogenic amines in fish after culinary treatment*

Šmoldas, J., Palátová Nežiková, B., Kilbergrová, M., Koblasová, D., Řehůrková, I., Ruprich, J.

Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého třída 2952/3a, 612 42 Brno

Souhrn

Studie je zaměřena na stručnou charakterizaci přítomnosti biogenních aminů ve vzorcích ryb zakoupených v tržní síti ČR. Celkem bylo analyzováno osm biogenních aminů ve 45 vzorcích ryb, které byly zakoupeny, s ohledem na sezónnost během zimy a léta 2024. Ryby byly bezprostředně po odběru kulinárně upraveny a zhomogenizovány. Následně byly vzorky extrahovány v kyselém prostředí, zderivatizovány a analyzovány pomocí kapalinové chromatografie s hmotnostní detekcí. Součet koncentrací osmi biogenních aminů se pohyboval v rozmezí od 6,04 do 121 mg/kg, přičemž nejvyšší podíl tvořil histamin, spermidin a spermin. U vzorků byl rovněž stanoven index kvality (QI) a index biogenních aminů (BAI), které indikují čerstvost ryb. Podle indexu kvality byly všechny vzorky v dobré nebo tolerovatelné kvalitě, zatímco podle indexu biogenních aminů bylo hodnoceno přibližně 64 % vzorků jako dobré nebo přijatelné. Dva vzorky byly klasifikovány jako zkažené. V žádném ze vzorků však nebyl překročen koncentrační limit, který je stanoven pouze pro histamin Nařízením komise (ES) č. 2073/2005.

Klíčová slova: *biogenní aminy, ryby, index kvality, index biogenních aminů*

Abstract

The study focuses on the brief characterization of the presence of biogenic amines in fish samples purchased from the market network in the Czech Republic. A total of eight biogenic amines were analysed in 45 fish samples, which were purchased with regard to seasonality during the winter and summer of 2024. The fish were immediately processed after sampling, homogenized, and then extracted in an acidic environment, derivatized, and analysed using liquid chromatography with mass detection. The sum of the concentrations of the eight biogenic amines ranged from 6.04 to 121 mg/kg, with histamine, spermidine, and spermine being the most prevalent. The quality index (QI) and biogenic amine index (BAI), which indicate fish freshness, were also determined for the samples. According to the quality index, all samples were of good or acceptable quality, while approximately 64% of the samples were rated as good or acceptable based on the biogenic amine index. Two samples were classified as spoiled. However, in none of the samples was the concentration limit, which is set only for histamine by Commission Regulation (EC) No. 2073/2005, exceeded.

Key words: *biogenic amines, fish, quality index, biogenic amine index*

Úvod

Ryby jsou nezastupitelnou součástí zdravé a vyvážené stravy. Jejich konzumace je již dlouhou dobu spojena se zdravotními benefity. Mezi nejvýznamnější látky v rybách patří omega-3 a omega-6 mastné kyseliny, vitamin D a prvky selen, jód, draslík. Všechny tyto látky jsou pro lidský organismus prospěšné a důležité pro jeho správné fungování. Ryby však také obsahují kontaminanty jako těžké kovy, perzistentní organické polutanty (např. polychlorované bifenylly) nebo biogenní aminy (Weichselbaum et al., 2013).

Biogenní aminy (BA) představují širokou skupinu organických sloučenin, které vznikají dekarboxylací aminokyselin nebo aminací aldehydů a ketonů. Nacházejí se přirozeně v různých potravinách, zejména v těch, které jsou bohaté na bílkoviny, jako jsou ryby, maso, sýry a některé fermentované produkty. Ve vysokých koncentracích však mohou být škodlivé. Mezi nejsledovanější biogenní aminy patří histamin, tyramin, spermin, spermidin a putrescin. Histamin, putrescin a tyramin způsobují nejzávažnější otravy, histamin může také při nadměrném příjmu vyvolat silné alergické reakce. Konkrétní projevy jsou pak, mimo jiné, závislé na přítomnosti dalších BA (Weichselbaum et. al., 2013).

Množství BA v potravinách závisí na několika faktorech: kvalitě suroviny, hygieně při zpracování, teplotě skladování a době trvanlivosti. Procesy jako fermentace, zrání nebo nesprávné skladování mohou vést k nárůstu jejich koncentrací. Proto je kontrola obsahu biogenních aminů důležitá, zejména u produktů, které mohou být konzumovány v syrovém nebo fermentovaném stavu nebo jsou náchylné ke kažení. BA jsou tepelně stabilní, takže při vaření nedochází k významným změnám v jejich koncentraci (Feddern et al., 2019). Z tohoto důvodu slouží BA v potravinářském průmyslu jako ukazatel čerstvosti a zdravotní nezávadnosti potravin (Visciano et al., 2020; Weichselbaum et al., 2013). Evropská legislativa stanovuje limity pro obsah histaminu v některých druzích ryb a produktech rybolovu, aby se předešlo zdravotním rizikům pro spotřebitele (Nařízení komise (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny).

Cílem naší práce bylo stručně charakterizovat přítomnost biogenních aminů ve vzorcích ryb, které jsou běžně dostupné v tržní síti České republiky, a případně vyhodnotit možné riziko konzumace pro spotřebitele. Za tímto účelem byl stanoven index kvality a index biogenních aminů. Získané hodnoty histaminu byly také porovnány s limitem daným výše uvedeným nařízením.

Materiál a metodika

Nákup ryb proběhl ve dvou obdobích, nejprve v zimě (leden – únor 2024) a následně v létě (červenec 2024). Celkem bylo nakoupeno 45 unikátních vzorků v tržní síti ČR. V zimním období bylo získáno 33 vzorků zastoupených 12 různými druhy ryb. V letním období pak bylo získáno 12 vzorků, konkrétně 5 různých druhů ryb. Některé druhy ryb se shodovaly v zimním a letním období (viz tabulka č. 1).

Pořízené vzorky ryb byly kulinárně upraveny (pečení v konvektomatu, odstranění nejedlých částí). Ihned po přípravě byly uloženy v hlubokomrazicím boxu při -80 °C a následující den byly analyzovány.

Jako cílové analyty byly vybrány následující biogenní aminy: kadaverin (CAD), histamin (HIS), fenyletylamin (PHE), putrescin (PUT), spermidin (SPD), spermin (SPE), tryptamin (TRY) a tyramin (TYR).

Vzorky byly extrahovány v kyselém prostředí kyseliny 5-sulfosalicylové pomocí ultrazvuku. Následně byla část supernatantu odebrána k derivatizaci roztokem benzoylchloridu v acetonitrilu. Analýza vzorků probíhala metodou LC-MS/MS. Hodnoty slepých vzorků (blanků) se pohybovaly pod mezí stanovitelnosti a nebyly tedy odečítány od reportovaných koncentrací. Reportované koncentrace rovněž nebyly korigovány na výtěžnost.

Tabulka 1: Charakteristika nakoupených ryb

Druh ryby	Počet vzorků	Původ ryby	Zimní období	Letní období
Tilápie nilská	3	Sladkovodní	x	
Kapr obecný	3	Sladkovodní	x	
Sumeček africký	3	Sladkovodní	x	
Pstruh duhový	3	Sladkovodní	x	
Tuňák žlutoploutvý	3	Mořská	x	
Vlk mořský	6	Mořská	x	x
Pražma královská	3	Mořská	x	
Štikozubec	3	Mořská	x	
Platýs velký	3	Mořská	x	x
Halibut tmavý	3	Mořská	x	x
Losos obecný	3	Mořská	x	
Makrela obecná	6	Mořská	x	x
Losos divoký	3	Mořská		x

Pro vzorky ryb byl vypočítán index kvality (quality index, QI; Mietz and Karmas, 1978) dosazením koncentrací daných BA dle následující rovnice:

$$QI = \frac{(cHIS + cPUT + cCAD)}{(1 + cSPD + cSPE)}$$

Koncentrace jednotlivých BA jsou uváděné v mg/kg. Rovnice byla sestavena na základě pozorování, kdy během kažení ryb dochází k nárůstu koncentrací HIS, PUT a CAD a poklesu koncentrací SPD a SPE. V případě, že je QI menší než 1, je vzorek v dobré kvalitě, mezi 1 a 10 v tolerované kvalitě a nad 10 v rozkladu. Tyto hranice byly stanoveny na základně organoleptického vyhodnocení vzorků.

Veciana et. al., 1997 ve své práci navrhl další index, tzv. index biogenních aminů (biogenic amine index, BAI):

$$BAI = cHIS + cPUT + cCAD + cTYR$$

Koncentrace jednotlivých biogenních aminů jsou uváděné v mg/kg. Ve své práci pozoroval, že některé vzorky obsahovaly vysoké koncentrace HIS (> 100 mg/kg) a přesto byly označené dle QI za přijatelné. S ohledem na další studie byla do vzorce přidána navíc koncentrace TYR. Na základě organoleptického sledování pak určil hranice následovně: v případě, že BAI je <5 mg/kg, je vzorek v dobré kvalitě, mezi 5 a 20 mg/kg v přijatelné kvalitě se znaky počátečního rozkladu, mezi 20 a 50 mg/kg v nízké kvalitě a v případě BAI vyššího než 50 mg/kg je vzorek zkažený.

Výsledky a diskuze

Suma 8 biogenních aminů se pohybovala v intervalu od 26,9 do 98,3 mg/kg pro ryby sladkovodní a od 6,04 do 121 mg/kg pro ryby mořské. Tyto výsledky odpovídají dalším studiím, ať už pro syrové ryby (Honglei et al., 2012; Park et al., 2010) nebo pro ryby kulinárně upravené (Kim et al., 2021). Námi zjištěné koncentrace byly porovnány i s českou studií (Buňka et al., 2013). V dané studii odebírali vzorky syrových ryb v restauracích a sushi barech v České republice. Ve více než třech čtvrtinách vzorků byla naměřená koncentrace sumy 8 biogenních aminů nižší než 100 mg/kg, což odpovídá

našim výsledkům. Tyto hodnoty by také neměly představovat riziko pro spotřebitele. Osm procent vzorků obsahovalo vysoké koncentrace biogenních aminů (> 200 mg/kg), což mohlo být způsobeno špatným skladováním přímo v restauraci.

Naše naměřené výsledky dále ukazují, že rozdíly v koncentracích nezávisí na původu ryby, ale na konkrétním vzorku ryby. Pro námi zjištěné hodnoty nebyla pozorována žádná korelace mezi zjištěnými koncentracemi a obsahem tuků a bílkovin. Mezi koncentracemi jednotlivých biogenních aminů nebyla zjištěna korelace s výjimkou histaminu a spermidinu. Mezi těmito sloučeninami byla pozorována velmi silná korelace ($R = 0,96$). Ve vysokých koncentracích může spermidin zpomalovat degradaci histaminu, ale námi zjištěné koncentrace jsou pro tento proces zanedbatelné (Sánchez-Pérez et al., 2022).

Koncentrace tryptaminu ve vzorcích byla naměřena nad mezí stanovitelnosti pouze v jednom případě (makrela obecná). Mezi další biogenní aminy, u kterých byla koncentrace naměřena nad mezí stanovitelnosti sporadicky, patří fenyletylamin (tři případy) a tyramin (sedm případů). Je však nutné vzít v úvahu, že tyramin v jednom případě (losos divoký) dosáhl téměř 20 % z celkové koncentrace naměřené v tomto vzorku.

Mezi biogenní aminy, které byly nad mezí stanovitelnosti obecně ve všech vzorcích, patří histamin, spermidin a spermin. Tyto tři biogenní aminy se zároveň podílely procentuálně nejvíce na celkové koncentraci ve vzorcích. Podíl histaminu se pohyboval od 7,8 % do 40,4 % (průměr 24,6 %), podíl spermidinu od 8,8 % do 45,2 % (průměr 25,7 %) a podíl sperminu od 6,9 % do 80,3 % (průměr 37,0 %). Mezi složením opět nebyly pozorovány statisticky signifikantní rozdíly mezi mořskými a sladkovodními rybami.

V případě použití indexu kvality bylo v dobré kvalitě ($QI < 1$) 41 vzorků (~ 90 %). Ve zbylých 4 vzorcích byl QI nižší než 10 a vzorky by tedy měly být v tolerované kvalitě. V případě použití indexu biogenních aminů byly v dobré kvalitě 3 vzorky ($BAI < 5$ mg/kg) a 29 vzorků bylo v přijatelné kvalitě ($5 < BAI < 20$ mg/kg), což v součtu činí ~ 64 % vzorků. Dva vzorky však byly dle tohoto indexu označeny za zkažené – jeden vzorek makrely obecné ($BAI = 95$ mg/kg) a jeden vzorek platýse velkého ($BAI = 89$ mg/kg). Jedná se o stejné vzorky, které měly zvýšený i QI . V těchto vzorcích byla pozorována především zvýšená koncentrace CAD. Mezi indexy pak byla zjištěna velmi silná korelace ($R = 0,92$). Přibližně třetina vzorků se liší v interpretaci čerstvosti dle jednotlivých indexů. Je však nutné vzít v potaz, že tyto indexy slouží pouze jako dílčí indikátory čerstvosti. Dle indexů samotných nelze s určitostí stanovit, že je daný vzorek závadný.

Limity histaminu dle Nařízení komise (ES) č. 2073/2005 jsou stanovené pro průměrné a maximální koncentrace v odebraných vzorcích. Průměrná hladina histaminu musí být nižší než 100 mg/kg a žádný vzorek nesmí přesáhnout koncentraci 200 mg/kg. Nejvyšší koncentrace naměřená v našich vzorcích byla 30,2 mg/kg, průměrná hladina pak 10,3 mg/kg. Koncentrace histaminu byly stanoveny v kulinárně upravených rybách, ale i po přepočtu do syrového stavu nepřesahují dané limity.

Závěr

Z naměřených výsledků vyplývá, že obsah biogenních aminů v rybách v české tržní síti není vysoký. Z tohoto hlediska by tak konzumace ryb měla být bezpečná. Koncentrace biogenních aminů však nejvíce ovlivňuje individuální zacházení s daným vzorkem a při pochybení v dodavatelském řetězci může dojít k ohrožení spotřebitele.

Literatura

- Buňka, F., Budinský, P., Zimáková, B., Merhaut, M., Flasarová, R., Pachlová, V., Kubáň, V., Buňková, L. 2013. Biogenic amines occurrence in fish meat sampled from restaurants in region of Czech Republic. *Food Control*. vol. 31. p. 49–52. doi:10.1016/j.foodcont.2012.09.044
- Durak-Dados, A., Michalski, M., & Osek, J. 2020. Histamine and other biogenic amines in food. *Journal of veterinary research*, vol. 64, no. 2, p. 281-288. doi: 10.2478/jvetres-2020-0029
- Feddern, V., Mazzuco, H., Fonseca, F. N., De Lima, G. J. M. M. 2019. A review on biogenic amines in food and feed: Toxicological aspects, impact on health and control measures. *Animal Production Science*, vol. 59, no. 4, p. 608-618. doi:10.1071/AN18076
- Honglei, Z., Yang, X.Q., Li, L., Xia, G., Cen, J., Huang, H., & Hao, S.X. 2012. Biogenic amines in commercial fish and fish products sold in southern China. *Food Control*, vol. 25, p. 303-308. doi:10.1016/J.FOODCONT.2011.10.057
- Kim, Y.-S., Kim, Y., Park, H., Park, J., Lee, K.-G. 2021. Effects of Various Pre-Treatment and Cooking on the Levels of Biogenic Amines in Korean and Norwegian Mackerel. *Foods*, vol. 10, p. 2190. doi: 10.3390/foods10092190
- Mietz, J. L., Karmas, E. 1978. Polyamine and Histamine Content of Rockfish, Salmon, Lobster, and Shrimp as an Indicator of Decomposition. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, vol. 61, no. 1, p. 139–145. doi: 10.1093/jaoac/61.1.139
- Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny ve znění pozdějších předpisů. Dostupné na <http://data.europa.eu/eli/reg/2005/2073/2020-03-08>
- Park, J., Lee, Ch., Kwon, E., Lee, H., Kim, J., Kim, So H. 2010. Monitoring the contents of biogenic amines in fish and fish products consumed in Korea. *Food Control*. vol. 21. p. 1219-1226. doi:10.1016/j.foodcont.2010.02.001.
- Sánchez-Pérez, S., Comas-Basté, O., Costa-Catala, J., Iduriaga-Platero, I., Veciana-Nogués, MT., Vidal-Carou, MC., Latorre-Moratalla, ML. 2022. The Rate of Histamine Degradation by Diamine Oxidase Is Compromised by Other Biogenic Amines. *Front. Nutr.* 9:897028. doi: 10.3389/fnut.2022.897028
- 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, p. 2036–2041. doi:10.1021/jf9609111
- Visciano P., Schirone M., Paparella A. 2020. An Overview of Histamine and Other Biogenic Amines in Fish and Fish Products. *Foods*. vol. 9, no. 12, p. 1795. doi:10.3390/foods9121795
- Weichselbaum, E., Coe, S., Buttriss, J., Stanner, S. 2013. Fish in the diet. *Nutrition Bulletin*, vol. 38, p. 128-177. doi:10.1111/nbu.12021

Poděkování

Autoři by rádi poděkovali laboratoři preanalytické přípravy vzorků, která zajistila nákup a kulinární zpracování vzorků.

Tato práce byla podpořena MZ ČR – RVO (Státní zdravotní ústav – SZÚ, 75010330).

Kontaktní adresa

Mgr. Jan Šmoldas, Centrum zdraví, výživy a potravin, Státní zdravotní ústav, Palackého třída 2952/3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: jan.smoldas@szu.cz

Vplyv počtu somatických buniek v mlieku kôz na množstvo a zloženie mlieka

Effect of somatic cell count in milk of goats on milk yield and its composition

Tančin, V.^{1,2}, Gancárová, B.², Oravcová, M.¹, Uhrinčat', M.¹, Mačuhová, L.¹, Tvarožková, K.²

¹NPPC - Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra,
²Slovenská poľnohospodárska univerzita, FAPZ, Nitra,

Súhrn

Počet somatických buniek (PSB) v mlieku indikuje zdravotný stav vemena pričom v chovoch kôz je používanie PSB stále diskutované. Cieľom práce bolo na vybraných podnikoch monitorovať PSB v mlieku kôz ako aj zistiť možný vzťah PSB k množstvu a zloženiu mlieka. Do hodnotenia bolo zaradených 18 podnikov s rôznym počtom kôz v kontrole úžitkovosti troch plemien – biela koza krátkosrstá (585 údajov), anglonúbijská (630 údajov) a alpínska koza (321 údajov). Celkovo bolo hodnotených 1536 vzoriek mlieka, pri ktorých boli údaje o množstve nadojeného mlieka za deň, zložky mlieka (tuk, bielkoviny, laktóza) a PSB. Hodnotili sa roky 2021-2023. Na základe PSB boli kozy rozdelené do štyroch skupín: do $0,5 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$; $0,5-1 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$; $1-2 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$; nad $2 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$. V prvej skupine PSB sa nachádzalo len 23,43 % vzoriek mlieka, v druhej 18,88 %, tretej 26,82 %, a vo štvrtnej až 30,85 %. Preukazne najvyššiu úžitkovosť mali kozy v prvej skupine porovnaní s úžitkovosťou kôz v ostatných skupinách. Potvrdil sa aj negatívny vplyv zvýšeného PSB na zloženie mlieka (nárast bielkovín a tuku a pokles laktózy). Záverom konštatujeme, že pravidelné sledovanie a vyhodnocovanie PSB je dôležitým chovateľským opatrením pre zabezpečenie efektívnej produkcie kozieho mlieka.

Kľúčové slová: kozy, mlieko, zloženie, somatické bunky

Abstract

The number of somatic cells (SCC) in milk indicates udder health and the use of SCC in goat farms is still under discussion. The aim of the study was to monitor SCC in goat milk on selected farms and to investigate the possible relationship of SCC with milk quantity and composition. 18 farms with different numbers of goats in the performance control of three breeds - white shorthorn goat (585 data), Anglo-Nubian (630 data) and Alpine goat (321 data) - were included in the evaluation. A total of 1536 milk samples were evaluated with data on milk yield per day, milk components (fat, protein, lactose) and SCC. The years 2021-2023 were evaluated. Based on SCC, goats were divided into four groups: up to $0.5 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$; $0.5-1 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$; $1-2 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$; above $2 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$. Only 23.43% of the milk samples were in the first SCC group, 18.88% in the second, 26.82% in the third and up to 30.85% in the fourth group, respectively. The goats in the first group showed the highest performance compared to the performance of the goats in the other groups. The negative effect of increased SCC on milk composition (increase in protein and fat and decrease in lactose) was also confirmed. In conclusion, regular monitoring and evaluation of SCC is an important husbandry measure to ensure efficient goat milk production.

Key words: goats, milk, composition, somatic cells

Úvod

V súčasnom období sa chovu oviec a kôz venuje značná pozornosť v mnohých krajinách. Predovšetkým je tu záujem o produkciu mlieka pre jeho spracovanie na mliečne výrobky. Takéto zameranie chovu má aj významný ekonomický prínos pre chovateľov a spracovateľov mlieka. Špecifická textúra a chuť ovčieho a kozieho mlieka, ako aj ich nutričné a funkčné vlastnosti urobili z neho cennú a zdravšiu alternatívu kravského mlieka. Aj v chovateľských podmienkach Slovenska zaznamenávame v posledných rokoch pozitívny trend zvyšovania stavov dojných kôz.

Vemeno dojných zvierat je v procese ich chovu a dojenja vystavené pôsobeniu prostredia v ustajňovacích objektoch, ale predovšetkým vplyvu dojacej techniky ako z hľadiska technického, funkčného tak aj správne zvolenej organizácie práce pri dojení. Nevhodné používanie dojacieho zariadenia ako aj jeho technický či hygienický stav predstavuje vysoké riziko vzniku ochorenia vemena na mastitídu (Tvarožková et al., 2019). Mastitída je jedným z najdôležitejších ochorení vemena vyskytujúcimi sa v chovoch dojných zvierat. Zdravie mliečnej žľazy je kritickým aspektom pre farmy produkujúce mlieko a je vo vzťahu k produkcii mlieka, jeho kvalite a potravinovej bezpečnosti (Akter et al., 2020). Mastitída priamo súvisí so zvýšením počtu somatických buniek v mlieku (PSB), pričom pri uvedenom ochorení sa zvyšuje najmä počet bielych krviniek (leukocytov) ako prirodzenej odozvy imunitného systému na prítomnosť mikroorganizmov v mliečnej žľaze. Vyšší PSB v mlieku kôz oproti dojniciam do určitej miery ovplyvňuje vypovedaciu hodnotu PSB pri diagnostike subklinických mastitíd vemena kôz (Tvarožková et al., 2019, 2023).

Vyšší priemerný PSB ($1537 \times 10^3 \text{ ml}^{-1}$) v kozom mlieku s patogénom oproti kozíemu mlieku bez patogénu ($861 \times 10^3 \text{ ml}^{-1}$) uvádza aj Borková et al. (2020), ktorá vo svojom výskume zistila štatisticky preukazne nižšiu hodnotu log PSB v mlieku bez patogénov v porovnaní s mliekom s patogénmi. Rovnako aj Rupp et al. (2019) vo svojom výskume potvrdzujú, že vyšší priemerný PSB ($1542 \times 10^3 \text{ ml}^{-1}$) zistili v mlieku línie kôz s vysokým skóre somatických buniek a tento nárast bol spojený s vyššou frekvenciou bakteriologicky pozitívnych vzoriek (49 %) oproti línii kôz s nízkym skóre PSB ($855 \times 10^3 \text{ ml}^{-1}$). Napriek mnohým environmentálnym faktorom zvyšujúcim PSB v kozom mlieku môže sledovanie PSB predstavovať cenný nástroj pre posúdenie prevalencie mastitíd vemena aj v chovoch kôz (Rupp et al., 2019). Je potrebné však zdôrazniť, že aj keď bol publikovaný určitý vzťah medzi PSB a výskytom patogénov v mlieku, je naďalej interpretácia vysokého PSB v kozom mlieku oproti dojniciam a bahniciam náročnejšia a nie tak jednoznačná.

Z tohto dôvodu bolo cieľom práce na vybraných podnikoch v praktických podmienkach monitorovať PSB v mlieku kôz počas celej laktácie ako aj zistiť možný vzťah PSB k množstvu a zloženiu mlieka.

Materiál a metodika

Do hodnotenia bolo zaradených 18 podnikov s rôznym počtom kôz v kontrole úžitkovosti (KÚ) troch plemien – biela koza krátkosrstá (585 údajov), anglonúbijská (630 údajov) a alpínska koza (321 údajov). Celkovo bolo hodnotených 1536 vzoriek mlieka, pri ktorých boli údaje o množstve nadojeného mlieka za deň, zložky mlieka (tuk, bielkoviny, laktóza) a počet somatických buniek (PSB). Hodnotili sa roky 2021-2023. V roku 2021 bolo získaných 366 vzoriek, v 2022 bolo 563 vzoriek a v roku 2023 bolo 607 vzoriek.

Počet somatických buniek sa stanovoval na prístroji Somacount 150 a základný rozbor na prístroji Fosomatic. Na základe PSB boli kozy rozdelené do štyroch skupín: do

0,5 x 10⁶ ml⁻¹; 0,5-1 x 10⁶ ml⁻¹; 1-2 x 10⁶ ml⁻¹; nad 2 x 10⁶ ml⁻¹. Hodnotenie vplyvu PSB (faktor trieda), rok, štádium laktácie a plemeno sme uskutočnili v programe SAS. V uvedenej práci uvádzame len výsledky vplyvu PSB na hodnotené údaje. Údaje sú uvádzané ako LSmeans (priemer najmenších štvorcov) ± std error (chyba).

