

Bacillus cereus
v teplých pokrmech:
faktory ovlivňující
klíčení spor a množení

Autor: Bc. Ing. Kateřina Stojanová

Obsah přednášky

01

Bacillus cereus

Taxonomie, charakteristika, růstové parametry, výskyt a šíření, odolnost a přežívání, cesty kontaminace, patogeneze, onemocnění, riziko, enzymy a virulence, adheze a kolonizace, odolnost a přežívání, legislativa a prevence

03

Současný výzkum na VETUNI

Modelování růstu *Bacillus cereus* ve vařených pšeničných těstovinách

02

Prediktivní mikrobiologie

Obecná charakteristika, typy prediktivních modelů, využití v praxi

04

Závěr a diskuze