Výsledky a diskusia

Priemerná úžitkovosť kôz bola 3,22 ± 1,22 kg, PSB 2278 ± 3553 x 10³ buniek ml⁻¹, tuku 3,92 ± 1,41 %, bielkovín 3,33 ± 0,69 %, laktózy 4,33 ± 0,73 %. Pričom medián uvádzaných ukazovateľov bol v poradí: 3,12 kg, 1230 x 10³ buniek ml⁻¹, 3,75 %, 3,17 %, 4,28 %. Pri hodnotení zdravotného stavu vemena sú získané údaje v súlade s údajmi iných autorov (Rupp et al., 2019) a jednoznačne poukazujúcich na vysoký PSB v kozom mlieku hoci štúdie zo Nórska uvádzajú výrazne nižšie hodnoty PSB v mlieku kôz (Smistad et al., 2021). Z hľadiska distribúcie vzoriek mlieka v jednotlivých triedach PSB v prvej skupine PSB sa nachádzalo len 23,43 % vzoriek mlieka, v druhej 18,88 %, tretej 26,82 % a v poslednej štvrti až 30,85 % čo poukazuje na pomerne vysoké percento kôz s PSB nad milión v ml mlieka (57,67 %).

Tabuľka 1: Vplyv počtu somatických buniek na nádoj a zložky mlieka.

Ukazovateľ	Počet somatických buniek, skupina, x 10 ⁶ PSB.ml ⁻¹							
	do 0,5		0,5 – 1,0		1,0 - 2,0		nad 2	
	LSmeans	Sd. Error	LSmeans	Sd. Error	LSmeans	Sd. Error	LSmeans	Sd. Error
mlieko, kg	3,54 ^a	0,06	3,36 ^{ab}	0,07	3,21 ^b	0,06	3,17 ^b	0,06
tuk, %	3,54 ^a	0,07	3,84 ^b	0,08	3,95 ^b	0,07	4,42 ^c	0,11
bielkoviny, %	3,13 ^a	0,03	3,18 ^a	0,03	3,31 ^b	0,03	3,51 ^c	0,04
laktóza, %	4,48 ^a	0,02	4,43 ^a	0,02	4,33 ^b	0,02	4,19 ^c	0,02

a,b,c – priemery s nerovnakými písmenami sú štatisticky preukazné na P ≤ 0,05

Ako sme už uviedli, v súčasnosti sa PSB v mlieku jednotlivých kôz pri KÚ stanovuje len veľmi zriedkavo. Avšak význam stanovovania PSB v mlieku je dôležitý pri udržaní vysokej produkcie mlieka. Vplyv PSB na množstvo a zloženie mlieka je uvedený v tabuľke 1. Preukazne najvyššiu úžitkovosť mali kozy v prvej skupine porovnaní s úžitkovosťou kôz v ostatných skupinách. Negatívny vplyv zvýšeného PSB na produkciu a zloženie mlieka bahníc Tančin et al. (2017). Percento laktózy sa postupne zvyšovalo od prvej až po poslednú PSB skupinu (P < 0,0001), čo uvádza v svojej práci aj Bagnicka et al. (2011). Významný bol vplyv PSB na obsah tuku a bielkovín v mlieku, kde sme pozorovali preukazný nárast s narastajúcim PSB podobne ako sme zistili pri dojniciach a bahniciach (Tančin et al., 2019; Uhrinčať et al., 2017). Vnútrovemenná infekcia má negatívny vplyv na množstvo mlieka a jeho kvalitu (Tančin et al., 2017), pričom negatívne tiež ovplyvňuje obsah bielkovín, laktózy a tuku (Tvarožková et al., 2023) čo je v súlade s našimi výsledkami získanými z údajov v podmienkach praxe (Tabuľka 1).

Záver

V podmienkach praxe sme zistili vysoké percento kôz s PSB nad milión v ml⁻¹ čo poukazuje stále na problém v chove dojných kôz pri využívaní PSB v mlieku na diagnostiku subklinických mastitíd. Ďalším dôležitým záverom práce je zdokumentovaný negatívny vplyv vysokého PSB na množstvo a zloženie mlieka. Aj napriek otvorenej otázke využívania PSB v kozom mlieku pri diagnostike mastitíd je pravidelné sledovanie

a vyhodnocovanie PSB dôležitým chovateľským opatrením pre zabezpečenie efektívnej produkcie mlieka.

Literatúra

Akter, S., Rahman, Md. M., Sayeed, Md. A., Islam, Md. N., Hossain, D., Hoque, Md. A., Koop, G. 2020. Prevalence, aetiology and risk factors of subclinical mastitis in goats in Bangladesh. *Small Ruminant Research* vol. 184, pp. 106046.

Bagnicka, E., Winnicka, A., Jozwik, A., Rzewuska, M., Strzałkowska, N., Kosciuczuk, E., Prusak, B., Kaba, J., Horbanczuk, J., Krzyzewski, J. 2011. Relationship between somatic cell count and bacterial pathogens in goat milk. *Small Ruminant Research*, 100, 2011, 72-77.

Borková, M., Seydlová, R., Dragounová, H., Švejcarová, M., Elich, O. 2020. Vliv hygieny mléčné žlázy na kvalitu syrového kozího mléka. *Náš chov*, roč. 80, č. 10, s. 73-75. ISSN: 0027-8068.

Rupp, R., Huau, C., Caillat, H., Fassier, T., Bouvier, F., Pampouille, E., Clément, V., Palhière, I., Larroque, H., Tosser Klopp, G., Jacquiet, P., Rainard, P. 2019. Divergent selection on milk somatic cell count in goats improves udder health and milk quality with no effect on nematode resistance. *Journal of Dairy Science*, vol. 102, no. 6, pp. 5242-5253.

Smistad, M., Sølverød, L., Inglinstad, R. A., Østerås, O. 2021. Distribution of somatic cell count and udder pathogens in Norwegian dairy goats. *Journal of Dairy Science*, vol. 104, pp. 11878-11888.

Tančin, V., Baranovič, Š., Uhrinčať, M., Mačuhová, L., Vršková, M., Oravcová, M. 2017. Somatic cell counts in raw ewes milk in dairy practice: frequency of distribution and possible effect on milk yield and composition. *Mljekarstvo*, vol. 67, No. 4, pp. 253-260

Tvarožková, K., Tančin, V., Holko, I., Uhrinčať, M., Mačuhová, L. 2019. Mastitis in ewes: somatic cell counts, pathogens and antibiotic resistance. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 9, no. 3., pp. 661-670.

Tvarožková, K., Tančin, V., Uhrinčať, M., Oravcová, M., Hleba, L., Gancárová, B., Mačuhová, L., Ptáček, M., Marnet, P.-G. 2023. Pathogens in milk of goats and their relationship with somatic cell counts. *Journal of Dairy Research*, vol. 90, pp. 173-177, Uhrinčať, M., Tančin, V., Mačuhová, L., Vršková. Individuálny počet somatických buniek a kvalita mlieka oviec plemena cigája chovaných na Slovensku v podmienkach praxe. Zborník: Hygiena a technológie potravín XLVII. Lenfeldovy a Höklovky dny, 2017, pp. 234-237, ISBN: 978-80-7305-793-0

PodĎakovanie

Práca podporená riešením projektov Vega 1/0597/22 a APVV-21-0134

Kontaktná adresa

Vladimír Tančin, prof. Ing., DrSc., SPU – FAPZ Ústav chovu zvierat, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, NPPC-Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 95141 Lužianky, vladimir.tancin@uniag.sk

Vplyv teploty a koncentrácie NaCl na rast laktokokov izolovaných zo surového kozieho mlieka

Effect of temperature and NaCl concentration on the growth of lactococci isolated from raw goat's milk

Tomáška, M., Drončovský, M., Kološta, M.

Výskumný ústav mliekárenský

Souhrn

Tri kmene *Lactococcus lactis* MK 2/2, 2/7 a 2/8 (izolované zo surového kozieho mlieka) a jeden kmeň VÚM-23/1 (izolovaný z ovčieho hrudkového syra) boli testované v M-17 tekutých médiách na rast pri rôznych teplotách s prídavkom, resp. bez prídavku NaCl. Kmene rástli optimálne pri teplotách 30 °C a 37 °C, pričom ich rast bol významne inhibovaný v prítomnosti 5% NaCl.

Kľúčové slova: *Surové kozie mlieko, laktokoky, rast, teplota, NaCl*

Abstract

Three strains of *Lactococcus lactis* MK 2/2, 2/7 and 2/8 (isolated from raw goat's milk) and one strain VÚM-23/1 (isolated from sheep lump cheese) were tested in M-17 liquid media for growth at different temperatures with addition, or without the addition of NaCl. The strains grew optimally at temperatures of 30°C and 37°C, while their growth was significantly inhibited in the presence of 5% NaCl.

Key words: *Raw goat milk, lactococci, growth, temperature, NaCl*

Úvod

Rod *Lactococcus lactis* patrí medzi typické kyslomliečne baktérie (KMB), ktoré sa nachádzajú v surovom mlieku a využívajú sa v mliekarenskej technológii ako súčasť štartovacích kultúr pri výrobe syrov a kyslomliečnych nápojov (Rasovic Bojanic et al., 2017). Okrem základnej kysacej schopnosti môžu produkovať aj iné cenné látky, ako napríklad bakteriocíny (Souza et al., 2017).

Prezentovaná práca nadväzuje na výskum v oblasti izolácie a charakterizácie autochtónnych KMB zo surového kozieho mlieka s cieľom ich perspektívneho použitia ako štartovacie, resp. doplnkové kultúry.

Materiál a metódy

Kmene *Lactococcus lactis* MK 2/2, MK 2/7 a MK 2/8 boli izolované zo surového kozieho mlieka od producenta Ing. Milan Matušek, Horný Hričov.

Kmeň VUM-23/1 bol izolovaný zo zmesnej kultúry VUM-23, ktorá pochádza z ovčieho hrudkového syra vyrobeného zo surového ovčieho mlieka v salašníckych podmienkach a ktorá bola identifikovaná ako zmes rôznych variet druhu *Lactococcus lactis*.

Kmene boli kultivované v tekutom médiu M-17 (Merck, Darmstadt, Nemecko) pri zvolených teplotách 20 °C, 30 °C a 37 °C bez prídavku NaCl, resp. pri teplote 30 °C bez prídavku a s prídavkom 1,0 %, 2,5 % a 5,0 % NaCl.

Pri experimentoch boli testovacie média naočkované vždy 1% nočnej kultúry (18 h kultivácia). Rast bol sledovaný meraním optickej denzity (OD) pri vlnovej dĺžke 600 nm na turbidimetri Iris (Hanna Instruments, Praha, Česká republika). OD bola meraná oproti destilovanej vode.

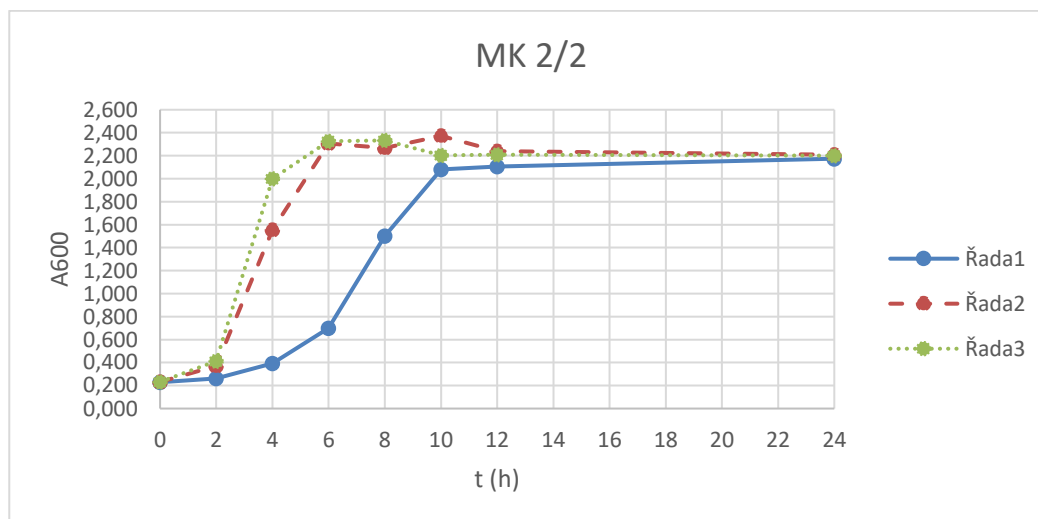
Výsledky a diskusia

V práci bol testovaný vplyv teploty a koncentrácie NaCl na rast vyššie uvedených kmeňov KMB. Oba tieto premenné faktory sú dôležité z technologického hľadiska pre posúdenie rýchlosti rastu a prekysávania pri výrobe kyslomliečnych nápojov, či syrov.

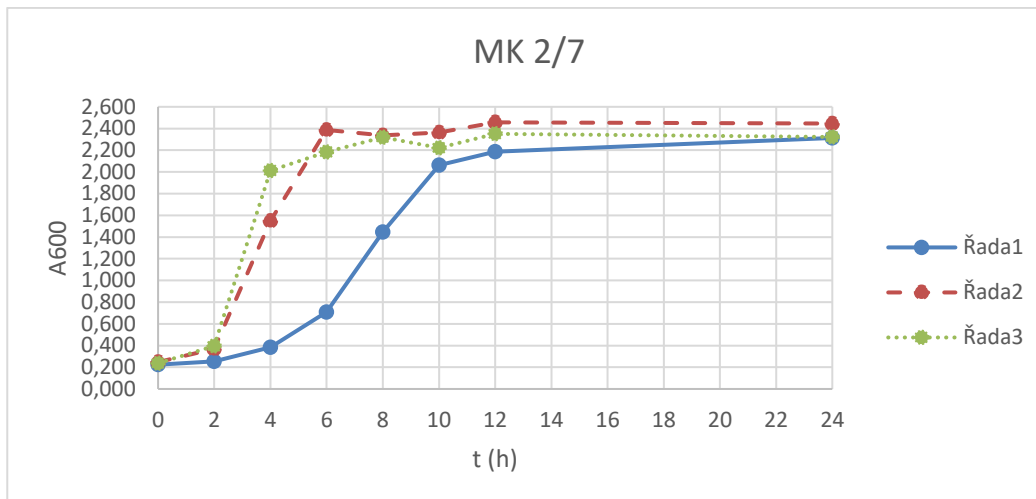
Na obr. 1 až 4 je zobrazený rast jednotlivých kmeňov KMB v tekutom M-17 médiu v závislosti od teploty. U všetkých kmeňov sa preukázalo, že najpomalšie rástli pri teplote 20 °C. Ale aj pri tejto teplote dosahovali po 24 hodinovej kultivácii rovnakú koncentráciu buniek, ako pri teplotách 30 °C a 37 °C, s výnimkou kmeňa 2/8. Tento kmeň vykazoval pri všetkých testovaných teplotách odlišné rastové krivky ako ostatné kmene. Tie rástli s minimálnymi rozdielmi optimálne pri teplotách 30 °C a 37 °C, bez ohľadu či boli izolované z kozieho alebo ovčieho mlieka. Kmeň 2/8 rástol viditeľne najlepšie pri teplote 30 °C, pričom rastová krivka mala zaujímavý priebeh aj v tom, že OD rástla aj po 10 hodinách, čo pri iných kmeňoch nebolo tak výrazné. Teplota 30 °C je považovaná za optimálnu, pre rast laktokokov, pričom tieto rastú dobre aj pri teplote 37 °C (Rasovic Bojanic et al., 2017; Souza et al., 2017).

V tab. 1 je zobrazený nárast OD pri kultivácii 4 testovaných kmeňov KMB na M-17 tekutom médiu s variabilným prídavkom NaCl. Z tabuľky je zrejmé, že prídavok 1% NaCl inhiboval rast všetkých kmeňov minimálne. Výraznejšia inhibícia sa prejavila až pri 2,5% prídavku a najvyššia pri prídavku 5%. Kým pri kmeňoch MK 2/2 a 2/7 sa aj pri najvyššom prídavku NaCl dosiahla po 24 hodinách kultivácie približne rovnaká OD ako pri nižších prídavkoch, pri kmeni VÚM-23/1 bola nižšia a pri kmeni MK 2/8 najnižšia. Posledný menovaný kmeň mal podobné rastové charakteristiky ako pri sledovaní vplyvu teploty na rast, t.j. výraznejší nárast OD aj po 10 hodinách kultivácie.

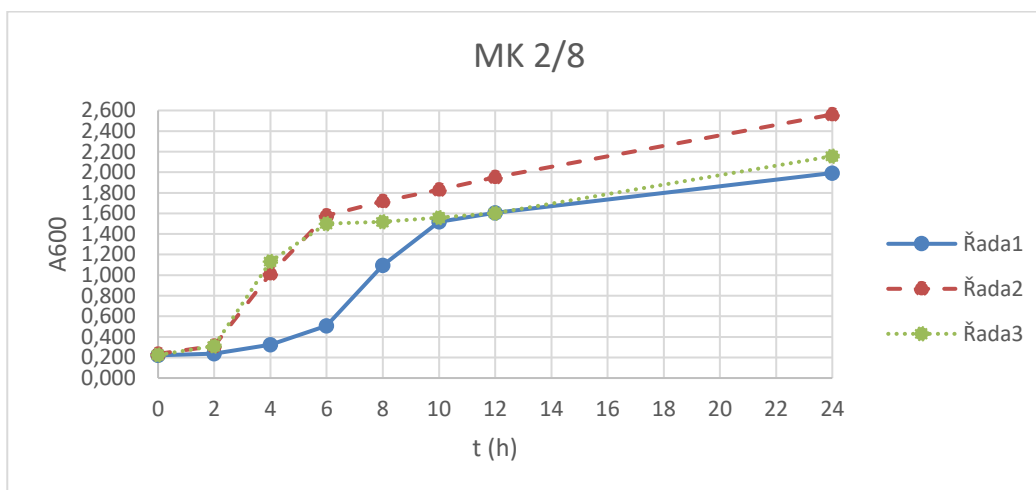
Ndiaye et. al. (2024) sledovali vplyv prídavku NaCl a KCl na vybrané KMB, pričom zistili, že prídavok 5% NaCl inhiboval výrazne ich rast, kým KCl v menšej miere. U niektorých kmeňov *Lactococcus lactis* dokonca pôsobil stimulačne.



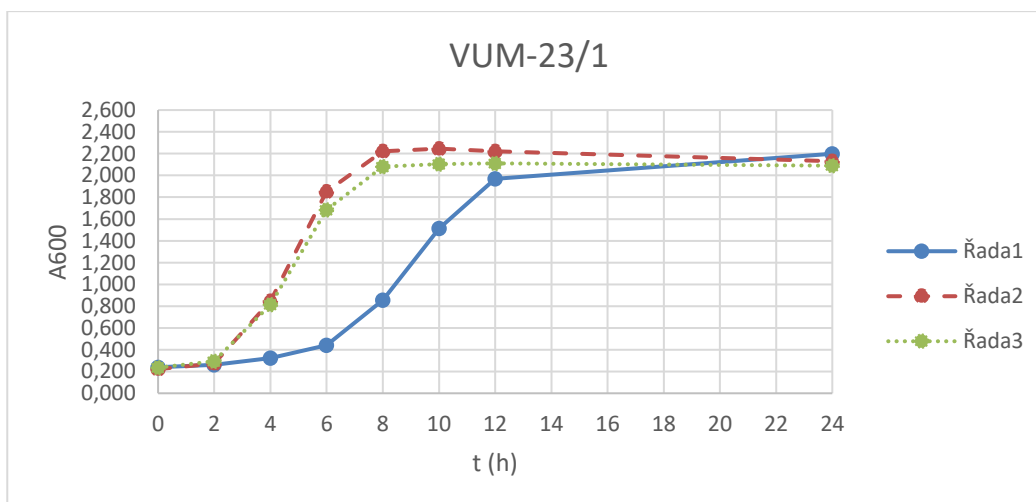
Obrázok 1: Rast kmeňa *Lactococcus lactis* MK 2/2 v tekutom médiu M-17 pri teplotách 20 °C (řada 1), 30°C (řada 2) a 37°C (řada 3)



Obrázok 2: Rast kmeňa *Lactococcus lactis* MK 2/7 v tekutom médiu M-17 pri teplotách 20 °C (řada 1), 30°C (řada 2) a 37°C (řada 3)



Obrázok 3: Rast kmeňa *Lactococcus lactis* MK 2/8 v tekutom médiu M-17 pri teplotách 20 °C (řada 1), 30°C (řada 2) a 37°C (řada 3)



Obrázok 4: Rast kmeňa VUM-23/1 v tekutom médiu M-17 pri teplotách 20 °C (řada 1), 30°C (řada 2) a 37°C (řada 3)

Tabuľka 1: Rast kmeňov *Lactococcus lactis* MK 2/2, MK 2/7 a MK 2/8 a kmeňa VÚM-23/1 v tekutom M-17 médiu pri teplote 30 °C s rôznym prídavkom NaCl

	Kmeň	NaCl (%)					Kmeň	NaCl (%)			
	MK2/2	0,0	1,0	2,5	5,0		MK2/7	0,0	1,0	2,5	5,0
t(h)	0	0,217	0,227	0,229	0,231	t(h)	0	0,222	0,240	0,264	0,228
	2	0,474	0,394	0,319	0,229		2	0,606	0,501	0,538	0,238
	4	1,768	1,414	0,808	0,247		4	1,910	1,569	1,428	0,281
	6	2,309	2,083	1,885	0,330		6	2,277	2,229	2,237	0,404
	8	2,359	2,047	2,131	0,527		8	2,342	2,297	2,240	0,732
	10	2,243	2,167	2,106	0,997		10	2,329	2,183	2,145	1,324
	12	2,358	2,153	2,184	1,476		12	2,201	2,253	2,200	1,787
	24	2,313	2,319	2,129	1,949		24	2,400	2,301	2,243	1,947
	Kmeň	NaCl (%)					Kmeň	NaCl (%)			
	VUM-23/	0,0	1,0	2,5	5,0		MK2/8	0,0	1,0	2,5	5,0
t(h)	0	0,225	0,229	0,239	0,231	t(h)	0	0,221	0,213	0,236	0,238
	2	0,349	0,303	0,274	0,256		2	0,368	0,324	0,285	0,236
	4	1,204	0,919	0,478	0,234		4	1,228	0,933	0,436	0,208
	6	2,145	2,015	1,166	0,251		6	1,621	1,472	1,125	0,223
	8	2,232	2,100	1,949	0,295		8	1,729	1,551	1,267	0,244
	10	2,210	2,260	1,996	0,358		10	1,844	1,671	1,375	0,298
	12	2,106	2,179	2,069	0,437		12	2,018	1,722	1,424	0,408
	24	2,142	2,095	1,959	1,690		24	2,507	2,390	1,684	0,988

Záver

Prezentované vlastnosti izolovaných kmeňov laktokokov slúžia, ako jeden zo selekčných nástrojov na ich ďalšie využitie vo forme mliekárenských kultúr. U týchto kmeňov sú sledované aj ďalšie technologické a zdraviu prospešné charakteristiky, ako prekysanie na mlieku, tvorba antimikrobiálnych a iných metabolitov, prežívanie v GIT apod.

Použitá literatúra

- Ndiaye, A., Fliss, I., Filteau, M. 2024. High-throughput characterisation of the effect of sodium chloride and potassium chloride on 31 lactic acid bacteria and their co-cultures. In *Frontier in Microbiology*, vol. 15, pp. 1-12, <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1328416>
- Rasovic Bojanic, M., Mayrhofer, S., Martinovic, A., Dürr, K., Domig, K. J. 2017. Lactococci of local origin is a potential starter culture for traditional Montenegrin cheese production. In *Food Technology and Biotechnology*, vol. 55, issue 1, pp. 55-66, <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1306806>
- Souza, E. C., de Souza de Azevedo, P. O., Domínguez, J. M., Converti, A., de Souza Oliveira, R. P. 2017. Influence of temperature and pH on biosurfactant production, bacteriocin and lactic acid by *Lactococcus lactis* CECT-4434. In *CYTA – Journal of Food*, vol. 15, no. 4. pp. 525-530, <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1306806>

Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci projektu APVV-20-0204 „Metóda pre hodnotenie mikrobiologickej kvality surového kozieho mlieka a aplikácia autochtónnych kyslomliečnych baktérií pri spracovaní nebovinných mliek“ a projektu APVV-17-0028 „Funkčné potraviny na báze kozieho mlieka a ich prospešnosť pre zdravie“.

Kontaktná adresa

Ing. Martin Tomáška, PhD., Výskumný ústav mliekárenský, a.s., Dlhá 95, 010 01 Žilina, Slovensko, tel.: +421 41 7072107, e-mail: tomaska@vumza.sk

Sušené maso v Balených potravinových dávkách Armády České republiky

Dried Meat in Food Field Rations of the Army of the Czech Republic

Trenzová, K.¹, Malíšek, J.²

¹Fakulta chemická, potravinářská chemie a biotechnologie, Vysoké učení technické v Brně

²Fakulta vojenského leadershipu, katedra logistiky, Univerzita obrany Brno

Souhrn

Cílem tohoto experimentu bylo porovnat rozdílné způsoby sušení hovězí svíčkové a roštěné a sledovat změny během skladování při teplotách 5 °C, 25 °C a 40 °C. Zkoumána byla aktivita vody, barevnost masa, složení makroživin a mikrobiologická kontaminace (CPM, *Enterobacter*, plísně a *Clostridium*). Součástí experimentu byla také senzorická analýza vzorků. Výsledky ukazují, že lyofilizované i sušené maso je vhodné pro dlouhodobé skladování z hlediska mikrobiální bezpečnosti a aktivity vody. Senzorická analýza upřednostnila vzorky sušené vzduchem, které byly hodnoceny lépe než lyofilizované maso. Vzorky skladované při 40 °C však již po měsíci vykazovaly známky zatuchlosti a nesplňovaly organoleptické požadavky dle standardu STANAG 2937.

Klíčová slova: balené potravinové dávky, lyofilizace, sušení vzduchem, skladování, vodní aktivita, barva, hovězí maso, jerky

Abstract

The aim of this experiment was to compare different drying methods of beef tenderloin and sirloin, and to monitor changes during storage at 5 °C, 25 °C, and 40 °C. The study examined water activity, meat colour, macronutrient composition, and microbiological contamination (CPM, *Enterobacter*, molds, and *Clostridium*). A sensory analysis of the samples was also conducted. The results indicate that both freeze-dried and air-dried meat are suitable for long-term storage in terms of microbial safety and water activity. Sensory analysis favoured air-dried samples, which were rated higher than the freeze-dried meat. However, samples stored at 40 °C showed signs of rancidity after just one month and did not meet the organoleptic requirements of the STANAG 2937 standard.

Keywords: food field rations, lyophilization, air drying, storage, water activity, colour, beef jerky

Úvod

Výživa je neoddelitelně spjata s vojenskými operacemi. Bez nepřetržitého přísunu potravin a vody není možné očekávat, že jakákoliv armáda bude schopna efektivně plnit svůj primární úkol, kterým je vedení bojových operací. Pro udržení optimální fyzické zdatnosti a mentální výkonnosti vojenského personálu je klíčové zajistit adekvátní stravu, jak z hlediska kvality, tak kvantity, a zároveň zajistit dostatečnou hydrataci (Hill et. al., 2011). Historické příklady ukazují, že nedostatečné zásobování armád adekvátní výživou nevyhnutelně vede ke katastrofě; naopak, inovativní opatření k překonání potíží se zajištěním stravy přinášejí výhody a zachraňují životy.

Při vojenských operacích nebo cvičeních, pokud není k dispozici polní kuchyně a čerstvé potraviny se vojenský personál stravuje pomocí Balených potravinových dávek – individuálních (BPDi). Pro vojenské operace je nejkritičtější úvodní období, kdy je

nezbytné být nezávislý na místních podmínkách (Edwards et al., 1995). V konkrétní situaci je důležité pokrýt základní lidské potřeby přizpůsobené okolnostem, jako jsou nutriční požadavky nebo spotřeba kalorií. Vzhledem k tomu, že operace může probíhat v různých klimatických zónách, je dlouhá trvanlivost zásadní. Jídlo musí být jednoduché na přípravu bez použití dalších nástrojů nebo nádobí.

BPDi je přizpůsobena těmto podmínkám a splňuje speciální požadavky, přičemž obsahuje jednu dávku (tři jídla) na den, kterou může snadno nést každý voják. Zahrnují jídla, dezerty, svačiny, nápoje v prášku, stejně jako chléb a pomazánku, aby byla zajištěna dostatečná pestrost. BPDi mají své limity a měly by být používány pouze v odpovídajících operačních podmínkách jako součást celkového stravovacího konceptu. BPDi jsou samostatné dávky poskytující dostatečné množství jídla na 24 hodin pro jednu osobu, aby byla udržena zdravotní způsobilost, fyzický výkon a kognitivní funkce během běžného výcviku nebo operačních podmínek. Doba trvanlivosti od okamžiku dodání zadavateli musí být minimálně 24 měsíců při skladovací teplotě 25 °C (AMedP-1.11). Vystavení zvýšeným teplotám může vést k různým chemickým a fyzikálním reakcím, které účinně zkracují zbývající trvanlivost produktu. Proto musí být produkt po celou dobu dodavatelského řetězce chráněn před vlivy prostředí (zvýšené teploty, sluneční záření atd.).

Hovězí maso v tomto experimentu reprezentuje zdroj bílkovin, který hraje klíčovou roli ve výživě člověka. Bílkoviny spolu s tuky a sacharidy tvoří hlavní skupinu makroživin a plní důležité životní funkce, jako je tvorba svalů, buněk, tkání, jsou součástí enzymů, hormonů, transportních proteinů a součástí imunoglobulinů. Ačkoli mohou sloužit jako zdroj energie, tělo pro tento účel primárně využívá sacharidy a tuky. Na rozdíl od tuků a sacharidů tělo nedokáže proteiny skladovat, a proto je nezbytné je pravidelně přijímat v dostatečném množství. Nedostatečný příjem proteinů, zejména v období růstu a vývoje, může negativně ovlivnit funkci všech orgánů včetně mozku, srdce a imunitního systému (Gropper et al., 2022). Minimální množství bílkovin, které tělo potřebuje na zachování stabilní hladiny aminokyselin je stanoveno na 0,66 g/kg/d. Doporučená denní dávka (RDA) je pak o něco vyšší, 0,8 g/kg/d. Pro těhotné ženy, děti, sportovce, nemocné či v průběhu stáří je pak doporučeno množství zvýšit až na hodnoty 1,2-2,0 g/kg/d. Na základě posledních výzkumů je doporučena konzumace proteinů i nad rámec RDA. Zvýšená konzumace bílkovin podporuje nárůst svalové hmoty, zaručuje udržení svalů při energetickém deficitu a ochranu proti ztrátě svalové hmoty ve stáří nebo během nemocí (Carbone and Pasiakos, 2019). Z hlediska využitelnosti v organismu je hovězí protein komplexním zdrojem esenciálních aminokyselin a má dobrou stravitelnost v organismu, kterou je možné ještě zvýšit tepelnou úpravou (Gropper et al., 2022).

Sušení vzduchem je jednou z nejstarších metod konzervace potravin, která spočívá v nepřímé inaktivaci mikroorganismů. Tento proces je založen na odstraňování vody z potravin prostřednictvím zahřívání, což vede k přeměně vody na páru za dodání dodatečné energie, v tomto případě tepelné. Snížení obsahu vody je dáno poklesem hodnoty vodní aktivity (a_w). Pokud je vodní aktivita snížena na hodnotu pod 0,7, není pro skladování potravin nutné chlazení. Konkrétně u libového masa tato hodnota odpovídá obsahu 10 % vody v mase (Aykın Dinçer, 2021).

Proces lyofilizace zahrnuje tři fáze: (1) fázi zmrazování, (2) primární sušení a (3) sekundární sušení (Duan et al., 2016). V první fázi jsou potraviny určené k lyofilizaci ochlazeny na teplotu, při které jsou kompletně zmrzlé. V primární fázi sušení je zmrzlá složka odstraněna sublimací; k tomu je zapotřebí, aby tlak v systému (lyofilizátoru), ve kterém se sušení provádí, byl nižší nebo přibližně roven rovnovážnému tlaku par zmrzlé

složky. Ve fázi primární sušení je voda ve zmrazených potravinách sublimována za teplot nižších, než je $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a tlaku blízcímu se vakuu (Liapis et al., 1994). Sekundární fáze sušení zahrnuje odstranění vody, která nezmrzla (vázaná voda). Sekundární fáze sušení začíná na konci primární fáze sušení a desorbovaná vodní pára je transportována póry sušeného materiálu (Duan et al., 1998).

Materiál a metodika

Na tento experiment byly využity dva typy hovězího masa – svíčková a roštěná. Maso bylo nakrájeno na tenké a krátké plátky za účelem rychlého sušení, lepší manipulace a vhodnosti pro konzumaci. Na dochucení masa byla použita pouze sůl a pepř, a to v poměru 8 g na 500 g masa. Maso sušené vzduchem bylo sušeno v sušičce (Penta CZ s.r.o., ČR) 24 hodin při $45\text{ }^{\circ}\text{C}$. Maso určené na lyofilizaci bylo nejprve předzmrazeno na dobu 24 hodin s teplotou minimálně $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a poté bylo vloženo do lyofilizátoru (Lyotrade Freeze Dryers s.r.o., ČR) na 48 hodin.

Pro simulaci podmínek byly vzorky skladovány při třech teplotách: $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (referenční teplota), $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (dle normy AMedP-1.11) a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (teplotní extrém). V průběhu skladování byla provedena senzorická analýza těchto vzorků. Senzorické hodnocení bylo sestaveno dle dokumentu STANAG 2937. Pro stanovení barvy byl použit přístroj ColorFlex EZ (HunterLab, Virginia, USA) se softwarovým programem EasyMatch QC. Pro vyjádření barvy byl využit barevný prostor CIELAB, kde se využívá pravoúhlých os znázorňující světlost a chromatických os a^* a b^* pro jednotlivé odstíny. Vodní aktivita byla stanovena pomocí přístroje WaterLab (Steroglass S.r.l., Itálie), který měří v souladu s ISO normou 21807. Mikrobiologické analýzy byly provedeny podle ČSN EN ISO 4833-1 (CPM), ČSN ISO 21528-2 (*Enterobacter*), ČSN ISO 21527-2 (plísně) a ČSN ISO 15213 (*Clostridium*). Analýzy makroživin a mikrobiologické analýzy byly provedeny ve Vojenském veterinárním ústavu v Hlučíně.

Výsledky měření

Ve vzorcích lyofilizovaného hovězího masa byly naměřeny hodnoty aktivity vody v rozptylu od 0,08 po 0,2 a v sušeném mase od 0,13 až po hraniční hodnoty a_w 0,5. V průběhu skladování se tyto hodnoty mírně zvýšily u lyofilizovaných vzorků. U sušených došlo k jejich poklesu, a to u všech uvedených skladovacích teplot. Z hlediska naměřených hodnot aktivity vody lze říci, že je lyofilizace efektivnějším způsobem odstranění vody, což koresponduje s vyšším obsahem zbytkové vlhkosti ve vzorcích sušených vzduchem (průměrně 6,64 % oproti 2,54 % v lyofilizovaných vzorcích).

Dle literatury je stanovena hranice aktivity vody na hodnotu 0,91 pro většinu mikroorganismů a hranice 0,6 pro plísně, která nám říká, zda je bezpečné potravinu konzumovat (Allen, 2018). Všechny vybrané vzorky masa (jak sušené, tak lyofilizované) jsou z hlediska aktivity vody pod touto hranicí, tudíž jsou vhodné pro dlouhodobé skladování. Toto bylo potvrzeno i mikrobiologickým rozborem CPM, *Enterobacter*, plísní a *Clostridií* čerstvých vzorků a po měsíci skladování (viz. tabulka č.1).

Dle výsledků z analýzy makroživin lze vidět, že snížením obsahu vody se průměrný obsah bílkovin zvýšil na 66,2 % u sušené svíčkové a na 70,4 % u lyofilizované svíčkové. U sušené roštěné bylo naměřeno průměrně 56,0 % bílkovin, zatímco u lyofilizované roštěné činil průměr 58,7 %. Literatura (Kameník, 2014) udává průměrný obsah 21-22 % bílkovin u čerstvého libového masa, lze tedy pozorovat výrazné zakoncentrování všech makroživin. I přes vhodné skladovací podmínky (chlad, vakuový obal, neprodyšný, neprůsvitný) je nicméně stále třeba vzít v úvahu obsah tuku (kolem 20 % v roštěné a 10 %

ve svíčkové), který podléhá s časem skladování žluknutí a může negativně ovlivnit senzory potravin. Ačkoliv je potravina zdravotně nezávadná, vzorky mohou mít nepříjemnou, hořkou chuť a zápach.

Tabulka 1: Mikrobiologický rozbor vzorků mas před skladováním a 6 měsíců po skladování při teplotách 5 °C, 25 °C a 40 °C

Vzorek	Sušené jerky roštěná			Lyofylizované jerky roštěná		
	Obsah [%]			Obsah [%]		
Makroživiny	5 °C	25 °C	40 °C	5 °C	25 °C	40 °C
Bílkoviny	55,6±1,2	56,1±0,8	56,2±0,6	58,6±1,9	59,2±2,8	58,4±4,2
Tuky	19,8±2,4	18,7±4,5	20,1±2,8	21,4±1,2	22,0±3,6	22,5±2,8
Sacharidy	1,05±0,31	0,91±0,20	0,85±0,70	1,22±0,27	1,35±0,68	1,34±0,71
Mikrobiologie 0 měsíců	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
CPM/1g	$3,5 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$	$1,18 \cdot 10^2$	$7,82 \cdot 10^2$	$8,2 \cdot 10^1$	$1 \cdot 10^4$
<i>Enterobacter/1g</i>	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$
<i>Clostridium/1g</i>	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$
Plísně/1g	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$
aerobní sporuláty/1g	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$
Mikrobiologie 6 měsíců	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
CPM/1g	$2,8 \cdot 10^3$	$7,8 \cdot 10^3$	$1,25 \cdot 10^4$	$9,65 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	$7,5 \cdot 10^3$
<i>Enterobacter/1g</i>	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$
<i>Clostridium/1g</i>	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$
Plísně/1g	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$
aerobní sporuláty/1g	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$
Vzorek	Sušené jerky svíčková			Lyofylizované jerky svíčková		
	Obsah [%]			Obsah [%]		
Makroživiny	5 °C	25 °C	40 °C	5 °C	25 °C	40 °C
Bílkoviny	66,6±2,8	65,8±3,0	66,2±2,9	71,0±3,2	70,2±2,5	69,9±2,7
Tuky	7,8±1,2	8,3±1,0	7,9±1,5	9,8±0,8	10,1±1,0	9,9±0,8
Sacharidy	0,42±0,25	0,38±0,27	0,40±0,27	0,61±0,14	0,57±0,34	0,58±0,30
Mikrobiologie 0 měsíců	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
CPM/1g	$1,5 \cdot 10^3$	$4,3 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^2$	$3,4 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^3$
<i>Enterobacter/1g</i>	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$
<i>Clostridium/1g</i>	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$
Plísně/1g	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$
aerobní sporuláty/1g	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$
Mikrobiologie 6 měsíců	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
CPM/1g	$4,55 \cdot 10^4$	$5,6 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^5$	$16 \cdot 10^3$	$3,4 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^3$
<i>Enterobacter/1g</i>	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$
<i>Clostridium/1g</i>	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$	$<1 \cdot 10^1$
Plísně/1g	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$	$<1 \cdot 10^2$
aerobní sporuláty/1g	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$	$<5 \cdot 10^1$

Během skladování vzorků byla zaznamenána znatelná změna barvy. Nejvýraznější změny byly pozorovány u lyofilizovaných vzorků s nižším obsahem tuku (např. svíčková), avšak všechny naměřené hodnoty pro teploty 5 °C a 25 °C spadají do kategorie „rozeznatelná změna barvy“ ($3,0 < \Delta E^* < 6,0$). U lyofilizovaných vzorků skladovaných při 40 °C byly naměřeny hodnoty spadající do rozmezí $6,0 < \Delta E^* < 10,0$, tedy „výrazná změna barvy“. Z hlediska změn barvy se vzorky sušené vzduchem jeví jako vhodnější alternativa; nicméně tato výraznější změna barvy nebyla sensorickým hodnocením identifikována jako negativní faktor.

Senzorické hodnocení všech vzorků masa odhalilo pokles v intenzitě chuti a vůně již po měsíci skladování, s výjimkou slanosti, která zůstala dominantní ve všech měřeních. Vzorky sušené vzduchem, jak svíčkové, tak roštěné, byly z hlediska chuti a vůně hodnoceny výrazně lépe, zatímco lyofilizované vzorky si udržely měkkost a křehkost po celou dobu skladování, což bylo sensorickým panelem hodnoceno pozitivněji než vzorky sušené vzduchem. Svíčková byla mírně lépe hodnocena ve většině kategoriích (rozdíl maximálně o jeden stupeň na stupnici sensorického hodnocení), což činí hovězí roštěnou vhodnou a ekonomicky výhodnější alternativou. Přestože mikrobiologická analýza potvrdila nezávadnost všech vzorků až po dobu skladování 6 měsíců, u masa skladovaného po dobu jednoho měsíce při 40 °C byl sensorickým panelem zjištěn nárůst zatuchlosti a nepříjemné pachuti nad hranice přijatelnosti, což činí toto skladování za těchto podmínek nevhodným pro všechny studované typy masa. Tento výsledek koresponduje se studií (Rahman et al., 2005), kde byly srovnávány rozdílné způsoby sušení masa. Lyofilizace výrazně snížila celkové počty aerobních mikroorganismů a specificky redukovala kontaminaci bakteriemi *Pseudomonas spp.* a *Staphylococcus spp.* Ačkoliv si ze všech srovnávaných metod zachovala nejlepší fyzikálně-chemické vlastnosti, lyofilizované maso mělo nejvyšší peroxidové číslo již po 6 týdnech skladování (až 4x větší než vzorky sušené vzduchem), což znamená, že tato metoda sušení vedla k vyšší oxidaci tuků ve srovnání s jinými metodami.

Závěr

Na základě těchto výsledků lze konstatovat, že lyofilizované hovězí maso má potenciál být zavedeno jako alternativní zdroj bílkovin do balených potravinových dávek, případně jako vhodná alternativa za vzorky sušené vzduchem, které jsou již v současných BPDi zavedeny. Nicméně je nutné zaměřit se na zlepšení chuťových a aromatických vlastností, které byly sensorickým panelem hodnoceny jako méně přijatelné v porovnání s masem sušeným vzduchem. Pro budoucí výzkum je tedy vhodné soustředit se na vývoj marinád s případnými antioxidačními účinky, které by mohly prodloužit dobu skladování a zabránit tak možnému žluknutí tuků. Je také nezbytné volit libovější maso a zajistit vhodný obalový materiál, aby se předešlo nárůstu vlhkosti během skladování.

Literatura

- Allen, L. V. Jr. 2018. Quality control: Water activity considerations for beyond-use dates. *International Journal of Pharmaceutical Compounding*. vol. 22, no. 4, pp. 288–293. PMID: 30021184.
- Aykin Dinçer, E. 2021. Dried meat products obtained by different methods from past to present. *Food Reviews International*. vol. 39, no. 5, pp. 2457–2476. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1956944>

- Carbone, J. W., Pasiakos, S. M. 2019. Dietary protein and muscle mass: Translating science to application and health benefit. *Nutrients*. vol. 11, no. 5, pp. 1136. <https://doi.org/10.3390/nu11051136>
- 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>
- Edwards, J. S. A., Wayne Askew, E., King, N. 1995. Rations in cold Arctic environments: Recent American military experiences. *Wilderness & Environmental Medicine*. vol. 6, no. 4, pp. 407–422. [https://doi.org/10.1580/1080-6032\(1995\)006\[0407:RICAER\]2.3.CO;2](https://doi.org/10.1580/1080-6032(1995)006[0407:RICAER]2.3.CO;2).
- Gropper, S. S., Smith, J. L., Carr, T. P. *Advanced nutrition and human metabolism*. 8th ed. Cengage Learning, 2021. ISBN 9780357450109.
- Hill, N., Fallowfield, J., Price, S., Wilson, D. 2011. Military nutrition: Maintaining health and rebuilding injured tissue. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. vol. 366, no. 1562, pp. 231–240. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0213>
- Kameník, J. *Maso jako potravina: Produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-673-5.
- Liapis, A. I., Bruttini, R. 1994. A theory for the primary and secondary drying stages of the freeze-drying of pharmaceutical crystalline and amorphous solutes: Comparison between experimental data and theory. *Separations Technology*. vol. 4, no. 3, pp. 144–155.
- Rahman, M., Al'Nahdi, Z., Kadim, I., Mothershaw, A., Al-Riziqi, M., Guizani, N., Mahgoub, O., Ali, A. Microbial and physicochemical characteristics of dried meat processed by different methods. *International Journal of Food Engineering*. 2005, vol. 1. <https://doi.org/10.2202/1556-3758.1016>
- Sadikoglu, H., Liapis, A. I., Crosser, O. K. 1998. Optimal control of the primary and secondary drying stages of bulk solution freeze drying in trays. *Drying Technology*. vol. 16, no. 3–5, pp. 399–431.

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. Kristina Trenzová, VUT Brno, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií, Purkyňova 118, 602 00 Brno-Medlánky, e-mail: Kristina.Trenzova@vut.cz

Výskyt a antibiotická rezistencia *Escherichia coli* v mlieku dojníc *Prevalence and antibiotic resistance of Escherichia coli in cow milk*

Tvarožková, K.^{1*}, Tančin, V.^{1,2}, Gancárová, B.¹, Árvayová, M.³, Vašíček, D.³,
Černek, E.³

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,

²NPPC, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra

³VETWELL s.r.o. Lužianky

Súhrn

Intramamárna infekcia je zdravotným, ale aj ekonomickým problémom pri produkcii mlieka na farmách dojníc a je aj hlavným dôvodom pre intramamárnu aplikáciu antibiotík počas laktácie a v období zasušenia a tiež jedným z dôvodov brakácie. Cieľom štúdie bolo zistiť výskyt a antibiotickú rezistenciu *Escherichia (E.) coli*, ktorá je pôvodcom intramamárnej infekcie mliečnej žľazy dojníc v podmienkach prvovýroby Slovenska. Celkovo bolo odobraných 1063 vzoriek mlieka od dojníc, u ktorých bolo podozrenie na intramamárnu infekciu mliečnej žľazy. Výskyt *E. coli* mierne klesal počas sledovaných rokov z 26,01 % na 19,32 %. *E. coli* bola pomerne rezistentná takmer voči všetkým testovaným antibiotikám s výnimkou marbofloxacínu, ktorý vykazoval najvyššiu citlivosť spomedzi testovaných antibiotík. Identifikácia mastitídnych patogénov a určovanie ich antibiotickej rezistencie je podstatné z hľadiska liečby a prevencie spomínaného ochorenia v chove dojníc a minimalizovania rozvoja rezistencie patogénov voči antibiotikám pri aplikácii liečiv.

Kľúčové slová: dojnice, intramamárna infekcia, *Escherichia coli*, antibiotická rezistencia

Abstract

Intramammary infection is both a health and economic problem for milk production on dairy farms and is also the main reason for intramammary antibiotic application during lactation and drying off and one of the reasons of culling. The aim of the study was to investigate the prevalence of *Escherichia (E.) coli* and also its antibiotic resistance, which is the causative agent of intramammary infection of udder in dairy cows in the conditions of primary production in Slovakia. A total of 1063 milk samples were collected from dairy cows suspected of having intramammary infection of udder. The prevalence of *E. coli* slightly decreased during the years studied from 26.01% to 19.32%. *E. coli* was relatively resistant to almost all antibiotics tested, except for marbofloxacin, which showed the highest sensitivity among the antibiotics tested. Identification of the mastitis pathogens and determination of their antibiotic resistance is essential for the treatment and prevention of this disease in dairy cattle and to minimize the development of resistance of pathogens to antibiotics during drug application.

Key words: cows, intramammary infection, *Escherichia coli*, antibiotic resistance

Úvod

Medzi celosvetovo najrozšírenejším ochorením mliečnej žľazy dojníc patrí intramamárna infekcia. Toto ochorenie má negatívny ekonomický vplyv, taktiež negatívne ovplyvňuje úžitkovosť a aj kvalitatívne zloženie mlieka, welfare zvierat a v neposlední rade aj bezpečnosť vyrábaných mliečnych produktov (Smistad et al., 2023). Dojnice postihnuté intramamárnu infekciou majú v mlieku všeobecne vysoký počet somatických buniek

a celkový počet baktérií, následkom čoho je zníženie kvantity a kvality mlieka a tým aj ceny, ktorú chovateľ dostane za toto mlieko (Gomes a Henriques, 2016).

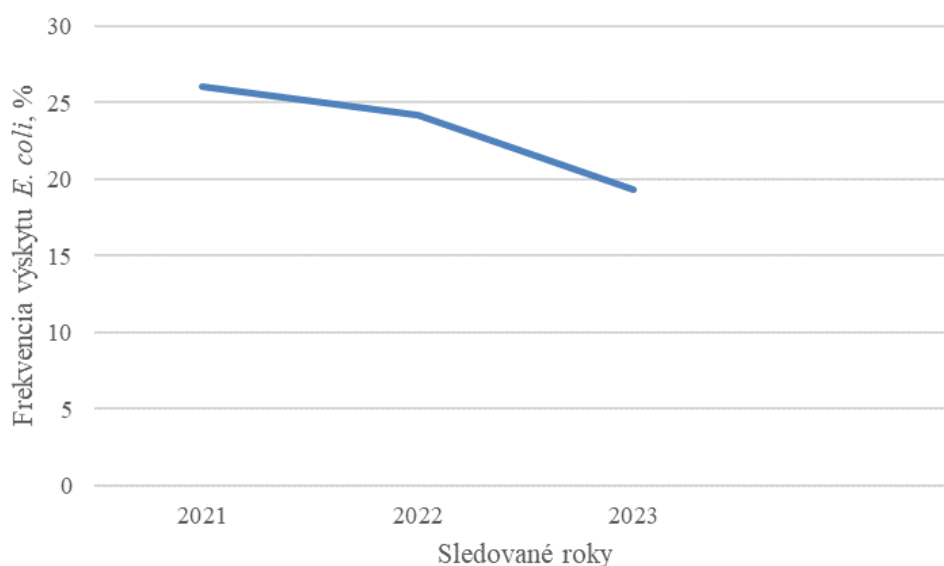
Intramamárna infekcia je spôsobená predovšetkým baktériami (Holko a kol., 2019), preto je jedným z hlavných dôvodov aplikovania antibiotickej liečby (Duse et al., 2021).

Na liečbu a prevenciu intramamárnej infekcie je aplikovaných 60 až 70 % z celkového počtu antibiotík použitých na farmách dojníc (Čobirka et al., 2020). Cielená aplikácia antibiotickej liečby môže pomôcť znížiť nárast antibiotickej rezistencie a jej následné šírenie (Persson et al., 2011; Elbayoumy et al., 2024; Kerro Dego a Vidlund, 2024).

Cieľom štúdie bolo zhodnotiť výskyt *E. coli* ako jedného z častých pôvodcov intramamárnej infekcie mliečnej žľazy dojníc a zhodnotiť jeho rezistenciu voči vybraným antibiotikám v podmienkach slovenskej chovateľskej praxe.

Materiál a metodika

Odber vzoriek mlieka bol od dojníc s podozrením na intramamárnou infekciu na úrovni štvrtiek vemená veterinármi na základe NK testu, vysokého počtu somatických buniek alebo prípadných viditeľných zmien v mlieku. Vzorky boli odberané počas rokov 2021 (40 stád), 2022 (33 stád) a 2023 (38 stád). Celkovo bolo odobratých 1063 vzoriek mlieka. Každá vzorka mlieka (10 µl) bola kultivovaná aeróbne pri teplote 37 °C počas 24 hodín na krvnom agare (MkB Test a.s. Rosina. SR). Bakteriálne kolónie sa prvotne identifikovali podľa morfológie, hemolýzy, aktivity katalázy, hydrolýzy eskulínu, farbenia podľa Grama a cytochrómoxidázy C (Bactident Oxidase. Merck). Narastené kolónie boli identifikované prístrojom MALDI-TOF MS (Bruker Daltonics. Bremen. Germany) (Tvarožková et al., 2021). Vzorka bola klasifikovaná ako pozitívna, ak sme zaznamenali päť a viac kolóniu tvoriacich jednotiek (KTJ) pri všetkých patogénoch s výnimkou kontagiózných druhov. Kontaminovaná bola vzorka označená, ak sme zaznamenali tri a viac rôznych kolónií, pričom ani jedna z nich nebola kontagióznym druhom. *E. coli* bola testovaná na určenie rezistencie voči vybraným 19 antibiotikám (Tabuľka 1). Antibiotická rezistencia izolátov *E. coli* voči antibiotikám bola stanovená štandardnou diskovou difúznou metódou (CLSI, 2018). Hodnoty inhibičných zón boli vyhodnotené (citlivé, stredné a rezistentné) podľa CLSI a EUCAST.



Graf 1: Výskyt *E. coli* počas sledovaných rokov 2021-2023

Výsledky a diskusia

Výskyt *E. coli* sa pohyboval na úrovni od 26,01 % v roku 2021 s mierne klesajúcim trendom 24,22 % v roku 2022 a v poslednom roku 2023 bol výskyt *E. coli* najnižší a to na úrovni 19,32 % (Graf 1). Sweeney et al. (2024) zaznamenali podobný výskyt *E. coli* (26,56 %). Kovačević et al. (2023) zistili, že *E. coli* patrila medzi najčastejšie sa vyskytujúce patogény s frekvenciou výskytu od 12,12 % do 26,82 %. Nižší výskyt *E. coli* pozorovali Tomanić et al. (2022), pričom zistili, že *E. coli* bola hlavným patogénom spôsobujúcim mastitídu, avšak frekvencia výskytu bola nižšia (8,64 %).

E. coli vykazovala značne vysokú rezistenciu takmer voči všetkým testovaným antibiotikám. Ako najúčinnšie antibiotikum sa ukázal marbofloxacín (Tabuľka 1).

Tabuľka 1: Antibiotická rezistencia *E. coli* v rokoch 2021-2023 (%)

<i>Escherichia coli</i>						
Roky	2021		2022		2023	
Antibiotiká	n	%	n	%	n	%
Amoxicilín/kyselina klavulánová	134	73,1	78	84,6	74	94,6
Ampicilín	91	100	65	100	28	100
Streptomycín	100	100	75	100	68	100
Neomycín	40	100	NT	NT	NT	NT
Kloxacilín	41	100	45	100	24	87,5
Marbofloxacín	133	0	68	5,9	71	0
Cefquinome	66	9,1	64	4,7	2	50,0
Nafpenzal	14	100	9	100	NT	NT
Penicilín	119	100	NT	NT	NT	NT
Cefalexín	121	100	52	83,8	74	100
Kanamycín	124	100	57	100	72	100
Rifaximín	113	100	65	100	72	100
Novobiocín	11	100	NT	NT	NT	NT
Cefoperazone	NT	NT	8	12,5	38	44,7
Linkomycín	35	100	NT	NT	NT	NT
Tetracyklín	115	73,9	74	86,5	71	100,0
Cefapirín	NT	NT	10	100	NT	NT
Ceftiofur	141	35,5	26	61,5	73	60,3
Linkomycín/neomycín	85	100	65	100	73	100

n - počet testovaných izolátov, NT v danom roku neboli testované na dané antibiotikum

Liu et al. (2014) zaznamenali vysokú rezistenciu *E. coli* voči ampicilínu (56,00 %), streptomycínu (67,10 %) a tetracyklínu (48,00 %). Na rozdiel od našich výsledkov

Boireau et al. (2018) zistili nižšiu rezistenciu izolátov *E. coli* voči ceftiofuru (1,40 %) a tetracyklínu (23,10 %). Holko et al. (2019) pozorovali najvyššiu rezistenciu *E. coli* voči rifaximínu (58,40 %), streptomycínu (35,10 %) a neomycínu (24,70 %), tieto hodnoty sú opäť nižšie v porovnaní s výsledkami našej štúdie. V spomínanej štúdií autori zistili 100% citlivosť izolátov *E. coli* na ceftiofur a cefquinome na rozdiel od našich výsledkov. Podobne ako aj my v našej štúdií Balemi et al. (2021) pozorovali 100% rezistenciu *E. coli* voči penicilínu. Sweeney et al. (2024) zaznamenali nižšiu rezistenciu izolátov *E. coli* voči ceftiofuru (2,80 %), cefoperazonu (3,40 %) a ampicilínu (9,20 %), v porovnaní s výsledkami našej štúdie, kde sme my zistili vyššiu rezistenciu voči spomínaným antibiotikám. *E. coli* patrí medzi často sa vyskytujúce patogény s vysokou rezistenciou, ktorá komplikuje liečbu.

Záver

Frekvencia výskytu *E. coli* bola u dojníc s podozrením na intramamárnou infekciu pomerne vysoká. V rámci našej štúdie sa ako najúčinnnejšie antibiotikum ukázal marbofloxacín. Avšak pre účinnú liečbu a zamedzenie zvyšovania antibiotickej rezistencie je potrebná diagnostika pôvodcu intramamárnej infekcie a testovanie antibiotickej citlivosti pri každej aplikácii terapie.

Literatura

- Balemi, A., Gumi, B., Amenu, K., Girma, S., Gebru, M., Tekle, M., Ríus, A.A., D'Souza, D.H., Agga, G.E., Kerro Dego, O. 2021. Prevalence of Mastitis and Antibiotic Resistance of Bacterial Isolates from CMT Positive Milk Samples Obtained from Dairy Cows, Camels, and Goats in Two Pastoral Districts in Southern Ethiopia. *Animals*, vol. 11, 1530. <https://doi.org/10.3390/ani11061530>
- Boireau C., Cazeau G., Jarrige N., Calavas D., Madec J.Y., Leblond A., Haenni M., Gay É. 2018. Antimicrobial resistance in bacteria isolated from mastitis in dairy cattle in France, 2006–2016. *Journal of Dairy Science*, vol. 101, no. 10, pp. 9451-9462. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14835>
- CLSI. 2018. Performance standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility test for bacterial isolated from animals. In CLSI standard VET01. 5th ed. Clinical and Laboratory Standards Institute..
- Čobirka, M., Tančin, V., Slama, P. 2020. Epidemiology and Classification of Mastitis. *Animals*, vol. 10, no. 12, 2212. <https://doi.org/10.3390/ani10122212>
- Duse, A., Persson-Waller, K., Pedersen, K. 2021. Microbial Aetiology, Antibiotic Susceptibility and Pathogen-Specific Risk Factors for Udder Pathogens from Clinical Mastitis in Dairy Cows. *Animals*, vol. 11, no. 7, 2113. <https://doi.org/10.3390/ani11072113>
- Elbayoumy, M. K., Allam, A. M., Ghazy, A. A., Nasr, S. M. 2024. Advances in Controlling Bacterial Mastitis in Dairy Cows. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, vol. 55, no. 1, pp. 1-20. <https://doi.org/10.21608/EJVS.2023.201158.1467>
- Gomes, F., Henriques, M. 2016. Control of bovine mastitis: old and recent therapeutic approaches. *Current Microbiology*, vol. 72, no. 4, pp. 377–382. <https://doi.org/10.1007/s00284-015-0958-8>.
- Holko, I., Tančin, V., Vršková, M., Tvarožková, K. 2019. Prevalence and antimicrobial susceptibility of udder pathogens isolated from dairy cows in Slovakia. *Journal of Dairy Research*, vol. 86, no. 4, pp. 436-439. <https://doi.org/10.1017/S0022029919000694>.

- Kerro Dego O. a Vidlund J. 2024. Staphylococcal mastitis in dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*, vol. 11:1356259. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1356259>.
- Kovačević, Z., Samardžija, M., Horvat, O., Tomanić, D., Radinović, M., Bijelić, K., Vukomanović, A.G., Kladar, N. 2023. Is There a Relationship between Antimicrobial Use and Antibiotic Resistance of the Most Common Mastitis Pathogens in Dairy Cows? *Antibiotics*, vol. 12, no. 3. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12010003>.
- Liu Y, Liu G, Liu W, Liu Y, Ali T, Chen W, Yin J and Han B 2014. Phylogenetic group, virulence factors and antimicrobial resistance of *Escherichia coli* associated with bovine mastitis. *Research in Microbiology*, vol. 165, no. 4, pp. 273-277. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2014.03.007>
- Persson, Y.A., Nyman, K. A., Gronlund-Andersson, U. 2011. Etiology and antimicrobial susceptibility of udder pathogens from cases of subclinical mastitis in dairy cows in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica*, vol. 53, no. 1, pp. 36. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-53-36>.
- Smistad, M., Bakka, H. Ch., Sølverød, L., Jørgensen, H.J., Wolff, C. 2023. Prevalence of udder pathogens in milk samples from Norwegian dairy cows recorded in a national database in 2019 and 2020. *Acta Veterinaria Scand.*, vol. 65, no. 19. <https://doi.org/10.1186/s13028-023-00681-2>.
- Sweeney, M. T., Gunnett, L., Kumar, D. M., Lunt, B. L., Moulin, V., Barrett, M., Gurjar, A., Doré, E., Pedraza, J. R., Bade, D., Machin, Ch. 2024. Antimicrobial susceptibility of mastitis pathogens isolated from North American dairy cattle, 2011-2022. *Veterinary Microbiology*, vol. 291, 110015. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2024.110015>
- Tomanić, D., Božin, B., Kladar, N., Stanojević, J., Čabarkapa, I., Stilinović, N., Apić, J., Božić, D.D., Kovačević, Z. 2022. Environmental Bovine Mastitis Pathogens: Prevalence, Antimicrobial Susceptibility, and Sensitivity to *Thymus vulgaris* L., *Thymus serpyllum* L., and *Origanum vulgare* L. Essential Oils. *Antibiotics*, vol. 11, 1077. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11081077>
- Tvarožková, K., Vašíček, J., Uhrinčat', M., Mačuhová, L., Hleba, L., Tančin, V. 2021. The presence of pathogens in milk of ewes in relation to the somatic cell counts and subpopulations of leukocytes. *Czech Journal of Animal Science*, vol. 66, no. 8, pp.315-322. <https://doi.org/10.17221/43/2021-CJAS>

Pod'akovanie

Táto práca bola podporená projektom "APVV-18-0121".

Kontaktná adresa

Ing. Kristína Tvarožková, PhD., Ústav chovu zvierat, FAPZ, SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2,94976 Nitra, Slovenská republika, e-mail: kristina.tvarozkova@gmail.com

Spracovanie kávy a parametre jej kvality

Coffee processing and its quality parameters

Várady, M.¹, Grajzer, M.², Popelka, P.¹

¹Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie

²Katedra dietetiky a bromatológie, Wrocław Medical University

Súhrn

Cieľom tejto štúdie bolo zistiť vplyv metód spracovania, ako je prírodná, premývaná, medová, anaeróbná fermentácia a karbonická macerácia, na obsah ťažkých kovov, zloženie mastných kyselín, senzorické vlastnosti a bioaktívne zlúčeniny v pražených výberových kávhach z rôznych krajín pôvodu (Etiópia, Burundi, Nikaragua a Peru). Spôsob spracovania ovplyvnil obsah Cr, Cd a Pb v pražených kávhach ($p < 0,001$). Obsah Cd bol najvyšší v etiópskej káve spracovanej anaeróbnou fermentáciou metódou ACR (0,062 mg/kg). Obsah kyseliny linolovej bol najvyšší v peruánskej káve spracovanej karbonickou maceráciou (CM) (48,04 % FAME) a obsah kyseliny palmitovej bol najvyšší v tej istej káve, ale spracovanej prírodnou metódou (38,96 % FAME). Antioxidačná kapacita (AC) bola najvyššia pri káve Peru spracovanej CM (85,7 $\mu\text{g TE/mg}$). AC pre kávu Burundi bola najvyššia pri prírodnej metóde (128,8 $\mu\text{g TE/mg}$), čo nás vedie k záveru, že rôzne metódy spracovania môžu tiež výrazne ovplyvniť obsah bioaktívnych zlúčenín a antioxidačné aktivity v výberových kávhach.

KLúčové slová: *pozberové spracovanie kávy, ťažké kovy, mastné kyseliny, výberová káva*

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of methods of processing, such as natural, washed, honey, anaerobic fermentation, and carbonic maceration, on the contents of heavy metals, fatty acid composition, sensory properties, and bioactive compounds in roasted specialty coffees from various countries of origin (Ethiopia, Burundi, Nicaragua, and Peru). The processing method affected the contents of Cr, Cd, and Pb in the roasted coffees ($p < 0.001$). Cd content was highest in Ethiopian Coffee processed by anaerobic fermentation ACR (0.062 mg/kg). The content of linoleic acid was highest in Peruvian coffee processed by carbonic maceration (CM) (48.04% FAME), and the content of palmitic acid was highest in the same coffee but processed naturally (38.96% FAME). Antioxidant capacity (AC) was highest with the CM method (85.7 $\mu\text{g TE/mg}$). AC for the Burundi coffee was highest with the natural method (128.8 $\mu\text{g TE/mg}$) which leads us to the conclusion that different processing methods can also greatly affect the content of bioactive compounds and antioxidant activities in specialty coffees.

Keywords: *post-harvest coffee processing, heavy metals, fatty acids, specialty coffee*

Úvod

Kávové nápoje sú jednou z najobľúbenejších komodít, ktoré sa v posledných rokoch konzumujú, a ich antioxidačné vlastnosti zohrávajú dôležitú úlohu v ľudskom zdraví. Spracovanie kávy je jedným z najdôležitejších procesov vedúcich k eliminácii poškodených zŕn a zvýšeniu kvality zŕn vrátane úpravy chuti a vône. Rôzne metódy spracovania môžu tiež výrazne ovplyvniť obsah bioaktívnych zlúčenín a antioxidačné aktivity vo výberových kávhach. Výberová káva je termín používaný pre kávu, ktorá má štandardizovaný proces výroby, od výberu kritérií pre kávové plantáže až po prípravu

kávy, ktoré pred podávaním klientovi prejdú predbežnými testami triedenia a cuppingu. Jedným z najdôležitejších kritérií je dosiahnutie skóre 80 bodov alebo viac na 100-bodovej škále. Výberové kávy majú najvyššiu kvalitu na trhu a ich spracovanie je jednou z najdôležitejších činností ovplyvňujúcich kvalitu a bezpečnosť zŕn. Druh/kultivary, geografický pôvod, chyby zŕn, druhy nápojov a spôsoby spracovania, praženia, prípravy a skladovania sú preto veľmi dôležité pri porovnávaní kvality kávy (Várady et al., 2022a,b). Farmári začali experimentovať s novými metódami pozberového spracovania, keď sa na trh dostali výberové kávy. Spontánne metódy spracovania (prírodná, premývaná, medová) nahradili indukované metódy (anaeróbna fermentácia a karbonická macerácia), ktoré môžu zvýšiť kvalitu a cenu kávy, ale aj ovplyvniť úroveň podpory zdravia či potenciálne znížiť množstvo nebezpečných látok (Várady et al., 2022a, 2024).

Materiál a metodika

Boli použité vzorky káv 100% *C. arabica* z Nikaraguy a Etiópie (Project FOX Roastery, Praha, Česká republika), Burundi (Diamonds roastery pražiareň, Dunajská Lužná, Slovensko) a Peru (Father's Coffee Roastery, Ostrava, Česká republika). Nikaragujské (NIC) zrná boli získané z kávovej oblasti Nueva Segovia (farmárka Martha Maria Albir). Zrná boli odrody Red Catuai zozbierané v roku 2020 a boli spracované dvoma metódami, mokrou a medovou. Etiópske (ETH) zrná boli získané z kávovej oblasti Sidama (farmár Daye Bensa). Zrná boli odrody Heirloom zozbierané v roku 2020 a boli spracované metódami anaeróbnej fermentácie (tkz. EAO a ACR - názvy prevzaté z farmy). Rozdiel medzi metódami EAO a ACR je v technike sušenia. Pri metóde EAO sa zrná sušia na afrických posteliach. Pri ACR metóde, sa kvôli urýchleniu fermentácie, zrná sušia vysoko v horách na afrických posteliach, pričom sa skladajú do veľkej hromady, nie na plochu. Zrná kávy Burundi (BUR) boli získané z kávovej oblasti Kayanza a zo spracovateľskej stanice Nemba. Boli odrody Red Bourbon zozbierané v roku 2020 a boli spracované dvoma metódami, prírodnou a anaeróbnou fermentáciou. Peruánske (PER) zrná boli získané z okresu Huabal v kávovej oblasti Cajamarca. Zrná boli odrody Catuai zozbierané v roku 2020 a boli spracované prírodnou metódou a pomocou karbonickej macerácie. Zelené zrná sa pražili pri konečnej teplote 204 °C počas 5 minút. Čas vývoja (čas po prvom prasknutí) bol približne 30 s a pomer medzi časom vývoja a celkovým časom praženia pre každú vzorku bol 11–14 %. Zrná boli pražené v dávkach po 50 g v pražičke vzoriek Ikawa PRO 100 (Ikawa Ltd., Londýn, Spojené kráľovstvo).

Ťažké kovy chróm (Cr), kadmium (Cd), olovo (Pb) boli identifikované viacprvkovou technikou pomocou hmotnostnej spektrometrie s indukčne viazanou plazmou. Metylestery mastných kyselín (FAME) získané z extraktov pražených zŕn boli analyzované plynovou chromatografiou-hmotnostnou spektrometriou. Celkový obsah polyfenolov (TP) sa meral pomocou reakcie s Folin-Ciocalteu fenolovým činidlom. Výsledky boli vyjadrené ako ekvivalenty kyseliny galovej (μg GAE/mg kávy). Antioxidačná kapacita (AC) bola stanovená pomocou metódy kapacity absorpcie kyslíkových radikálov (ORAC). Výsledky sú vyjadrené ako ekvivalenty Troloxu (μg TE/mg kávy).

Výsledky a diskusia

Zloženie mastných kyselín (MK) vzoriek výberových káv je znázornené v Tabuľke 1. Obsah kyseliny linolovej (C18:2n6) sa pohyboval od 43,25 do 48,04 % a k. palmitovej (C16:0) sa pohyboval od 33,09 do 38,96 %, čím sa stali najrozšírenejšími MK. Medzi NIC-H a NIC-W boli výrazné rozdiely v obsahu k. olejovej (C18:1n9) a k. linolovej.

Priemerné zloženie MK pre väčšinu výberových káv bolo v súlade s rozsahmi uvádzanými v iných štúdiách (Bobková et al., 2022, Echeverri-Giraldo et al., 2023). Obsah k. linolovej bol vyšší o 6,57 – 4,37 % v porovnaní s inými štúdiami uvádzajúcimi nižšie hodnoty 36,68 – 41,50 % (Figueiredo et al., 2015), 43,67 % (Bobková et al., 2022) a 39,83 – 40,54 % (Echeverri-Giraldo et al., 2023). Nedávno bolo identifikovaných 21 MK vo výberových kávach, na rozdiel od komerčných káv, kde sú pravdepodobne MK znehodnotené nadmerným pražením. Zloženie MK sa však považuje za chemický deskriptor na rozlíšenie odrôd kávy ako jeden z najdôležitejších faktorov pri definovaní kvality kávy (Martin et al., 2001). Rozdiely v zložení MK v tejto štúdii sa však pripisovali najmä spôsobu spracovania, napriek tomu, že niektoré vzorky boli z rovnakej krajiny, farmy a odrody.

Tabuľka 1: Zloženie mastných kyselín (% FAME) výberovej kávy (priemer \pm SD, n = 3)

Káva	k. palmitová C16:0	k. stearová C18:0	k. olejová C18:1n9	k. linolová C18:2n6	k. linolénová C18:3n3	k. arachidová C20:0
ETH _{AF-EAO}	33,8 \pm 0,57	7,30 \pm 0,03	9,59 \pm 0,44	45,9 \pm 1,05	1,34 \pm 0,13	2,05 \pm 0,12
ETH _{AF-ACR}	34,4 \pm 0,06	6,76 \pm 0,03	9,60 \pm 0,29	45,8 \pm 0,48	1,62 \pm 0,10	1,89 \pm 0,12
BUR _{natural}	36,3 \pm 0,59	6,98 \pm 0,08	8,14 \pm 0,01	45,4 \pm 0,47	1,18 \pm 0,01	2,07 \pm 0,03
BUR _{AF}	34,1 \pm 0,03	6,88 \pm 0,03	8,79 \pm 0,01	46,6 \pm 0,21	1,46 \pm 0,23	2,19 \pm 0,08
NIC _{washed}	34,7 \pm 0,47	6,65 \pm 0,01	8,70 \pm 0,30	47,2 \pm 0,19	1,11 \pm 0,04	2,17 \pm 0,06
NIC _{honey}	33,5 \pm 0,04	6,75 \pm 0,01	9,96 \pm 0,10	46,1 \pm 0,40	1,47 \pm 0,31	2,24 \pm 0,04
PER _{natural}	39,0 \pm 0,45	6,12 \pm 0,21	7,41 \pm 0,28	45,3 \pm 0,55	Nd	2,17 \pm 0,17
PER _{CM}	34,9 \pm 0,27	6,64 \pm 0,07	8,30 \pm 0,02	48,0 \pm 0,24	Nd	2,24 \pm 0,08

Obsah Cr, Cd a Pb sa líšil v kávach ETH a PER a bol najvyšší v kávach ETH spracovaných pomocou metód fermentácie (ACR a EAO), čo je znázornené v Tabuľke 2. Obsah Cr a Cd v našej štúdii bol vo všeobecnosti nízky, ale absolútny obsah prvkov v zrnách sa môže líšiť v dôsledku rôznych stupňov praženia, od svetlej po tmavú (Azam et al., 2021). Každá káva má špecifické vývojové obdobie (čas vývoja) počas ktorého vznikajú nielen jej senzorické vlastnosti, ale aj jej bioaktívne a aromatické zlúčeniny. Niektorým kávam vo všeobecnosti vyhovuje dlhší čas praženia, takže predpokladáme, že spracovanie hrá dôležitú úlohu v obsahu Cr, Cd, pričom obsah Cr v súčasnosti nie je pre kávové produkty legislatívne upravený. Obsah Cd bol najvyšší v ETH ACR, ale Várady et al. (2021) zistili ešte vyšší obsah Cd (0,15 mg/kg) v kolumbijskej káve spracovanej pomocou anaeróbnej fermentácie. Maximálna povolená hladina Cd v kávových výrobkoch stanovená Európskou úniou je 100 μ g/kg. Obsah Pb v pražených kávach sa líšil medzi ETH-Gedeo (premývaná vs. prírodné), ETH (EAO vs. ACR) a RWA (prírodné vs. fermentované). Obsah Pb bol najvyšší v káve ETH ACR. Da Silva et al. (2017) uviedli vyššie obsahy Pb, s maximálnym obsahom 1,5758 mg.

Tabuľka 2: Vplyv metód spracovania na obsah ťažkých kovov v praženej káve (priemer \pm SD, n = 3)

Káva	Spracovanie	Cr	Cd	Pb
ETH	AF-EAO	0,056 \pm 0,040	Nd	0,038 \pm 0,003
	AF-ACR	0,291 \pm 0,041	0,017 \pm 0,002	0,216 \pm 0,045
BUR	Natural	0,124 \pm 0,022	0,005 \pm 0,001	0,104 \pm 0,012
	Anaerobic	0,108 \pm 0,011	0,007 \pm 0,001	0,085 \pm 0,020
NIC	Washed	0,162 \pm 0,010	0,020 \pm 0,002	0,076 \pm 0,003
	Honey	0,115 \pm 0,011	0,029 \pm 0,003	0,108 \pm 0,061
PER	Natural	0,062 \pm 0,021	0,006 \pm 0,001	0,065 \pm 0,021
	CM	0,053 \pm 0,031	0,006 \pm 0,001	0,180 \pm 0,042
<i>p</i>		0,001	0,001	0,001

Účinky rôzneho spracovania kávy na obsah bioaktívnych zložiek, ako je celkový polyfenol (TP), celková antioxidačná kapacita (AC), je uvedené v Tabuľke 3. Antioxidačná kapacita bola najvyššia pri metóde CM (85,7 μ g TE/mg). AC pre kávu BUR bola najvyššia pri prírodnej metóde (128,8 μ g TE/mg).

Tabuľka 3: Vplyv spracovania na antioxidačné parametre v pražených kávach (priemer \pm SD, n = 3)

Káva	Spracovanie	TP	AC
ETH	AF-EAO	28,9 \pm 7,41	84,1 \pm 22,1
	AF-ACR	27,3 \pm 3,98	70,9 \pm 15,0
BUR	Natural	25,3 \pm 4,95	128,8 \pm 18,7
	Anaerobic	31,8 \pm 5,77	105,4 \pm 21,7*
NIC	Washed	26,2 \pm 6,10	72,4 \pm 10,4
	Honey	26,3 \pm 6,25	64,7 \pm 9,17
PER	Natural	25,1 \pm 4,52	59,5 \pm 13,9
	CM	23,3 \pm 3,12	85,7 \pm 14,8*
<i>p</i>		0,03	< 0,001

Obsah celkových polyfenolov (TP) bol vyšší vo fermentovaných ako nefermentovaných kávach (Haile and Kang, 2019), čo je v rozpore s výsledkami pre pražené kávy ETH a BUR spracované anaeróbnou fermentáciou. Pražené BUR kávy spracované pomocou anaeróbnej fermentácie však mali obsah TP 31,8 µg GAE/mg, čo bolo najviac zo všetkých káv v experimente. Podobne obsah TP v prírodnej *C. arabica* uvádzaný z rôznych oblastí (Brazília, Kolumbia, Etiópia a India) sa pohyboval od 29,5 do 43,0 µg GAE/mg, ale obsah tiež závisel od stupňa praženia. Antioxidačná aktivita káv závisí od rovnováhy zlúčenín vytvorených a degradovaných počas praženia (Vignoli et al., 2014), čo bolo tiež v súlade so súčasnými výsledkami. Antioxidačná kapacita (AC) sa však výrazne líšila medzi praženými kávami spracovanými prírodnými a fermentačnými metódami.

Je jasné, že kávové zrná strávia viac času v kávových plodoch počas anaeróbnej fermentácie a kávové zlúčeniny sú pravdepodobne viac chránené pred degradáciou počas praženia v porovnaní s prirodzene spracovanými zrnami, ako je to v PER kávach.

Záver

Výsledky predloženej štúdie viedli k záveru, že spôsob spracovania kávy môže ovplyvniť obsah mastných kyselín, ťažkých kovov a bioaktívnych zlúčenín vo výberovej káve. Štúdia tiež zistila, že zrná kávy spracované anaeróbnou fermentáciou boli schopné zachovať bioaktívne zlúčeniny na vysokej úrovni a prispeli k antioxidačnej aktivite praženej kávy v závislosti od krajiny pôvodu. Pražená fermentovaná káva však mala vyšší obsah ťažkých kovov ako prirodzene fermentovaná káva. Preto je dôležité monitorovanie ťažkých kovov v rámci vstupných kontrol, keď káva spracovaná novými metódami vstupuje na trh. Nové metódy fermentácie môžu pravdepodobne pomôcť zlepšiť väčšinu kvalitatívnych parametrov, ale je potrebné ďalšie štúdium, aby sme pochopili vplyv fermentácie na výberové kávy z rôznych oblastí a na ďalšie kvalitatívne a senzorické parametre.

Literatúra

- Azam, K., Akhtar, S., Yun Yun Gong, Y.Y., Routledge, M.N., Ismail, A., Oliveira, C.A.F., Iqbal, S.Z., Ali, H. 2021. Evaluation of the impact of activated carbon-based filtration system on the concentration of aflatoxins and selected heavy metals in roasted coffee. *Food Control* vol. 121, 107583. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107583>
- Bobková, A., Poláková, K., Demianová, A., Belej, Ľ., Bobko, M., Jurčaga, L., Gálik, B., Novotná, I., Iriondo-deHond, A., Del Castillo, M. D. 2022. Comparative analysis of selected chemical parameters of *Coffea arabica*, from Cascara to Silverskin. *Foods*, vol. 11, no. 8, pp. 1082. <https://doi.org/10.3390/foods11081082>
- da Silva, A., Mendes, F.Q., Reis, M.R., Passos, F.R., de Carvalho, A.M.X., de Oliveira Rocha, K.R., Pinto, F.G. 2017. Determination of heavy metals in the roasted and ground coffee beans and brew. *African Journal of Agricultural Research* vol.12, no. 4 pp. 221–228. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11832>
- Echeverri-Giraldo, L.F., Pinzón Fandiño, M.I., González Cadavid, L.M., Rodríguez Marín, N.D., Moreno Ríos, D.A., Osorio Pérez, V. 2023. Determination of lipids and fatty acids in green coffee beans (*Coffea arabica* L.) harvested in different agroclimatic zones of the Department of Quindío, Colombia. *Agronomy*, vol. 13, no. 2560. <https://doi.org/10.3390/agronomy13102560>
- Figueiredo, L.P., Borém, F.M., Ribeiro, F.C., Giomo, G.S., da Silva Taveira, J.H., Malta, M.R. 2015. Fatty acid profiles and parameters of quality of specialty coffees produced in

- different Brazilian regions. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 10, no. 35, pp. 3484–3493. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9697>
- Haile, M., Kang, W.H. 2019. Antioxidant activity, total polyphenol, flavonoid and tannin contents of fermented green coffee beans with selected yeasts. *Fermentation*, vol. 5, p. 29. <https://doi.org/10.3390/fermentation5010029>
- Martin, M.J., Pablos, F., Gonzales, A.G., Valdenebro, M.S., Leon-Camacho, M. 2001. Fatty acid profiles as discriminant parameters for coffee varieties differentiation. *Talanta*, vol. 54, no. 2, pp. 291–297. [https://doi.org/10.1016/s0039-9140\(00\)00647-0](https://doi.org/10.1016/s0039-9140(00)00647-0)
- Várady, M., Boržíková, J., Popelka, P. 2024. Effect of processing method (natural, washed, honey, fermentation, maceration) on the availability of heavy metals in specialty coffee. *Heliyon*, vol. 10, no. 3, e25563. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25563>
- Várady, M., Slusarczyk, S., Boržíková, J., Hanková, K., Vieriková, M., Marcinčák, S., Popelka, P. 2021. Heavy-metal contents and the impact of roasting on polyphenols, caffeine, and acrylamide in specialty coffee beans. *Foods*, vol. 10, 1310. <https://doi.org/10.3390/foods10061310>
- Várady, M., Tauchen, J., Frankova, A., Kloucek, P., Popelka, P. 2022a. 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, 114245. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114245>
- Várady, M., Tauchen, J., Kloucek, P., Popelka, P. 2022b. Effects of total dissolved solids, extraction yield, grinding, and method of preparation on antioxidant activity in fermented specialty coffee. *Fermentation*, vol. 8, 375. <https://doi.org/10.3390/fermentation8080375>
- Vignoli, J.A., Viegas, M.C., Bassoli, D.G., Benassi, M.T. 2014. Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of Arabica and Robusta coffees. *Food Research International*, vol. 61, pp. 279-285. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.006>

PodĎakovanie

Táto štúdia bola podporená z prostriedkov Vedeckej grantovej agentúry MŠ SR a Slovenskej akadémie vied (VEGA 1/0073/22) a z prostriedkov Early Stage Grants for Researchers (IGA-ESGV/01/ 2024: „Nové metódy pozberového spracovania špeciálnej kávy – výhody a potenciálne riziká“).

Kontaktná adresa

Mgr. Matúš Várady, PhD., Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: matus.varady@uvlf.sk

Vliv dietárního začlenění pelyňku pravého na kvalitu jatečně upraveného těla a masa brojlerových kuřat

Effects of the wormwood dietary inclusion on the broilers' carcass and meat quality

Zapletal, D., Dobšíková, R., Šimek, V., Kameník, J., Ježek, F.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem práce bylo ověřit vhodnost dietárního začlenění moučky z pelyňku pravého (*Artemisia absinthium* L.) do kompletní krmné směsi pro vykrmovaná kuřata hybridní kombinace Ross 308. Celkem 32 21-denních kuřiček bylo rozděleno do dvou dietárních skupin (kontrolní, K, $n=16$; pokusná, P10, $n=16$), přičemž kuřata v pokusné skupině přijímala dietu obohacenou o 10 % přídatek moučky z pelyňku. Ve věku 42 dní kuřat proběhlo jatečné zpracování se stanovením vybraných ukazatelů jatečné kvality. Na základě výsledků studie lze konstatovat, že dietární začlenění moučky z pelyňku pravého do kompletní krmné směsi v podílu 10 % nemělo průkazně negativní vliv na ukazatele jatečné kvality vykrmovaných kuřat Ross 308, a lze bezpečně tento podíl začlenit do diet pro vykrmované brojlery.

Klíčová slova: *kvalita masa, brojlerová kuřata, dieta, bylinná aditiva, pelyněk*

Abstract

The aim of the present study was to evaluate dietary inclusion of the wormwood (*Artemisia absinthium* L.) meal into the complete diet intended for the broiler fattening. A total of 32 21-day-old Ross 308 hybrid combination females was divided into two dietary groups (control, K, $n=16$; experimental, P10, $n=16$) where the chickens of the P10 groups received the diet with 10 % inclusion of the wormwood. At the age of 42 days, the chickens were slaughtered and principal carcass indicators were determined. Based on the results of this study, it can be concluded that the 10% dietary inclusion of wormwood had no significant negative effects on the carcass quality of the fattened Ross 308 chickens. Thus, this inclusion share can be safely used in the chickens' diets during fattening.

Key words: *meat quality, broiler chickens, diet, herbal additives, wormwood*

Úvod

Drůbeží maso je populárním druhem masa konzumentů po celém světě a v roce 2050 se očekává, že bude masem s největší poptávkou (Mottet a Tempio, 2017). Optimalizace složení diet pro brojlerová kuřata je v současné době směřována především do oblasti ověřování fyto-genních aditiv v dietách (Puvača a kol., 2014). Pelyněk pravý (*Artemisia absinthium* L.) je bylina s řadou prokázaných metabolicky aktivních látek, které mají množství biologicky aktivních účinků, např. stomachické, antiseptické, antihelmintické, antioxidační apod. (Wan a kol., 2018; Cetin a kol., 2019). Cílem práce bylo ověřit vhodnost dietárního začlenění moučky z pelyňku pravého v kompletní krmné směsi pro brojlerová kuřata a její vliv na vybrané ukazatele kvality a technologické vlastnosti masa.

Materiál a metodika

Pro účely této experimentální práce bylo využito celkem 32 brojlerových kuřat hybridní kombinace Ross 308. Kuřičky ve věku 21 dní byly rozděleny do dvou dietárních skupin

– kontrolní (K; $n=16$) a pokusné (P10; $n=16$). Po individuálním zvážení byla kuřata ustájena v podlahových boxech na hluboké podestýlce v experimentální stáji Ústavu chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, VETUNI, s kontrolovanými mikroklimatickými a zoohygienickými podmínkami odpovídajícími technologickému plánu užívaného při výkrmu brojlerů Ross 308 (Aviagen, 2018). Experimentální postupy byly schváleny Odbornou komisí pro zajišťování dobrých životních podmínek pokusných zvířat VETUNI. U kuřat obou dietárních skupin byl uplatněn dvoufázový krmný program (tzv. diety grower a následně finisher). Diety typu grower byly zkrmovány od 21. do 35. dne věku, přičemž diety typu finisher navazovaly od 36. dne do 42. dne věku. Kontrolní skupina přijímala základní chemicky i kompozitně běžnou kompletní dietu (K). Pro brojlerů v pokusné skupině byla tato základní směs vždy doplněna 10 % moučky z pelyňku pravého (*Artemisia absinthium* L.) jako přídatek (P10). Chemické složení všech použitých diet bylo analyzováno v Laboratoři výživy Ústavu chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, VETUNI, a je uvedeno v Tabulce 1. Na konci sledovaného období (tzn. ve věku kuřat 42 dní) byla všechna sledovaná kuřata zvážena a humánně usmrcena. Po vykrvení bylo provedeno jatečné zpracování těl kuřat a disekce podle postupů popsanych Zapletalem a kol. (2017). Jatečně opracované tělo bylo zváženo s následně kalkulována jatečná výtěžnost. Části a orgány jatečně opracovaného těla kuřat byly zváženy. Statistické vyhodnocení získaných dat proběhlo pomocí systému STATISTICA CZ, verze 10.

Výsledky a diskuze

Analyzované výsledky vybraných ukazatelů jatečné kvality vykrmovaných brojlerových kuřat jsou uvedeny v Tabulce 2. V naší práci jsme nenalezli statisticky průkazný vliv ($P > 0,05$) dietárního začlenění moučky z pelyňku pravého na sledované ukazatele jatečné kvality masa a požitelných vnitřních orgánů kuřat ve věku 42 dní. Proporcionalita jednotlivých jatečných partií a orgánů odpovídá zjištěním práce Viliene a kol. (2022), kteří provedli studii rovněž na hybridním typu kuřat Ross 308. Co se týče specifického dietárního vlivu přidaného pelyňku pravého, v práci publikované Cetin a kol. (2019) našli poněkud vyšší hodnoty v jejich sledování provedeném na hybridní kombinaci Ross krmené 1,17% začleněním moučky z pelyňku pravého, avšak ve výše uvedené studii byla vykrmována obě pohlaví kuřat. Naproti tomu, v našem sledování jsme využili významně vyšší podíl začleněného pelyňku, tj. 10% přídatek k dietě.

Co se týče vlivu dietárně přidaného pelyňku pravého na vybrané fyzikální vlastnosti kuřecího masa stehen a prsou, výsledky jsou uvedeny v Tabulce 3. Statisticky průkazný vliv zkrmování diet s 10 % přidáním pelyňku pravého na osm hlavních fyzikálních ukazatelů nebyl potvrzen ($P > 0,05$). Nalezené hodnoty v naší práci jsou v souladu se zjištěními práce Ōzbek a kol. (2020) u konvenčně vykrmovaných brojlerů. Lze konstatovat, že přestože je vliv diety na sledované ukazatele v naší práci neprůkazný, u charakteristik L^* a b^* jsou mírně vyšší hodnoty u masa kuřat krmených dietami s přídatkem pelyňku. Podobný trend byl zaznamenán u vepřového masa pocházejícího z prasat krmených přídatkem pelyňku (Chu a Park, 2022).

Tabulka 1: Chemické složení použitých diet (g/kg diety)

Typ diety	Dieta	
	K	P10
<i>Dieta Grower</i>		
Dusíkaté látky	192,30	181,40
Vláknina	22,90	54,40
Tuk	100,20	86,40
Škrob	273,90	254,90
Popel	53,60	57,40
Ca	8,60	9,36
Anorganický P	6,70	6,10
ME (MJ)	14,36	13,68
<i>Dieta Finisher</i>		
Dusíkaté látky	193,10	186,9
Vláknina	22,60	46,0
Tuk	71,50	62,6
Škrob	401,50	366,7
Popel	54,40	64,7
Ca	9,70	8,76
Anorganický P	6,90	5,5
ME (MJ)	14,09	13,30

K, kontrolní základní dieta; P10, pokusná dieta s 10% přídatkem moučky z pelyňku pravého; ME, metabolizovatelná energie

Tabulka 2: Ukazatele jatečné kvality vykrmovaných brojlerových kuřat v závislosti na použité dietě.

Ukazatel	Dietární skupina		P
	K	P10	
Porážková hmotnost (g)	2386 ± 282,4	2344 ± 334,1	0,667
Hmotnost JOT (g)	1677 ± 213,8	1656 ± 256,7	0,770
JV (%)	70,3 ± 3,17	70,5 ± 3,12	0,900
Krk s kůží (g)	62,0 ± 9,10	56,26 ± 4,69	0,136
Srdce (g)	11,93 ± 1,91	11,72 ± 1,88	0,637
Játra (g)	42,95 ± 10,26	44,54 ± 5,39	0,608
Žaludek (g)	33,40 ± 12,65	32,82 ± 8,20	0,093
Stehna (g)	515,37 ± 23,86	513,34 ± 26,25	0,959
Prsa s kůží (g)	570,25 ± 53,24	539,12 ± 41,49	0,485
Stehna – maso (g)	360,29 ± 26,49	365,66 ± 19,46	0,095
Prsa – maso (g)	498,67 ± 51,06	485,21 ± 38,67	0,716

K, kontrolní skupina; P10, pokusná skupina krmená základní dietou s 10% přídatkem moučky z pelyňku pravého; JOT, jatečně opracované tělo; JV jatečná výtěžnost.

Tabulka 3: Ukazatele fyzikálních charakteristik vykrmovaných brojlerových kuřat v závislosti na použité dietě.

Ukazatel	Dietární skupina		P
	K	P10	
Stehenní maso			
WHC	0,82 ± 0,117	0,80 ± 0,041	0,084
pH	6,20 ± 0,031	6,16 ± 0,034	0,212
WB	26,12 ± 2,21	26,40 ± 1,430	0,790
L*	55,42 ± 0,681	57,07 ± 1,360	0,376
a*	1,93 ± 0,451	2,14 ± 0,221	0,462
b*	10,00 ± 0,593	11,30 ± 0,395	0,090
C*	10,26 ± 0,667	11,53 ± 0,404	0,096
h*	80,45 ± 1,776	79,29 ± 1,029	0,567
Prsní maso			
WHC	1,42 ± 0,017	1,09 ± 0,063	0,666
pH	5,72 ± 0,034	5,70 ± 0,028	0,588
WB	19,33 ± 2,110	16,96 ± 1,290	0,266
L*	57,98 ± 0,781	59,55 ± 0,893	0,372
a*	-1,14 ± 0,185	-0,74 ± 0,122	0,077
b*	10,48 ± 0,330	11,29 ± 0,300	0,115
C*	10,57 ± 0,317	11,33 ± 0,303	0,112
h*	96,57 ± 1,109	93,71 ± 0,570	0,068

K, kontrolní skupina; P10, pokusná skupina krmená základní dietou s 10% přídatkem moučky z pelyňku pravého; WHC, water holding capacity; WB, Warner-Bratzler shear force; L*, lightness; a*, redness; C*, chroma; h*, hue angle.

Závěr

Na základě výsledků studie lze konstatovat, že dietární začlenění moučky z pelyňku pravého do kompletní krmné směsi v podílu 10 % nemělo negativní vliv na ukazatele jatečné kvality vykrmovaných kuřat Ross 308, a lze bezpečně tento podíl začlenit do diet pro vykrmované brojlerky. S ohledem na získané výsledky této práce bude záměrem provést další experimentální sledování v ohledu optimalizace začleněného podílu, případně botanického spektra pelyňku.

Literatura

- Aviagen. 2018. Ross broiler management handbook. 1118-AVNR-032.
- Cetin, M., Yurtseven, S., Kocyigit, A., Temamoglullari, F., Altas, M. G., Ozyildiz, Z., Yilmaz, Z. & Taskin, A. 2019. The effects of dried wormwood (*Artemisia absinthium*) on performance, carcass characteristics and biochemical parameters of broiler chicks. *Journal of agriculture and nature*, vol. 22, 409-417. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogo.vi.551016>
- Chu, G. M. & Park, B. K. 2022. Effects of dietary addition of wormwood on growth performance, blood characteristics and meat quality in growing-fattening pigs. *Czech Journal of animal science*, vol. 67, no. 12, 503-514. <https://doi.org/10.17221/110/2022-CJAS>.
- da Silva, D. C. F., de Arruda, A. M. & Goncalves, A. A. 2017. Quality characteristics of broiler chicken meat from free-range and industrial poultry system for consumers.

Journal of food science and technology, vol. 54, no. 7, 1818-1826. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2612-x>.

Mottet, A. & Tempio, G. 2017. Global poultry production: Current state and future outlook and challenges. *Worlds' poultry science journal*, vol. 73, no. 2, 245-256. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000071>.

Özbek, M., Petek, M. & Ardiçli, S. 2020. Physical quality characteristics of breast and leg meat of slow- and fast-growing broilers raised in different housing systems. *Archives animal breeding*, vol. 63, no. 2, 337-344. <https://doi.org/10.5194/aab-63-337-2020>

Puvača, N., Stanacev, V., Beukovic, M., Ljubojevic, D., Konstandinović, L. & Džinic, N. 2014. Effect of phytogenic feed additive (*Allium sativum* L.) on broiler chicken nutrition on breast meat quality and tissues cholesterol content. In: *Proceedings of International scientific conference, Agriculture in Nature and Environment Protection*, Vukovar, Croatia, 28-30 April 2014, 75-80, Croatian Soil Tillage Research Organization (CROSTRO), Osijek, Croatia.

Viliene, V., Raceviciute-Stupeliene, A., Bliznikas, S., Pockevicus, A., Nutautaite, M. & Sasyte, V. 2022. The impact of different inclusion levels of whole barley in feed on growth performance, carcass, and gastrointestinal traits of broilers. *Czech journal of animal science*, vol. 67, no. 4, 147-156. <https://doi.org/10.17221/3/2022-CJAS>.

Wan, X., Ahmad, H., Zhang, L., Wang, Z. & Wang, T. 2018. Dietary enzymatically treated *Artemisia annua* L. improves meat quality, antioxidant capacity and energy status of breast muscle in heat-stressed broilers. *Journal of the science food and agriculture*, vol. 98, no. 10, 3715-3721. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8879>.

Zapletal, D., Karásková, K. & Straková, E. 2017. Changes in growth performance and body and carcass composition of common pheasants (*Phasianus colchicus* L.) following three generation of selection for higher 7-week body weight. *Animal production science*, vol., 57, no. 2, 223-228. <https://doi.org/10.71/AN14952>.

Poděkování

Tato práce byla podpořena projektem ITA Veterinární univerzity Brno, s registračním číslem FVHE/TA/212031/ITA2021.

Kontaktní adresa

MVDr. Vlastimil Šimek, Ph.D., VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: simekv@vfu.cz

**Procesné zmeny počas fritovania zemiakových hranolčiekov
v repkovom oleji z pohľadu obsahu akrylamidu**
*Process changes during frying of potato chips in rapeseed oil from the
point of view of acrylamide content*

Zeleňáková, L.¹, Gabašová, M.¹, Ciesarová, Z.², Kukurová, K.², Jelemenská, V.²,
Golian, J.¹

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
²NPPC Výskumný ústav potravinársky v Bratislave

Súhrn

Cieľom výskumu bolo analyzovať zmeny obsahu akrylamidu v zemiakových hranolčiekoch fritovaných v repkovom oleji za rôznych podmienok (175 °C/4 min a 200 °C/3 min). Na stanovenie akrylamidu bol použitý LC-MS/MS- kvapalinový chromatograf najnižšie množstvo akrylamidu bolo detegované vo vzorke K, čo sú surové zemiakové hranolččky (2,9 µg/kg), porovnateľne vysoký obsah bol zistený vo vzorke B a D (6,7 a 4,7 µg/kg). Vzorka C obsahovala 16,7 µg/kg a vzorka A 40,6 µg/kg. Proces fritovania mal vplyv na variabilitu obsahu akrylamidu v hranolčiekoch, pričom najmarkantnejší rozdiel bol zistený počas fritovania čerstvých zemiakových hranolčiekoch. Po prvom fritovaní pri 175 °C/4 min bol zaznamenaný nárast z 2,9 na 707 µg/kg, po dosiahnutí TPM (24 %) vystúpil dokonca na 2464 µg/kg. Ešte vyššie hodnoty boli zaznamenané pri fritovaní 200 °C/3 min s hodnotami 2,9 – 1317 – 3081 µg/kg. Podstatne nižšie hodnoty obsahu akrylamidu (max 110 µg/kg) boli zistené vo vzorkách komerčne vyrábaných zemiakových hranolčiekov, pričom vo všetkých kombináciách bol dodržaný limit, ktorý stanovuje predmetná legislatíva (500 µg/kg).

KLúčové slová: zemiaky, zemiakové hranolččky, akrylamid, kvapalinová chromatografia, limit

Abstract

The aim of the research was to analyse changes in acrylamide content in French fries deep-fried in rapeseed oil under different conditions (175 °C/4 min and 200 °C/3 min). Acrylamide was determined using LC-MS/MS - liquid chromatography-mass spectrometry. The lowest amount of acrylamide was detected in sample K, which are raw potato fries (2.9 µg/kg), with comparably high content found in samples B and D (6.7 and 4.7 µg/kg). Sample C contained 16.7 µg/kg, and sample A 40.6 µg/kg. The frying process influenced the variability of acrylamide content in fries, with the most significant difference observed during the frying of fresh French fries. After the first frying at 175 °C/4 min, an increase from 2.9 to 707 µg/kg was recorded, and after reaching TPM (24%), it even rose to 2464 µg/kg. Even higher values were recorded during deep-frying at 200 °C/3 min with values from 2.9 to 1317 to 3081 µg/kg. Significantly lower acrylamide content (max 110 µg/kg) was found in commercially produced French fries, with all combinations adhering to the limit set by the relevant legislation (500 µg/kg).

Key words: potatoes, potato chips, acrylamide, liquid chromatography, limit

Úvod

Akrylamid je karcinogénna látka, ktorá sa tvorí najmä v škrobovitých potravinách pri vysokých teplotách. Vzniká z asparagínu a cukru počas prípravy zvyčajne nad 120 °C. V

roku 2017 Európska komisia zverejnila nariadenie na kontrolu hladín akrylamidu v rámci hlavných zdrojov expozície. V roku 2019 bolo zavedené nové odporúčanie na monitorovanie prítomnosti akrylamidu v iných potravinách (EK, 2014).

Hranolčky sú jedným z hlavných prispievateľov k diétnemu príjmu akrylamidu (EFSA, 2015; Koszucka et al., 2020), hoci odhadované úrovne príjmu akrylamidu často nezohľadňujú správanie spotrebiteľov počas prípravy tohto jedla (FSA, 2017).

Vyprážené zemiaky (hranolčky, lupienky) sú náchylné na tvorbu akrylamidu kvôli vysokému obsahu prekursorov v čerstvých hľuzách a intenzite tepelnej úpravy aplikovanej počas vyprážania (Williams, 2005).

Sektor zemiakového priemyslu neustále zdokonaľuje stratégie zmiernovania množstva akrylamidu, ktoré zahŕňajú výber vhodných odrôd zemiakov, kontrolu prepravných a skladovacích podmienok procesu a používania alternatívnych technológií. Ukázalo sa, že variabilita počas fáz pred vyprážením a počas vyprážania má priamy vplyv na obsah akrylamidu vo vyprážených zemiakoch pripravených z čerstvých zemiakov (Mesias et al., 2021).

Tieto rozdiely možno minimalizovať, keď sa použijú mrazené predsmažené hranolčky, pretože pásiky surových zemiakov sa pred smažením blanšujú, sušia a čiastočne vyprážajú, čím sa mení koncentrácia prekursorov akrylamidu (Parker et al., 2012).

Obsah akrylamidu v hranolčkoch je ovplyvnený rôznymi faktormi, ako sú kultivátor zemiakov, použité hnojivo, podmienky skladovania, použitá predbežná úprava, podmienky varenia (teplota, čas), množstvo prekursorov nachádzajúcich sa v zemiakoch, tiež použitý olej na vyprážanie (Yang et al., 2016).

Vplyv cyklov vyprážania na tvorbu akrylamidu sa skúmal v rôznych štúdiách (Santos et al., 2018; Lingnert et al., 2002), keďže táto kulinárska prax sa vo všeobecnosti používa vo fast food-och. Opakovaným vyprážením sa oxidáciou menia fyzikálno-chemické vlastnosti oleja a oleje sú náchyľnejšie na tvorbu akrylamidu.

Keďže akrylamid vzniká na konci procesu vyprážania, teplota počas druhej polovice procesu je dôležitejšia ako teplota regulovaná termostatom (Fiselier et al., 2006).

Ďalším faktorom, ktorý môže ovplyvniť obsah akrylamidu v hranolčkoch je koeficient prestupu tepla olejov používaných na vyprážanie. Zemiaky vyprážené v olejoch s nižšími koeficientmi prestupu tepla tvoria nižšiu hladinu akrylamidu, kým olej s vyšším koeficientom prestupu tepla vyvinie viac akrylamidu v konečnom produkte (Zhang et al., 2015).

V štúdiu realizovanej Santosom et al. (2018) sa ukázalo, že obsah akrylamidu v hranolčkoch vyprážených pri 175 °C v extra panenskom oleji, arašidovom oleji a repkovom oleji nebol ovplyvnený použitým olejom, ale počtom hodín vyprážania.

Naproti tomu Abd Razak et al. (2021) dospel k záveru, že typ oleja ovplyvňuje obsah akrylamidu v hranolčkoch, ktorý sa zvyšuje po 80 hodinách vyprážania. Najvyšší obsah sa zistil v repkovom oleji, po ktorom nasleduje sójový olej, slnečnicový olej a palmový olej.

Materiál a metódy

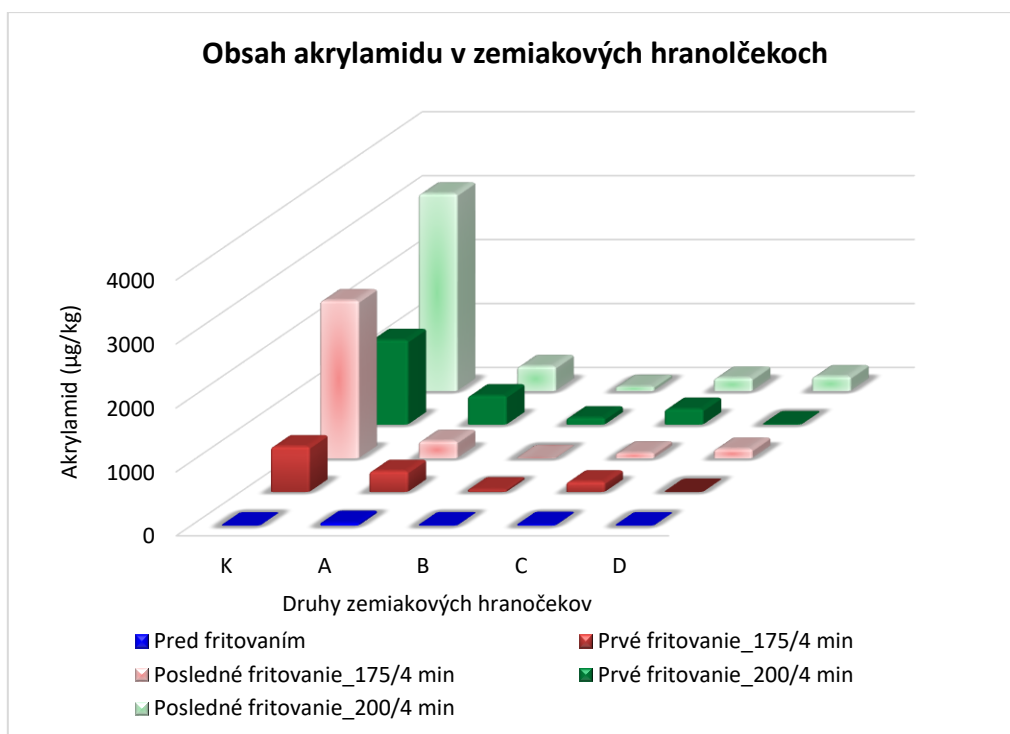
Čerstvé nakrájané zemiaky (K) a hlbokozmrazené predsmažené zemiakové hranolčky od štyroch rôznych producentov (A, B, C, D) boli fritované v repkovom oleji pri dvoch rôznych kombináciách teploty a času (175 °C/4 min a 200 °C/3 min). Fritovanie zemiakových hranolčkov prebiehalo nepretržite niekoľko dní (6 hodín denne) až do dosiahnutia limitu pre obsah polárnych zložiek – TPM (24 %), čo znamená prepálenie, resp. opotrebovanie oleja. Mimo doby fritovania bol olej uchovaný v uzavretej fritéze pri

izbovej teplote. V rámci výskumu boli fritované rovnaké množstvá zemiakových hranolčiekov (100 g) a dodržané rovnaké podmienky fritovania. Fritovací cyklus sa opakoval každých 15 minút. Vzorky zemiakových hranolčiekov boli odoberané a následne analyzované v pôvodnom stave, po prvom a nakoniec po poslednom fritovaní. Na analýzu akrylamidu bolo použitých 100 g zemiakových hranolčiekov, ktoré boli v mixéri zhomogenizované a po zmrazení dopravené do externého laboratória NPPC VÚP s cieľom stanoviť obsah akrylamidu. Vzorky boli vyšetrené metódou LC-MS - kvapalinový chromatograf s detektorom Agilent Technologies 6460 Triple Quad.

Výsledky a diskusia

Cieľom výskumu bolo analyzovať zmeny obsahu akrylamidu v zemiakových hranolčiekoch fritovaných v repkovom oleji za rôznych podmienok (175 °C/4 min a 200 °C/3 min).

Z výsledkov vyplýva, že obsah akrylamidu v pred smažených hranolčiekoch od štyroch rôznych výrobcov a v surových zemiakových hranolčiekoch bol rozdielny. Ako vyplýva z grafu 1, najnižšie množstvo akrylamidu bolo detegované vo vzorke K, čo sú surové zemiakové hranolčieky (2,9 µg/kg), porovnateľne vysoký obsah bol zistený vo vzorke B a D (6,7 a 4,7 µg/kg). Vzorka C obsahovala 16,7 µg/kg a najvyššie východzie množstvo bolo zistené vo vzorke A (40,6 µg/kg).



Graf 1: Obsah akrylamidu v zemiakových hranolčiekoch fritovaných pri rôznych podmienkach

Proces fritovania mal vplyv na variabilitu obsahu akrylamidu v hranolčiekoch, pričom najmarkantnejší rozdiel bol zistený počas fritovania čerstvých zemiakových hranolčiekoch. Po prvom fritovaní pri 175 °C/4 min bol zaznamenaný nárast z 2,9 na 707 µg/kg, po dosiahnutí TPM (24 %) vystúpil dokonca na 2464 µg/kg. Ešte vyššie

hodnoty boli zaznamenané pri fritovaní 200 °C/3 min s hodnotami 2,9 – 1317 – 3081 µg/kg.

Podstatne nižšie hodnoty obsahu akrylamidu boli zistené vo vzorkách komerčne vyrábaných zemiakových hranolčekov, pričom vo vzorke B nedosiahla ani jedna kombinácia fritovania hodnotu vyššiu ako 110 µg/kg.

Výsledky zároveň ukázali, že vyššie množstvo akrylamidu bolo zistené u hranolčekoch fritovaných pri 200 °C, avšak výskum ukázal, že u vzoriek A, B, C bol po poslednom fritovaní detegovaný nižší obsah akrylamidu v porovnaní s prvým fritovaním. Iba vzorkách K a D bol trend opačný a t. z., že dĺžkou fritovania sa zvyšoval aj obsah akrylamidu.

Nariadenie Európskej komisie 2158/2017 ukladá prevádzkovateľom potravinárskych podnikov a spracovateľom potravín v Európe prijať také opatrenia, ktoré vedú k zníženiu prítomnosti akrylamidu vo výrobkoch podľa zásady ALARA, pričom tieto opatrenia sú primerané veľkosti a povahe prevádzok. Výrobky na báze zemiakov sú jedným z hlavných prispievateľov k expozícii akrylamidom (EFSA, 2015) vzhľadom na obsah akrylamidu nich a na frekvenciu ich spotreby. Pre hranolčeky pripravené na konzumáciu bola stanovená referenčná úroveň akrylamidu 500 µg.kg⁻¹, čo znamená, že v prípade prekročenia tejto referenčnej hodnoty sú výrobcovia povinní prijať adekvátne opatrenia, ktoré vedú k zníženiu akrylamidu v konkrétnom výrobku pod túto hodnotu.

V našich výsledkoch vyplynulo, že všetky vzorky komerčne vyrábaných hranolčekov fritovaných v repkovom oleji za stanovených podmienok vykazovali nižšie množstvá akrylamidu, ako stanovuje predmetná legislatíva.

V nasledujúcej časti uvádzame ukážku štatistického spracovania získaných výsledkov u hranolčekov B fritovaných pri 175 °/4 min, ako aj 200 °C/3 min (tabuľka 1).

Tabuľka 1: Charakteristika obsahu akrylamidu (µg/kg) v zemiakových hranolčekoch B fritovaných v repkovom oleji za rôznych teplotných a časových podmienok

Vzorka	Parameter				
	\bar{X}	X_{min}	X_{max}	SD	v (%)
Kontrola	6,7 ^g	5,00	8,00	1,247	18,9
175 °C/4 min (a)	37,82 ^d	37,09	38,32	0,566	1,5
200 °C/3 min (b)	106,81 ^a	104,48	109,01	1,859	1,7
175 °C/4 min (c)	3,51 ^e	3,15	3,77	0,279	7,9
200 °C/3 min (d)	67,40 ^b	65,20	69,16	1,697	2,5

Poznámka: \bar{X} – stredná hodnota; X_{min} – minimum; X_{max} – maximum; SD – štandardná odchýlka; v – variáčny koeficient. Rôzne písmená a, b, c, d, e, f, g uvedené so strednými hodnotami v stĺpcoch predstavujú štatisticky významné rozdiely medzi pozorovanými odrodami ($p < 0,005$).

Z tabuľky 1 vyplýva, že kombinácia 200 °C/3 min viedla k vyššiemu obsahu akrylamidu v porovnaní s druhou teplotno-časovou kombináciou fritovania. Každá vzorka (a, b, c, d) mala jedinečný obsah akrylamidu, pričom vzorka b mala najvyšší priemerný obsah akrylamidu (106,81 µg/kg) a vzorka c má najnižší obsah (3,51 µg/kg). Vzorky b a d mali relatívne nízke hodnoty variácie, čo naznačuje menšiu variabilitu obsahu akrylamidu v porovnaní so vzorkami A a C.

Granda a Moreira (2005) na základe výskumu potravín zmerali profily koncentrácie akrylamidu v zemiakových lupienkoch. Uviedli, že existuje protichodný účinok, pri

ktorom sa rýchlosť tvorby akrylamidu rýchlo zvyšuje v počiatočnom štádiu vyprážania a potom sa po určitom čase postupne znižuje.

Zaujímavú štúdiu vykonali Sanny et al. (2013). Cieľom bolo získať prehľad o vplyve pokynov na vyprážanie na kontrolné rozhodnutia pracovníkov manipulujúcich s potravinami v reštauráciách a preskúmať vplyv kontrolných rozhodnutí na variácie a koncentráciu akrylamidu v hranolčkoch. Údaje analyzované pre každú reštauráciu ukázali, že keď pracovníci manipulujúci s potravinami správne dodržiavali pokyny, priemerná koncentrácia akrylamidu bola výrazne nižšia ($169 \mu\text{g.kg}^{-1}$) ako pred poskytnutím pokynov ($1\,517 \mu\text{g.kg}^{-1}$).

Kinetika širokého spektra produktov oxidácie a tvorby akrylamidu je určená teplotou a časom vyprážania. Tvorba začína pri teplotách nad 120°C , pričom maximálna rýchlosť nastáva pri teplotách vyšších ako $170 - 180^\circ\text{C}$ (Pedreschi et al. 2007). Zvýšenie obsahu akrylamidu môže byť spôsobené tepelnou citlivosťou Maillardovej reakcie vyskytujúcej sa medzi redukujúcimi cukrami a asparagínom (Muttucumaru et al., 2017).

Variabilita obsahu akrylamidu závisí od mnohých faktorov ako je teplota ($>120^\circ\text{C}$), vysoký obsah sacharidov, nízky obsah bielkovín, voľný asparagín, redukujúce cukry, pH, obsah vody, hydrogenuhličitan amónny, vysoká koncentrácia konkurenčných aminokyselín. Obsah akrylamidu možno efektívne znížiť starostlivým výberom a skladovaním surovín a zmenou postupov pri tepelnej príprave pokrmov. Na záver treba zdôrazniť, že akrylamid nie je jediným ukazovateľom kvality zemiakových hranolčiek. Nemenej dôležité sú sensorické a textúrne vlastnosti, nutričná hodnota (najmä profil mastných kyselín), ako aj termodegradačné vlastnosti, ktoré sú sprevádzané chemickými reakciami ako oxidácia, polymerizácia triglyceridov (TAG) a hydrolýza (Gabašová et al., 2023).

Záver

Vďaka neustálym inováciám, ktoré zlepšujú a zrýchľujú procesy, ekologickejším postupom, revolučným nápadom a vynaliezavejšiemu mysleniu môžu výrobcovia garantovať a dodávať gastronomickým prevádzkam hranolčky s nízkym obsahom akrylamidu v najvyššej kvalite.

V našich výsledkov vyplynulo, že všetky vzorky komerčne vyrábaných hranolčiek fritovaných v repkovom oleji za stanovených podmienok vykazovali nižšie množstvá akrylamidu, ako stanovuje predmetná legislatíva. Správny výber surovín je kľúčový, pretože ovplyvňuje prípravu bezpečných a kvalitných zemiakových hranolčiek. Použitie hranolčiek s nízkym obsahom akrylamidu v gastronomickej praxi však nezaručuje ich bezpečnosť. Dôležité sú aj ďalšie parametre spracovania priamo v gastronomických prevádzkach.

Literatúra

Abd Rrazak, R., Tarmizi, A. H. A., Kuntom, A., Sanny, M., Ismail, I. S. 2021. Intermittent frying effect on French fries in palm olein, sunflower, soybean and canola oils on quality indices, 3-monochloropropane-1,2-diol esters (3-MCPDE), glycidyl esters (GE) and acrylamide contents. In *Potravinárstvo*, 124: 107887.

EFSA (European Food Safety Authority). 2015. Scientific opinion on acrylamide in food. In *EFSA Journal*, 13, 4104. Dostupné na: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4104>

EC (European Commission). 2017. Commission Regulation (EU) 2017/2158 of 20 November 2017 establishing mitigation measures and benchmark levels for the reduction of the presence of acrylamide in food. Official Journal of the European Union, 304, 24-

44. Aktualizované 2021. Dostupné na: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f3b45fb-ce6b-11e7-a5d5-01aa75ed71a1/language-en>.
- Fiselier, K., Bazzocco, D., Gama-Baumgartner, F., Grob, K. 2006. Influence of the frying temperature on acrylamide formation in French fries. In *Eur. Food Res. Technol.*, 222(3-4), 414-419. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0046-6>
- FSA (Food Standards Agency). (2017). Acrylamide in the Home: Home-cooking Practices and Acrylamide Formation. Aktualizované 2021. Dostupné na: <https://www.food.gov.uk/research/research-projects/acrylamide-in-the-home-the-effects-of-home-cooking-on-acrylamide-generation>
- Gabašová, M., Zelenáková, L., Ciesarová, Z., Benešová, L., Kukurová, K., Jelemenská, V. 2023. The variability of acrylamide content in potato French fries depending on the oil used and deep-frying conditions. In *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences Online*. ISSN 1337-0960. 17 (1), 170-184. Dostupné na: <https://doi.org/10.5219/1857>
- Granda, C., Moreira, R. G. 2005. Kinetics of acrylamide formation during traditional and vacuum frying of potato chips. In *Journal of Food Process Engineering*. 28 (5), 478-493. Wiley. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2005.034.x>
- Koszucka, A., Nowak, I., Motyl, I. 2020. Acrylamide in human diet, its metabolism, toxicity, inactivation and the associated European Union legal regulations in food industry. Crit. Rev. In *Food Sci. Nutr.*, 60, 1677-1692. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1588222>
- Lingnert, H., Grivas, S., Jägerstad, M., Skog, K., Törnqvist, M., Peråman. 2002. Acrylamide in food: mechanisms of formation and influencing factors during heating of foods. Scandinavian In *Journal of Nutrition*, 46(4), 159-172. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/110264802762225273>
- Mesias, M., Delgado-Andrade, C. F., Holgado, L., Gonzalez-Mulero, F. J. 2021. Effect of consumer's decisions on acrylamide exposure during the preparation of French fries. part 1: frying conditions. In *Food Chem. Toxicol.*, 147, 111857. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111857>
- Muttucumaru, N., Powers, S. J., Elmore, J. S., Dodson, A., Briddon, A., Mottram, D. S., Halford, N. G. 2017. Acrylamide-forming potential of potatoes grown at different locations, and the ratio of free asparagine to reducing sugars at which free asparagine becomes a limiting factor for acrylamide formation. In *Food Chemistry*. 220, 76-86. Elsevier BV. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.199>
- Parker, J. K., Balagiannis, D. P., Higley, J., Smith, G., Wedzicha, B. L., Mottram, D. S. 2012. Kinetic model for the formation of acrylamide during the finish-frying of commercial French fries. *J. Agric. Food Chem.*, 60(36), 9321-9331. <https://doi.org/10.1021/jf302415n>
- Sanny, M., Luning, P. A., Jinap, S., Bakker, E. J., Van Boekel, M. A. 2013. Effect of Frying Instructions for Food Handlers on Acrylamide Concentration in French Fries: An Explorative Study. In *Journal of Food Protection*, 76 (3), 462-472. Dostupné na: <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-049>
- Santos, C. S. P., Molina-Garcia, L., Cunha, S.C., Casal, S. 2018. Fried potatoes: Impact of prolonged frying in monounsaturated oils. In *Food Chem*, 243, 192-201.
- Zhang, H., Cheng, L., Wang, L., Qian, H. 2015. Influence of deep-frying using various commercial oils on acrylamide formation in French fries. In *Food Additives & Contaminants: Part A*, 32(7), 1083-1088.
- Yang, Y., Achaerandio, I., Pujolà, M. 2016. Influence of the frying process and potato cultivar on acrylamide formation in French fries. In *Food Control*, vol. 62, s. 216-223.

Williams, J.S.E. 2005. Influence of variety and processing conditions on acrylamide levels in fried potato crisps. In *Food Chemistry*, vol. 90, s. 875-881. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.05.050>.

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

Kontaktná adresa

doc. Ing. Lucia Zeleňáková, PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 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)

Obsah dusičnanov v mrkve siatej (*Daucus carota*) na slovenských trhoviskách

*Content of nitrates in carrots (*Daucus carota*) sold on slovak marketplaces*

Zeleňáková, L., Jakabová, S., Fikselová M., Kolesárová, A., Mendelová A.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Cieľom práce bolo stanoviť obsah dusičnanov v mrkve siatej predávanej na dvoch slovenských trhoviskách (Nitra a Bardejov). Nákup a analýza mrkvy od 4 miestnych predajcov prebiehala podľa harmonogramu každý mesiac, so začiatkom marec 2023 a ukončením február 2024. Stanovenie obsahu dusičnanov v mrkve bolo realizované pomocou priamej potenciometrie s použitím dusičnanej iónoselektívnej metódy (ISE). Najvyšší obsah dusičnanov ($205,83 \pm 170,31$ mg/kg) bol zistený u predajcu 2 na miestnom trhovisku v Nitre, naopak najnižší obsah ($60,64 \pm 64,10$ mg/kg) bol zaznamenaný na miestnom trhovisku v Bardejove od predajcu 3. Z hľadiska sezonality sme najvyšší obsah dusičnanov $534,43$ mg/kg zistili v mesiaci október. Pod medzou detekovateľnosti sa ocitli vzorky z letných mesiacov júl a jún. Z výsledkov vyplynul klesajúci trend v priemernom obsahu dusičnanov v poradí jeseň > zima > jar > leto. Záverom treba konštatovať, že všetky analyzované mrkvy spĺňali predmetnú legislatívu ustanovujúcu maximálne hodnoty obsahu dusičnanov v potravinách.

KLúčové slová: mrkva siata, dusičnany, iónovo selektívna elektróda, zdravotná bezpečnosť

Abstract

The aim of the study was to determine the nitrate content in cultivated carrots sold at two Slovak marketplaces (Nitra and Bardejov). The purchase and analysis of carrots from four local vendors took place monthly, following a schedule that started in March 2023 and concluded in February 2024. The determination of nitrate content in the carrots was carried out using direct potentiometry with a nitrate ion-selective electrode (ISE) method. The highest nitrate content (205.83 ± 170.31 mg/kg) was found in the carrots from vendor 2 at the local market in Nitra, while the lowest content (60.64 ± 64.10 mg/kg) was recorded at the local market in Bardejov from vendor 3. Regarding seasonality, the highest nitrate content of 534.43 mg/kg was detected in October. Samples from the summer months of June and July fell below the detection limit. The results indicated a decreasing trend in the average nitrate content in the order of autumn > winter > spring > summer. In conclusion, it should be noted that all analysed carrots met the relevant legislation establishing maximum nitrate content values in food.

Key words: carrot, nitrates, variety ion-selective electrode, food safety

Úvod

Mrkva siata (*Daucus carota* L. subsp. *Sativus*) sa pestuje už viac ako 1000 rokov a je jednou z najobľúbenejších zelenín na svete. V súčasnosti sa pestuje hlavne v Európe a Ázii. V roku 2020 boli najväčšími producentmi mrkvy a repy v Európe: Spojené kráľovstvo Veľkej Británie a Severného Írska (799 715 ton) a Poľsko (689 100 ton).

V Ázii boli hlavnými výrobcami Indonézia (675 760 ton) a Japonsko (601 016 ton) (FAOSTAT, 2022).

Mrkva je globálne významná rastlinná plodina, ktorá obsahuje základné bioaktívne zložky, ako sú antokyány, karotenoidy a ďalšie fenolové zlúčeniny. Dodáva špecifickú chuť a štruktúru rôznym jedlám po celom svete. Rovnako ako aj iné zeleniny, aj kvalita mrkvy je náchylná na degradáciu mnohými faktormi, ako sú mechanické poškodenie, teplo, či biochemické reakcie (Zhang et al., 2017).

Skoré odrody sa pestujú na jar či jeseň pre čerstvú konzumáciu, zatiaľ čo neskoré odrody sa pestujú pre skladovanie a konzerváciu. Pre produkciu koreňa sa mrkva pestuje ako jednoročná a žne sa v štádiu listových ružíc, na semenárske účely sa zozbierané korene druhým rokom znovu vysádzajú alebo sa nechávajú prezimovať v zemi. Na trh sa mrkva buď dodáva v surovom stave, alebo sa spracováva rôznymi priemyselnými postupmi (mrazenie, sušenie, sterilizácia samostatne aj v zmesiach, výroba mrkvových štiav atď.) (Pekárková, 2004).

Koreňová zelenina predstavuje skupinu, ktorá je obzvlášť citlivá na prítomnosť kontaminantov, pretože pôda môže byť znečistená splaškovými kalmi alebo hnojivami (Kumar et al., 2021).

Takže obsah dusičnanov a dusitanov závisí od vlastností pôdy, svetelných podmienok, obsahu vlhkosti, vegetačného obdobia, hustoty výsadby, geografickej oblasti, hnojenia, dátumu zberu, druhu alebo odrody zeleniny (Poberezny et al., 2017).

V dôsledku mnohých biotických faktorov vyplývajúcich z poľnohospodárskych postupov a klimatických podmienok, t. j. pestovanie druhov a abiotické faktory, sa dusičnany môžu hromadiť a stať sa dôležitou zložkou koreňovej zeleniny. Všeobecne povedané, hlavnými faktormi ovplyvňujúcimi obsah dusičnanov sú odroda, čas zberu, podmienky skladovania a doba skladovania (Salehzadeh et al., 2020).

Obsah dusičnanov v koreňovej zelenine závisí od druhu, v poradí: zeler > mrkva > petržlen, pastrnák. Pri zbere obsahuje mrkva približne 300 mg/kg až 400 mg/kg dusičnanov v závislosti od odrody a agroklimatických podmienok. Pričom limitom pre dojčenskú výživu sú hladiny blížiac sa 400 mg/kg. Nižší rast dusičnanov bol pozorovaný v mrkve skladovanej za podmienok vyššej relatívnej vlhkosti v porovnaní s mrkvou skladovanou v podmienkach nižšej relatívnej vlhkosti. Medzi umytými a neumytými koreňmi neboli pozorované žiadne významné rozdiely v hladinách dusičnanov (Ding et al., 2018).

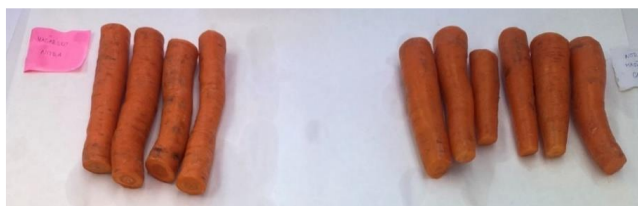
V zmysle uvedeného bolo cieľom práce stanoviť obsah dusičnanov v mrkve siatej predávanej na dvoch slovenských trhoviskách.

Materiál a metódy

Nákup a analýza mrkvy od 4 miestnych predajcov prebiehala podľa harmonogramu každý mesiac, so začiatkom marec 2023 a ukončením február 2024.

Pre účely výskumu bol na jednotlivé analýzy použitý koreň mrkvy siatej, ktorý patrí k bežne konzumovanej časti tejto koreňovej zeleniny. Išlo o jednu odrodu mrkvy, ktorá bola zakúpená na trhoviskách vždy deň pred samotnou analýzou. Mrkvy boli opakovane kúpené od dvoch predajcov z Nitry (vzorky 1 a 2) a dvoch lokálnych predajcov z Bardejova (vzorky 3 a 4). Mrkva kúpená od predajcu 1 a 2 (trhovisko v Nitre) bola pestovaná na Slovensku s výnimkou mesiacov marec, apríl, máj, jún, január a február, kedy bola pestovaná v Maďarsku. Predajca 3 celoročne pestoval mrkvu v Poľsku a až z troch krajín, konkrétne Slovenska, Českej republiky a Grécka, pochádzala mrkva, ktorú na bardejovskej tržnici ponúkal predajca 4. Od každého predajcu sme pritom zakúpili

4 až 5 mrkvi rovnakej odrody, so sumárnou hmotnosťou min 150 g. Sumárne bolo za celý rok spracovaných a analyticky vyšetrovaných 179 vzoriek mrkvy siatej.



Obrázok 1: Vzorky mrkvy pred analýzou

Vzorky mrkvy bez vizuálneho poškodenia boli pred každou analýzou zbavené listov a hrubých nečistôt, následne umyté pitnou vodou, opláchnuté v destilovanej vode a usušené papierovými utierkami. Nakoľko sme sa šupiek mrkvi nezabavovali musel preto byť povrch mrkvy dokonale očistený podľa našich možností. Homogénna konzistencia bola dosiahnutá rozmixovaním vzoriek v nádobe pomocou sekacieho noža. Stanovenie obsahu dusičnanov v prefiltrovaných výluhoch mrkvy sme zrealizovali pomocou priamej potenciometrie s použitím dusičnanej iónoselektívnej metódy (ISE). Táto metóda je založená na meraní elektrického potenciálu, ktorý sa vytvára na membráne dusičnanej ISE v závislosti od aktivity dusičnanových iónov. Na analýzu obsahu dusičnanov v mrkve sme použilo zariadenie SI Analytics Lab 845 a dusičnanovú iónovo selektívnu elektródu, pričom išlo o pH meter s možnosťou merania v móde ISE. ISE elektróda sa pred meraním aktivovala pomocou obnovovacieho roztoku s koncentráciou 1 mmol/l. Vzorky mrkvy sa zhomogenizovali, navážili v množstve 10g do kadičiek a pridalo sa 100 ml horúceho zmesného roztoku 1% síranu hlinitého a 0,1% síranu strieborného. Vzorky sa 5 min povarili vo vodnom kúpeli a následne sa prefiltrovali. V získaných filtrátoch sa po vychladnutí zmeral elektrický potenciál pomocou ISE elektródy v mV. Hodnoty v mV sme pomocou metódy kalibračnej krivky prepočítali na obsah dusičnanov v čerstvých vzorkách mrkvy v programe Microsoft Office Excel v jednotkách mg NO₃⁻/kg.

Všetky analýzy boli uskutočnené v laboratóriu Katedry hygieny a bezpečnosti potravín na Ústave potravinárstva FBP SPU v Nitre.

Výsledky a diskusia

Koncentrácia dusičnanov v mrkve je veľmi dôležitá, pretože predstavuje jednu zo základných, najčastejšie používaných surovín, pre výrobu detskej výživy. Z tohto dôvodu by mala mať táto zelenina čo najnižšiu možnú koncentráciu dusičnanov, ako to stanovuje nariadenie Komisie (ES) č. 655/2004 (Smoleň a Sady, 2009).

Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky z 11. septembra 2006 č. 18558/2006-SL, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu Slovenskej republiky upravujúca kontaminanty v potravinách, hovorí o tom, že dusičnany sú soli kyseliny dusičnej, ktoré sa do potravín dostávajú ako kontaminanty prevažne z pôdy a vody. Najvyššie prípustné množstvo (NO₃⁻) je pre koreňovú zeleninu ustanovené na 700 mg/kg a pre rýchlenu mrkvu na 1500 mg/kg.

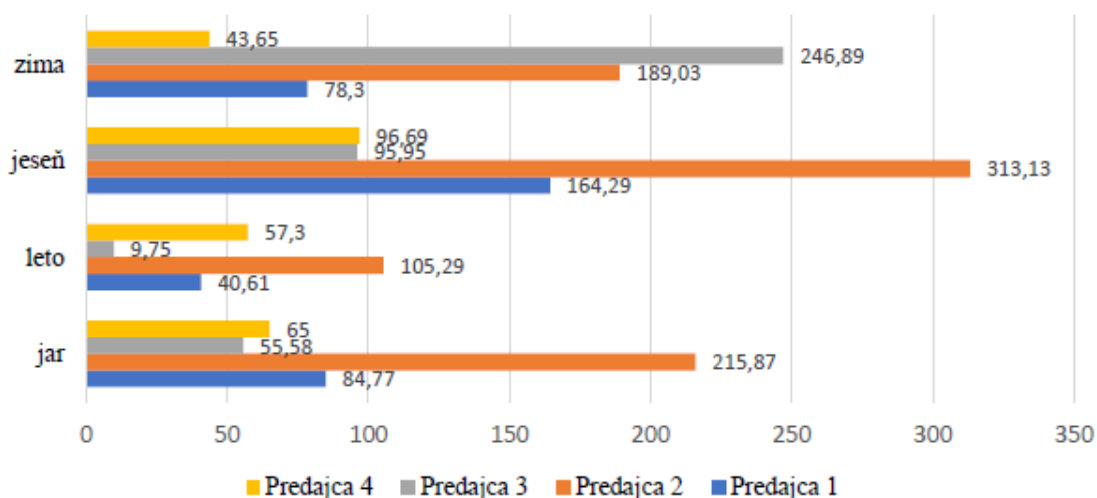
Môžeme konštatovať, že všetky analyzované vzorky mrkvy odoberané v priebehu jedného roka (marec 2023 – február 2024) spĺňali podmienky ustanovujúce najvyššie prípustné množstvá dusičnanov.

Za celé sledované obdobie bolo u predajcu 1 (Nitra) zakúpených a zanalyzovaných 43 vzoriek mrkvy, pričom priemerný obsah dusičnanov bol 110,39 ± 91,10 mg/kg. Najvyšší

obsah dusičnanov bol zistený v jesennom mesiaci september a to 264,12 mg/kg, naopak najnižší bol zaznamenaný v letnom období v mesiaci júl, kedy bol dokonca pod detekčným limitom. V auguste sme v mrkve zistili v priemere 55,26 mg/kg dusičnanov. Priemerný obsah dusičnanov v mrkve od predajcu 2 (Nitra) bol $205,83 \pm 170,31$ mg/kg, pričom najvyšší bol detegovaný v mesiaci október (534,43 mg/kg) a najnižší v júli (0,79 mg/kg). Vzorky s maďarským pôvodom boli zakúpené v 5 mesiacoch a to marec, máj, jún (2023) január a február (2024). Aj u tohto predajcu bol priemerný obsah dusičnanov v mrkve pochádzajúcej z Maďarska nižší (128 mg/kg) v porovnaní so slovenskými pestovateľmi, kde sme stanovili až 261,34 mg/kg.

Za sledované obdobie bolo od predajcu 3 (Bardejov) analyzovaných 53 vzoriek mrkvy s priemerným obsahom dusičnanov $60,65 \pm 64,10$ mg/kg. Najvyšší obsah sme zaznamenali v zime v decembri s hodnotou 212,87 mg/kg. Podstatne nižšie hodnoty boli zistené v letnej sezóne, pričom v júli to bolo v priemere 3,65 mg/kg, v júni boli hodnoty pod detekčným limitom použitej analytickej metódy.

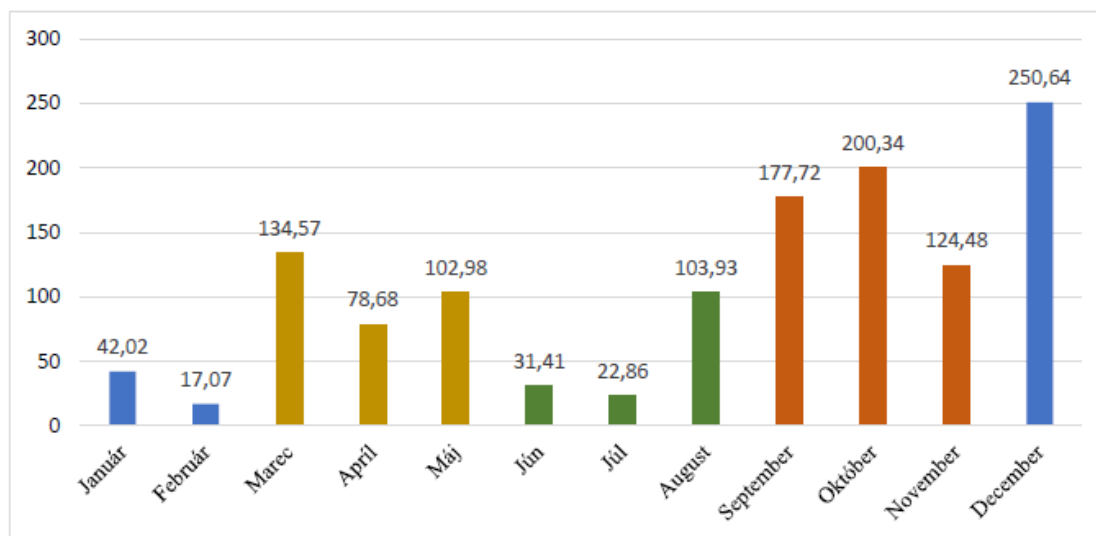
Výsledky analýz mrkvy nakupovanej od predajcu 4 (Bardejov) ukázali, že za celé sledované obdobie bol priemerný obsah dusičnanov v mrkve $65,50 \pm 56,27$ mg/kg. Najvyššie množstvo bolo zistené v jesennom mesiaci september (172,62 mg/kg), najnižší v mesiaci jún (pod detekčným limitom). Ako už bolo uvedené, mrkva od Predajcu 4 pochádzala najmä z Poľska (11 mesiacov), iba jedna vzorka bola zo Slovenska. Priemerný obsah dusičnanov v mrkve pochádzajúcej z Poľska bol 56,26 mg/kg. Mrkva zakúpená v septembri od slovenského pôvodcu obsahovala 167,18 mg/kg.



Graf 1: Obsah dusičnanov v mrkve zakúpenej o štyroch rôznych predajcov na trhoviskách

Najvyšší priemerný obsah dusičnanov za celé obdobie bol zistený u mrkvy slovenského pôvodu. Z výsledkov zároveň vyplynulo, že na obsah dusičnanov má na základe našich zistení významný vplyv nielen krajina pôvodu, ale aj miesto kúpy mrkvy.

V nasledujúcej časti sa nachádza porovnanie výsledkov ročného stanovenia obsahu dusičnanov v mrkve na základe sezonality. Jednotlivé mesiace sme porovnávali nezávisle od predajcov či miesta kúpy vzoriek. Cieľom bolo zhodnotiť, ktorý z mesiacov bol z hľadiska obsahu dusičnanov najvýznamnejší a teda aj najnáročnejší.



Graf 2: Porovnanie priemerného obsahu dusičnanov v mrkve na základe sezonality

Z Grafu 2 vyplýva, že priemerný obsah dusičnanov vo vzorkách mrkvy sa v závislosti od sezonality líši. Veľký rozdiel vidíme v zimnom období v mesiaci december, kedy je hodnota najvyššia a to 250,64 mg/kg. V letných mesiacoch sú hodnoty najnižšie, v jarnom a jesennom období sa obsah dusičnanov držal v relatívne stabilnej hladine.

Z výsledkov zároveň vyplynul klesajúci trend v priemernom obsahu dusičnanov v poradí jeseň > zima > jar > leto.

Wu (2024) vo svojej štúdiu uviedol, že pokiaľ ide o zimu, je vyššia hodnota NO_3^- v pôde oproti letnému obdobiu. Popísal, že dôvodom môže byť zvýšené zaťaženie NO_3^- v zime spôsobené napríklad väčšími infiltračnými frakciami odpadových vôd, tiež majú vplyv sezónne zmeny a dynamiku môže tiež spôsobiť poľnohospodárstvo.

Naše zistenia z analýzy túto štúdiu potvrdzujú, nakoľko podľa našich výsledkov, vyšší obsah NO_3^- sa vo vzorkách mrkvy naozaj vyskytoval v zime v porovnaní s letom. Táto skutočnosť mohla nastať v dôsledku pestovania koreňovej zeleniny, ktorá sa vysieva v jari. Mrkva do obdobia zimy mala dlhšiu dobu na akumuláciu dusičnanov z pôdy v porovnaní s letným obdobím.

Nezávislá štúdia, ktorá skúmala vplyv sucha a dažďov na vplyv vylúhovania dusičnanov v pôde tiež potvrdzuje, že v období sezónneho sucha (leto) dochádza k potlačeniu nitrifikácie a mineralizácie N v pôde o 13 – 20 %. Sezónne sucha a vlhkosť vyvolávajú zmeny na N transformáciách narušením dynamiky mikrobiálnych aktivít, pôdnej vlhkosti, príjmu živín rastlinami a dostupnosti uhlíka (C) a N (Chen et al., 2017).

Najvyšší priemerný obsah dusičnanov sme zaznamenali v jesennom období. Toto zistenie porovnávame so štúdiou od Brkić (2017), ktorá skúmala obsah dusičnanov v rôznej listovej zelenine. Obsah dusičnanov bol nameraný v najvyšších koncentráciách v jesennom období s hodnotou 1264 mg/kg, pričom v jarnom období to bolo 703,7 mg/kg. To jednoznačne potvrdzuje naše výsledky, kedy sme v jeseni namerali najvyššie hodnoty 167,58 mg/kg a v jari 105,31 mg/kg. Koreňová zelenina má dlhšie obdobie rastu ako listová zelenina, tiež sa častejšie pestuje už od jari až do konca jesene, záleží od kultivarov, tým sa líši od listovej zeleniny.

Záver

Mrkva siata (*Daucus carota L. subsp. Sativus*) patrí medzi široko konzumovanú zeleninu na svete, dostupnú celoročne. Táto koreňová zelenina patrí do skupiny, ktorá akumuluje stredný obsah dusičnanov z pôdy 250 – 1000 mg/kg čerstvej hmotnosti. Zo získaných informácií vyplýva, že medzi najefektívnejšie možnosti znižovania obsahu dusičnanov v zelenine patrí:

- vzdelávanie a poskytovanie informácií pestovateľom a poľnohospodárom o dôsledkoch nadmerného používania dusičnanových hnojív pri pestovaní plodín
- pravidelné testovanie pôdy na voľne dostupné dusičnany, aby bolo možné určiť potrebu dodatočného dusíka
- výber a aplikácia vhodných hnojív, s čím súvisí náhrada používania dusičnanových hnojív (dusičnanu vápenatého) hnojivami na báze chloridov (chloridu vápenatého)
- dobrý manažment úrody, s čím súvisí aj riadenie množstva dusičnanov v pôde
- využívanie červeného svetla pri pestovaní plodín, ktoré je účinné pri znižovaní koncentrácie dusičnanov

Záverom treba konštatovať, že všetky analyzované mrkvy spĺňali predmetnú legislatívu ustanovujúcu maximálne hodnoty obsahu dusičnanov v potravinách.

Literatúra

- Brkić, D., Bošnjir, J., Bevardi, M. et al. 2017. Nitrate in Leafy Green Vegetables and Estimated Intake. In *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines: AJTCAM*. (Online), vol. 14, no. 3, p. 31-41. Dostupné na: <https://journals.athmsi.org/index.php/ajtcam/article/view/4643/2876>
- Ding, Z., Johanningsmeier, S. D. Price, R. et al. 2018. Evaluation of Nitrate and Nitrite Contents in Pickled Fruit and Vegetable Products. In *Food Control*, (Online). vol. 90, p. 304-311. Dostupné na: <https://doi.10.1016/j.foodcont.2018.03.005>
- FAOSTAT. 2022. (Online) Dostupné na: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Chen, Z., Ding, W., Xu, Y. et al. 2016. Increased N₂O Emissions During Soil Drying After Waterlogging and Spring Thaw in a Record Wet Year. In *Soil Biology and Biochemistry*. (Online), vol. 101, p. 152-764. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.07.016>
- Kumar, A., Sahnawaz, M. D., Sarkar, B. et al. 2021. Retention Dynamics of Multi-metal Contaminants from Pond Ash Slurry Into Fine Grained Soil. In *Journal of the Indian Chemical Society*. (Online), vol. 98, no. 12. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jics.2021.100229>
- Pekárková, E. 2004. *Pěstujeme mrkev, ředkvičky, celer a další kořenové zeleniny*. Grada Publishing, Praha. 97 s. ISBN 80-247-0744-6
- Poberezny, J., Wszelaczynska, E., Goscinna, K. et al. 2017. Environmental and Technological Carrot Safety Conditions. Part II. Changes in Nitrites Contents Determined by the Environment and Processing. In *Environmental Protection and Natural Resources* (Online). vol. 28, no. 2, p. 12-15. Dostupné na: <https://doi.org/10.1515/oszn-2017-0013>
- Salehzadeh, H., Maleki, A. Rezaee, R. et al. 2020. The Nitrate Content of Fresh and Cooked Vegetables and Their Health-related Risks. In *PloS one* (Online). vol. 15. Dostupné na: <https://doi.10.1371/journal.pone.0227551>
- Smoleń, S., Sasy, W. 2009. The Effect of Various Nitrogen Fertilization and Foliar Nutrition Regimes on the Concentrations of Nitrates, Ammonium Ions, Dry Matter and

N-total in Carrot (*Daucus carota* L.) Roots. In *Scientia Horticulturae*. (Online), vol. 119, no. 3, p. 219-231. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.07.030>
Wu, Y., Huaiging, L., Hongxin, Z. et al. 2024. Sources and Seasonal Variations of Nitrate in the Coastal Multiple-aquifer Goundwater of Beihai, Southern China. In *Journal of Contaminant Hydrology*. (Online), vol. 262. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2024.104308>
Zhang, Ch., Feng, Y., Liu, Y. et al. 2017. Uptake and Translocation of Organic Pollutants in Plants. In *Journal of Integrative Agriculture*. (Online), vol. 16, no. 8, p. 1659-1668. Dostupné na: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61590-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61590-3)

PodĎakovanie: Analýzy a príspevok vznikli s finančnou podporou projektu VEGA 1/0239/21.

Kontaktná adresa

doc. Ing. Lucia Zelenáková, PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 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)

**Přítomnost sporogenních bakterií *Bacillus cereus* v modelových
vzorcích teplých pokrmů**
***Presence of Bacillus cereus sporogenous bacteria in hot dishes model
samples***

Zouharová, A., Dušková, M., Čutová, M., Králová, M., 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 výskytu sporogenních a toxigenních bakterií *Bacillus cereus* v čerstvě uvařených pokrmech. V rámci studie bylo uvařeno 6 různých pokrmů, u kterých byla zjištěna hodnota pH, aktivita vody (a_w) a obsah NaCl, jako parametrů ovlivňujících germinaci spor a růst bakterií. Pro kvantitativní i kvalitativní stanovení bakterií *B. cereus* v pokrmech byla použita metodika podle ČSN ISO 7932 (560092). Suspektní kolonie *B. cereus* byly identifikovány pomocí hmotnostní spektrometrie MALDI-TOF MS a charakterizace izolátů byla provedena metodou polymerázové řetězové reakce (PCR). S výjimkou dušené rýže byl *B. cereus* prokázán ve všech pokrmech, ale pouze po pomnožení. Přímou kultivací na agaru se *B. cereus* nepodařilo detekovat. U izolátů *B. cereus* získaných z pokrmů byly detekovány geny virulence kódující produkci nehemolytického enterotoxinu (Nhe), hemolysinu BL (Hbl), cytotoxinu K (CytK), tedy faktorů virulence zodpovědných za diarhogenní formu onemocnění. V rámci studie byla testována také přítomnost *B. cereus* v teplých pokrmech při skladování 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). V tomto případě se podařilo přímou kultivací detekovat *B. cereus* ve dvou pokrmech, ale vždy pouze ve 40 °C; v bramborové kaši po 2 a v dušené rýži po 4 hodinách skladování. Z výsledků je zřejmé, že možnost germinace spor a následný růst *B. cereus* v teplých pokrmech je reálné riziko, zejména pokud se teplý pokrm neudrží při doporučené teplotě minimálně na 60 °C.

Klíčová slova: *geny virulence, germinace, spory, teplý pokrm*

Abstract

Alimentary diseases caused by toxigenic sporogenous bacteria with a higher potential for survival in adverse temperature conditions represent a serious problem in the protection of public health. In this work, we dealt with the issue of the occurrence of sporogenic and toxigenic *Bacillus cereus* bacteria in freshly cooked foods. As part of the study, 6 different dishes were cooked, in which the pH value, water activity (a_w) and NaCl content were determined as parameters influencing spore germination and bacterial growth. The methodology according to ISO 7932:2004 was used for the quantitative and qualitative determination of *B. cereus* bacteria in food. Suspect *B. cereus* colonies were identified using MALDI-TOF MS mass spectrometry and characterization of the isolates was performed by the polymerase chain reaction (PCR) method. With the exception of steamed rice, *B. cereus* was detected in all dishes, but only after multiplication. Virulence genes encoding the production of non-hemolytic enterotoxin (Nhe), hemolysin BL (Hbl), cytotoxin K (CytK), i.e. virulence factors responsible for the diarrhoeal form of the

disease, were detected in *B. cereus* isolates obtained. The study also tested the presence of *B. cereus* in cooked food during storage at different temperature conditions (60 °C; 50 °C; 40 °C) and for different lengths of time (0.0 h; 1.0 h; 2, 0 h; 2.5 h; 4.0 h). In this case, it was possible to detect *B. cereus* in two dishes by direct cultivation, but always only at 40 °C after 3 (mashed potatoes) and 4 (steamed rice) hours of storage. It is clear from the results that the possibility of spore germination and subsequent growth of *B. cereus* in hot food is a real danger, especially if the hot food is not kept at the recommended temperature above 60 °C.

Keywords: *virulence genes, germination, spores, hot dishes*

Úvod

Bacillus cereus se stal v potravinářském průmyslu hygienickým i technologickým problémem s narůstající důležitostí (Bağcıoğlu et al., 2019). Tato sporogenní bakterie je široce rozšířena v životním prostředí. Prostřednictvím plodin se vegetativní buňky a zejména spory snadno dostávají do potravinového řetězce (Jeßberger et al., 2015).

Existují dva typy alimentárních onemocnění způsobených kmeny *B. cereus*, které se liší jak co do symptomů, tak původu. Jsou známé jako emetický a diarhogenní syndrom (Ramarao et al., 2020). V roce 2022 bylo v členských zemích EU evidováno 306 ohniskových onemocnění vyvolaných toxiny *B. cereus* (EFSA, 2023). Jako vehikulum byly zjištěny potraviny z kategorie *mixed food*, mezi které patří na prvním místě pokrmy. Pro prevenci růstu mikroorganismů v potravinách je obecně uznávané pravidlo „40-140“, které doporučuje z důvodů bezpečnosti potravin je 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 *B. cereus* dokáží přežít tepelnou úpravu potravin (Webb et al., 2019 uvádějí hodnotu D_{90 °C} mezi 5-102 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 provozovně 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 *B. cereus*.

Cílem této studie bylo zjistit, zda v čerstvě uvařených pokrmech detekujeme přítomnost bakterií *B. cereus* a tyto izoláty dále charakterizovat. Součástí této studie bylo také zjistit, zda různá doba a teplota skladování ovlivní detekci *B. cereus* v teplém pokrmu a potvrdit nebo vyloučit možné riziko při transportu pokrmů kurýrními službami.

Materiál a metody

Teplé pokrmy

Bramborová kaše, houbová omáčka, rajská omáčka a rýže vařená byly připraveny dle receptů Runštuk et al. (2015). Bucatini carbonara podle Bardi (2008) a ratatouille podle Roux (2015). Základní složení pokrmů uvádí tab. 1. Všechny uvedené pokrmy patřily do kategorie teplých pokrmů, během jejich přípravy dosáhla teplota při vaření minimálně 90 °C. K testování byl použit teploměr Testo 104-IR (Testo, Prague, Czech Republic).

Tabulka 1: Složení teplých pokrmů

pokrm	použité složky
bramborová kaše	čerstvé brambory, mléko
houbová omáčka	houby sušené, hovězí vývar, mléko, smetana, mouka
vařená rýže	rýže dlouhozrnná, cibule
rajská omáčka	hovězí vývar, rajčatový protlak, mrkev, celer, petržel, cibule, mouka
špagety carbonara	bucatini, vejce, slanina, parmazán, olivový olej, smetana, cibule
ratatouille	cukety, lilky, papriky, rajčata, cibule, olivový olej

V období 02-03/2023 byly připraveny uvedené pokrmy pro mikrobiologické vyšetření na přítomnost *B. cereus*.

V období 06/2023 až 04/2024 byly postupně připraveny všechny pokrmy z tabulky 1, které byly po uvaření rozděleny na jednotlivé porce (150 g). Tyto porce byly vloženy do polypropylenových misek a zabaleny bez výměny atmosféry na baliče 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 4 h byly odebrány jednotlivé vzorky a sledována přítomnost kmenů *B. cereus*. K mikrobiologickému vyšetření byly odebrány vzorky bezprostředně po zabalení a dále po 0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 3,0 a 4,0 h z nastavených teplot. Experimenty byly provedeny 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 (šarži 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 pufrovanou 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 *B. cereus* byl použit Mannitol Yolk Polymyxine B agar (MYP agar; OXOID, UK) podle ČSN ISO 7932 (560092) při 30 °C/24 h. Kvalitativní stanovení *Bacillus cereus* bylo provedeno inokulací z homogenátu po 24 hodinách kultivace při 30 °C na MYP agar (30 °C/24 h). Suspektní kolonie *B. cereus* byly přeočkovány na krevní

agar a izoláty s úplnou hemolýzou byly identifikovány pomocí hmotnostní spektrometrie MALDI-TOF MS.

Identifikace bakteriálních izolátů hmotnostní spektrometrií MALDI-TOF MS

Jednotlivé kolonie suspektních izolátů *B. cereus* byly po aplikaci na MALDI destičku v duplikátu převrstveny 1 µl HCCA matrice (nasycený roztok kyseliny α-kyano-4-hydroxyskořicové v acetonitrilu 50 %, vodě 47,5 % a kyselině trifluoroctové 2,5 %; Merck KGaA, Darmstadt, Německo). Suspektní izoláty *B. cereus* byly před použitím matrice převrstveny 1 µl 70% kyseliny mravenčí a ponechány k zaschnutí. Po zaschnutí matrice byly izoláty podrobeny analýze MALDI-TOF MS (UltrafleXtreme instrument, Bruker Daltonik, Germany; FlexControl 3.4 software; BioTyper software version 3.0; Bruker Daltonik; BioTyper database entries version 10.0). Byly brány v potaz pouze výstupy identifikace s BioTyper log(score) nad 2.0, což znamená vysoce spolehlivou identifikaci na úrovni druhu.

Polymerázová řetězová reakce – druhově specifická identifikace

Pro potvrzení *B. cereus sensu stricto* (*B. cereus s. s.*) byla použita polymerázová řetězová reakce (PCR). K izolaci DNA varem byly použity kolonie vykultivované na TGY agaru (30 °C/24 hodin). Jedna bakteriální kolonie byla suspendována ve 100 µl sterilního fyziologického roztoku a zahřáta na 100 °C/10 min., po čemž následovala centrifugace při 13 000 ot./min. Supernatant byl poté odpipetován do nové mikrocentrifugační zkumavky a alikvot 2 µl byl použit jako templátová DNA v PCR. Druhová identifikace *B. cereus s. s.* byla provedena na základě detekce genu *gyrB* kódujícího DNA gyrázovou podjednotku B (Yamada et al., 1999). Amplifikované produkty byly separovány elektroforézou na 2% agarózovém gelu v 0,5 × TBE pufru. Gely byly obarveny barvou Midori Green (Nippon Genetics, Düren, GE) a vizualizovány pomocí UV transiluminátoru (VWR, Radnor, USA).

Detekce genů virulence

Všechny izoláty *B. cereus* byly vyšetřeny na přítomnost genů *nheABC*, *hblCDA*, *cytK* a *ces* kódujících produkci nehemolytického enterotoxinu (Nhe), hemolysinu BL (Hbl), cytotoxinu K (CytK) a produkci cereulidu (Ces). K amplifikaci studovaných genů bylo použito pět sad multiplex-PCR. Detekce genů kódujících produkci vazebné složky B (*hblA*) a lytické složky L₂ (*hblC*) hemolysinu BL byla provedena dle Rowan et al. (2003). Ve druhé a třetí reakci byly *nheA* spolu s *nheC* a *nheB* s geny *hblD* detekovány pomocí specifických primerů (Ghelardi et al., 2002; Guinebretiere et al., 2002; Rowan et al., 2003). Primery používané pro detekci genů *ces* a *cytK-1* a *cytK-2* popsali Horwood et al. (2004) a Guinebretiere et al. (2006). Amplikony byly vizualizovány elektroforézou provedenou na 2% agarózovém gelu obarveném Midori Green (Nippon Genetics Europe, Düren, GE).

Výsledky a diskuse

Fyzikálně-chemické parametry připravených pokrmů

Podle tabulky 2 je zřejmé, že všechny připravené pokrmy zdaleka neobsahovaly podíl soli, který je limitní pro růst *B. cereus*. Webb et al. (2019) uvedli podíl 6 %, který představuje růstový limit pro *B. cereus*, fylogenetickou skupinu VI (pro skupinu I, která v rámci *B. cereus sensu lato* zahrnuje *B. mycoides* a *B. pseudomycoides* je limit 5 % NaCl).

Tabulka 2: Hodnoty pH, vodní aktivity a_w a podíly soli v připravených teplých pokrmech

pokrm	pH	a_w	NaCl (%)
houbová omáčka	6,27 ± 0,03	0,970 ± 0,001	1,35 ± 0,28
bramborová kaše	6,13 ± 0,00	0,973 ± 0,001	0,76 ± 0,02
vařená rýže	6,27 ± 0,02	0,973 ± 0,001	0,94 ± 0,00
ratatouille	4,63 ± 0,07	0,967 ± 0,002	1,40 ± 0,16
rajčatová omáčka	4,63 ± 0,03	0,970 ± 0,001	0,87 ± 0,02
špagety carbonara	6,36 ± 0,05	0,973 ± 0,001	0,74 ± 0,02

Hodnoty vodní aktivity a_w , které limitují růst *B. cereus* začínají od 0.965 (fylogenetická skupina I), příp. 0.960 (fylogenetická skupina VI). Z připravených pokrmů se nejnižší hodnota zjistila pro ratatouille (0.967). Tato hodnota ale dovoluje růst všech fylogenetických skupin *B. cereus* (Webb et al., 2019). V hodnotách pH je pro fylogenetické skupiny I, IV, V a VI limitní hodnotou pH 4,6, pro skupiny II, III nebo VII hodnota pH 4,3 (Webb et al., 2019). Z tohoto hlediska by pokrmy ratatouille a rajská omáčka svými hodnotami pH 4,6 mohly zabránit růstu *B. cereus* i za jinak příznivých teplotních podmínek. Teplota 40 °C je limitní pro skupinu VI (Webb et al., 2019), pro další skupiny jsou to teploty 43 °C (I, II, V), příp. 48 °C (III a VI; Webb et al., 2019). Některé kmeny *B. cereus* jsou schopné růst až do teploty 55 °C (Heo et al., 2009).

Záchyt *B. cereus* v čerstvě uvařených pokrmech

S výjimkou dušené rýže byla přítomnost *B. cereus* prokázána ve všech pokrmech, ale pouze po pomnožení. Přímou kultivací na agaru se *B. cereus* nepodařilo izolovat ani v jednom případě. Ve všech získaných izolátech byla zjištěna přítomnost genu *gyrB* a druhovou identifikaci potvrdila analýza MALDI-TOF MS. Ve vzorcích dušené rýže se *B. cereus* prokázat nepodařilo ani po pomnožení. Záchyt *B. cereus* v připravených pokrmech není překvapivým zjištěním. Přes veškerou snahu je *B. cereus* stále častým kontaminantem rozsáhlého spektra potravin a jejich složek, včetně rýže, mléčných výrobků, koření, sušených potravin či zeleniny (Jessberger et al., 2020). Rahnema et al. (2023) provedli metaanalýzu výskytu *B. cereus* v potravinách. Celkový výskyt *B. cereus* byl 23,7 %, přičemž se lišil podle typu potravin či pokrmu, způsobu detekce i podle jednotlivých kontinentů. Yu et al. (2020) zjistili v Číně prevalenci *B. cereus* v potravinách k přímé spotřebě v 35 %.

Nepřítomnost *B. cereus* v dušené rýži není nic neobvyklého. Ve studii Navaneethan and Effarizah (2021) byl *B. cereus* detekován v 34 ze 100 vzorků vařené rýže odebraných v provozovnách stravovacích služeb. V návaznosti na tuto studii (Navaneethan and Effarizah, 2021) se stejní autoři věnovali určení vlivu tepelného opracování na přežívání a růst spor osmi různých kmenů *B. cereus* v rýži (Navaneethan and Effarizah, 2023). Po inokulaci a tepelném opracování (15 minut) byly vzorky skladovány při teplotě 4 °C, 25 °C a 30 °C po dobu 24 h, 48 h nebo 7 dní. Autoři zjistili, že schopnost spor přežít tepelné opracování je závislá od konkrétního kmene *B. cereus* s. l. Čtyři z osmi použitých kmenů nevykazovaly žádný nebo jen omezený růst při aplikování všech kombinací teplot a časů skladování. Jednalo se o kmeny, které byly původně izolovány z vařené rýže určené k přímé spotřebě (Navaneethan and Effarizah, 2021) a měly omezenou schopnost přežít tepelné opracování, což zdůrazňuje pravděpodobnost jejich původu jako kontaminantů až po uvaření.

Detekce genů virulence

Celkem bylo získáno a potvrzeno 10 izolátů *B. cereus*, u kterých byla provedena PCR za účelem detekce genů virulence. Onemocnění způsobené *B. cereus* může být ve dvou formách (diarhogenní a emetická) lišící se právě faktory virulence. U 80 % izolátů získaných z pokrmů v naší studii byla zjištěna přítomnost alespoň jednoho z genů virulence *nheABC*, *hblCDA*, *cytK*, které kódují produkci nehemolytického enterotoxinu (Nhe), hemolysinu BL (Hbl), cytotoxinu K (CytK), tedy faktorů virulence zodpovědných za diarhogenní formu onemocnění. Tato forma onemocnění je způsobena enterotoxiny, které jsou produkovány vegetativními buňkami *B. cereus* v zažívacím traktu. K propuknutí onemocnění je tedy potřeba požití dostatečné množství spor, které následně v tenkém střevě vyklíčí. Za infekční dávku je považováno množství 6 log spor/g potravin (Berthold-Putz et al., 2015). Gen *ces* kódující produkci cereulidu nebyl detekován u žádného z izolátů. Cereulid je emetický toxin, který je rezistentní k vysoké teplotě, pH a také je odolný vůči působení proteolytických enzymů. Způsobuje emetickou formu onemocnění, a to po konzumaci jídla kontaminovaného tímto toxinem (Rouzeau-Szynalski et al., 2020).

Záchyt *B. cereus* v průběhu skladování pokrmů při různých teplotách

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. *B. cereus* byl detekován u dvou pokrmů, a to u vařené rýže a bramborové kaše. V obou případech došlo k záchytu pouze při skladování v teplotě 40 °C. V bramborové kaši byl *B. cereus* detekován už po 2 hodinách v počtu 1,6 log KTJ/g a po 4 hodinách již 4,3 log KTJ/g. Vzhledem k tomu, že infekční dávka *B. cereus* pro diarhogenní syndrom je 5-7 log buněk (celkově požitých) a pro emetický syndrom již 5 log KTJ/g potravin (Tirloni et al., 2022), stačí doba několika málo hodin, aby se při teplotě 40 °C množství bakterií dostaly na rizikovou hodnotu. V případě vařené rýže byl *B. cereus* detekován po 4 hodinách (2 log KTJ/g). Mohammadi et al. (2024) zaznamenali rovněž růst *B. cereus* ve vzorcích čerstvých rýžových nudlích bez předchozí inokulace při 32 °C, kdy po 4 h zaznamenali populaci více jak 2 log KTJ/g. Naopak Juneja et al. (2019) ve vzorcích vařené neinokulované rýže žádné bakterie *B. cereus* nezaznamenali. V ostatních pokrmech a v jiných teplotách nebyl *B. cereus* v této studii detekován.

Závěr

Výsledky této studie potvrzují, že sporogenní a toxigenní bakterie *B. cereus* je v gastronomickém průmyslu reálný problém, který může ohrozit zdraví konzumentů. Ve všech uvařených pokrmech v této studii byly alespoň jednou izolovány bakterie *B. cereus*. Polymerázová řetězová reakce prokázala u 80 % získaných izolátů přítomnost alespoň jednoho z genů virulence zodpovědných za diarhogenní formu onemocnění. V bramborové kaši byl po 4 hodinách skladování ve 40 °C zjištěn počet *B. cereus* 4,3 log KTJ/g, v rýži 2 log KTJ/g. Závěrem lze tedy konstatovat, že dodržení teploty 60 °C při uvádění teplých pokrmů do oběhu je pro zachování zdravotní nezávadnosti pokrmu zásadní a distribuce pokrmů kurýrními službami je potenciálním nebezpečím.

Literatura

Bağcıoğlu, M., Fricker, M., Johler, S., Ehling-Schulz, M. 2019. and Identification of *Bacillus cereus*, *Bacillus cytotoxicus*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus mycoides* and

Bacillus weihenstephanensis via Machine Learning Based FTIR Spectroscopy. *Frontiers in Microbiology*, vol. 10, p. 902.

Bardi, C. 2008. *Italian Cooking*, 1st ed.; McRae Publishing Ltd: London, United Kingdom. 976 p.

Berthold-Pluta, A., Pluta, A. & Garbowska, M. 2015. The effect of selected factors on the survival of *Bacillus cereus* in the human gastrointestinal tract. *Microbial Pathogenesis*, vol. 82, pp. 7–14. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2015.03.015>

ČSN ISO 7932 (560092). Mikrobiologie potravin a krmiv - Horizontální metoda stanovení počtu presumptivních bakterií *Bacillus cereus* - Technika počítání kolonií při 30 °C - Změna 1: Zahrnutí nepovinných zkoušek. Mezinárodní organizace pro normalizaci, Ženeva, Švýcarsko. 2004, 27 p.

EFSA, 2023. The European Union one health 2022 zoonoses report. *EFSA Journal* 21, 8442. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8442>

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>

Heo, S.-K., Lee, J.-Y., Baek, S.-B., Ha, S.-D. 2009. A Response Surface Model To Describe the Effect of Temperature and pH on the Growth of *Bacillus cereus* in Cooked Rice. *Journal of Food Protection*, vol. 72, pp. 1296-1300.

Jessberger, N., Dietrich, R., Granum, P.E., Märklbauer, E. 2020. The *Bacillus cereus* food infection as multifactorial process. *Toxins*, vol. 12, p. 701. <https://doi.org/10.3390/toxins1211070>

Juneja, V. K., Golden, C. E., Mishra, A., Harrison, M. A., Mohr, T., Silverman, M. 2019. Predictive model for growth of *Bacillus cereus* during cooling of cooked rice. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 290, p. 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.09.023>

Matthews, K. R., Kniel, K. E., Montville, T. J. 2017. *Food microbiology: An introduction*. Fourth edition. ASM Press, Washington, DC. 597 p.

Mohammadi, B., Reyes, M. E. P., Smith, S. A. 2024. Survival, Growth, and Toxin Production of *Bacillus cereus* During Cooking and Storage of Fresh Rice Noodles. *Journal of Food Protection*, vol. 87, p. 100239, <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2024.100239>

Navaneethan, Y. & Effarizah, M. E. 2021. Prevalence, toxigenic profiles, multidrug resistance, and biofilm formation of *Bacillus cereus* isolated from ready-to eat cooked rice in Penang, Malaysia. *Food Control*, vol. 121, p. 107553. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107553>

Navaneethan, Y., Effarizah, M.E. 2023. Post-Cooking Growth and Survival of *Bacillus cereus* Spores in Rice and Their Enzymatic Activities Leading to Food Spoilage Potential. *Foods*, vol. 12, no. 626, p. 439 <https://doi.org/10.3390/foods12030626>

Rahnama, H., Azari, R., Yousefi, M.H., Berizi, E., Mazloomi, S.M., Hosseinzadeh, S., Derakhshan, Z., Ferrante, M., Conti, G.O. 2023. A systematic review and meta-analysis of the prevalence of *Bacillus cereus* in foods. *Food Control*, vol. 430, no. 143, p. 109250. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109250>

Ramarao, N., Tran, S. L., Marin, M., Vidic, J. 2020. Advanced Methods for Detection of *Bacillus cereus* and Its Pathogenic Factors. *Sensors (Basel, Switzerland)*, vol. 20, no. 9, p. 2667. <https://doi.org/10.3390/s20092667>.

Roux, M. *The Essence of French Cooking*, 1st ed.; Quadrille Publishing Ltd: London. 2015; 272 p.

- Rouzeau-Szynalski, K., Stollewerk, K., Messelhäusser, U. & Ehling-Schulz, M. 2020. Why be serious about emetic *Bacillus cereus*: Cereulide production and industrial challenges. *Food Microbiology*, vol. 85, p. 103279. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.103279>
- Runštuk, J., Srový, 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, p. 104055. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2023.104055>.
- Tirloni, E., Stella, S., Celandroni, F., Mazzantini, D., Bernardi, C., Ghelardi, E. 2022. *Bacillus cereus* in Dairy Products and Production Plants. *Foods*, vol. 11, p. 2572. <https://doi.org/10.3390/foods11172572>
- Vyhláška č. 137/2004 Sb. o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných (ČR). Sbirka zákonů. 2004, č. 382
- Webb, M. D., Barker, G. C., Goodburn, K. E., Peck, M. W. 2019. Risk presented to minimally processed chilled foods by psychrotrophic *Bacillus cereus*. *Trends in Food Science and Technology*, vol. 93, pp. 94-105. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.024>.
- Yu, S., Yu, P., Wang, J., Li, C., Guo, H., Liu, C., Kong, L., Yu, L., Wu, S., Lei, T., Chen, M., Zeng, H., Pang, R., Zhang, Y., Wei, X., Zhang, J., Wu, Q., Ding, Y. 2020. A Study on Prevalence and Characterization of *Bacillus cereus* in Ready-to-Eat Foods in China. *Front. Microbiol.*, vol. 10, p. 3043. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.03043>

Poděkování

Práce byla zpracována s podporou projektu Ministerstva zemědělství NAZV QK23020061.

Kontaktní adresa

Mgr. Alena Zouharová, Ph.D., 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: zouharovaa@vfu.cz

SEZNAM AUTORŮ

Ing. Petr Beněš

Ministerstvo zemědělství, Odbor bezpečnosti potravin, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1,
e-mail: petr.benes@mze.cz

Ing. Filip Beňo, Ph.D.

VŠCHT Praha, Fakulta potravinářské a biochemické technologie; Ústav konzervace
potravin, Technická 5, 166 28, Praha 6, e-mail: filip.beno@vscht.cz

MVDr. Josef Bican

KVS SVS pro Jihočeský kraj, VHS Písek a Mirovice, Záměstí 272, 386 01 Mirovice,
j.bican.kvsc@svscr.cz

MVDr. Eva Bino, PhD

Centrum biovied SAV, v.v.i. Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6,
040 01 Košice, Slovensko, email: bino@saske.sk

MVDr. Sandra Dluhošová, 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:
dluhosovas@vf.u.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 genetiky,
Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: katarina.sramkova@uniag.sk

MVDr. Hana Fleischmannová

KVS SVS pro Jihočeský kraj, Severní 2303/9, České Budějovice, 370 10, e-mail:
h.fleisch.kvsc@svscr.cz

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. Adam Hanuska

SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xhanuska@uniag.sk

RNDr. Danka Haruštiaková, Ph.D.

Masarykova univerzita, RECETOX, Přírodovědecká fakulta, Kotlářská 2, 602 00 Brno, ČR; E-mail: harustiakova@iba.muni.cz

Ing. Lenka Havlová, Ph.D.

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

MVDr. Šárka Hejlová, CSc.

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

Ing. Filip Hruška

VŠCHT Praha, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Ústav konzervace potravin, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice, email: hruskaf@vscht.cz

doc. MVDr. Josef Kameník, CSc., MBA

VETUNI 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: kamenikj@vfu.cz

Ing. Zuzana Kňazická, PhD.

SPU v Nitre, Fakulta agrobiologie a potravinových zdrojov, Ústav výživy a genomiky, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: zuzana.knazicka@uniag.sk

Ing. Jana Kopčková, PhD.

SPU v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Ústav výživy a genomiky,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jana.kopceкова@uniag.sk

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. Karel Kovařík

VETUNI Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: kovarikka@vfu.cz

MVDr. Michaela Králová, Ph.D.

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie
potravín živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail:
kralovam@vfu.cz

MVDr. Olena Kurbatska, Ph.D.

Laboratoř toxikologického monitoringu, Národní vědecké centrum, Ústav
experimentální a klinické veterinární medicíny, Hryhoriya Skovorody tř. 83, 61000
Charkiv, Ukrajina, e-mail: toxy-lab@ukr.net

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

MVDr. Andrea Lauková, CSc.

Centrum biovied SAV, v.v.i. Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6,
040 01 Košice, Slovensko, email: laukova@saske.sk

Roman Lauš

Mewery s.r.o., Moravské náměstí 13, 602 00 Brno, Česká republika, e-mail:
roman@mewery.io

MVDr. Petra Mačáková, Ph.D.

VETUNI Brno, 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.

NPPC, Výskumný ústav živočišnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: lucia.macuhova@nppc.sk

doc. MVDr. Andrej Marcin, CSc.

UVLF v Košiciach, Katedra výživy a chovu zvierat, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: andrej.marcin@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

MVDr. Lýdia Mesarčová, PhD.

UVLF Košice, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, Košice 041 8, e-mail: lydia.mesarcova@uvlf.sk

Ing. Zuzana Měřínská, Ph.D.

Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: zuzana.merinska@szu.cz

Mgr. Ing. Bohdana Mrňousová, 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: mrnousovab@vfu.cz

MVDr. Pavlína Navrátilová, 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: navratilovap@vfu.cz

Ing. Simona Ondruchová

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: ondruchovas@vfu.cz

Ing. Marta Oravcová, PhD.

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, VÚŽV Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: marta.oravcova@nppc.sk

doc. MVDr. Vladimír Ostrý, CSc.

Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin, Oddělení hodnocení zdravotních rizik a aplikované výživy, Palackého 3a, Brno, 612 42, e-mail: vladimir.ostry@szu.cz

doc. MVDr. Vladimír Pažout, CSc.

email: pazout.v@seznam.cz

Ing. Markéta Pětová

UNOB Brno, Fakulta vojenského leadershipu, katedra logistiky, Kounicova 65, 612 00 Brno, e-mail: marketa.petova@unob.cz

Mgr. Martin Pogádl

Trnavská univerzita v Trnave, Právnická fakulta, Ústav duševného vlastníctva, informačných technológií a produktového práva, Hornopotočná 23, 918 43 Trnava, Slovenská republika, e-mail: martin.pogadl@tvu.sk

MVDr. Monika Pogány Simonová, PhD.

Centrum biovied SAV, v.v.i., ÚFHZ, Šoltésovej 4-6, 04001, Košice, e-mail: simonova@saske.sk

doc. MVDr. Matej Pospiech Ph.D.

VETUNI Brno, 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 Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: pospislj@vfu.cz

MVDr. Veronika Pouzarová

KVS SVS pro Jihočeský kraj, Severní 2303/9, České Budějovice, 370 10, e-mail: v.pouzarova.kvsc@svscr.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

Mgr. Samuel Rybníkár, 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

RNDr. Jana Řeháková

Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: jana.rehakova@szu.cz

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@vfu.cz

MVDr. Vlastimil Šimek, Ph.D.

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: simekv@vfu.cz

Mgr. Jan Šmoldas

Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého třída 2952/3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: jan.smoldas@szu.cz

Ing. Marie Štichová

Bene Meat Technologies a.s., Budova Cube, Evropská 423/178, 160 00 Praha 6, e-mail: marie.stichova@benemeat.com, media@benemeat.com

prof. Ing. Vladimír Tančin, DrSc

SPU, FAPZ, Ústav chovu zvierat, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, NPPC-Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 95141 Lužianky, vladimir.tancin@uniag.sk

Ing. Martin Tomáška, PhD.

Výskumný ústav mliekárenský, a.s., Dlhá 95, 010 01 Žilina, Slovensko, tel.: +421 41 7072107, e-mail: tomaska@vumza.sk

Ing. Kristina Trenzová

VUT Brno, Fakulta chemická, Ústav chemie potravín a biotechnológií, Purkyňova 118, 612 00 Brno-Medlánky, e-mail: Kristina.Trenzova@vut.cz

Ing. Kristína Tvarožková, PhD.

SPU v Nitre, FAPZ, Ústav chovu zvierat, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská republika, e-mail: kristina.tvarozkova@gmail.com

Ing. Veronika Válková, Ph.D.

Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Ústřední inspektorát, Květná 15, 603 00 Brno, veronika.valkova@szpi.gov.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

MVDr. Natália Zábolyová

Centrum biovied SAV, v.v.i. Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6,
040 01 Košice, Slovensko, email: kotesovska@saske.sk

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,
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1387-7410>.

Mgr. Alena Zouharová, 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, Česká
republika, e-mail: zouharovaa@vfu.cz.

Hygiena a technologie potravin – LIII. Lenfeldovy a Höklovy dny

Vydala: Veterinární univerzita Brno

Počet stran: 332

Vydání: první

Copyright © 2024 Veterinární univerzita Brno

ISBN: 978-80-7305-970-5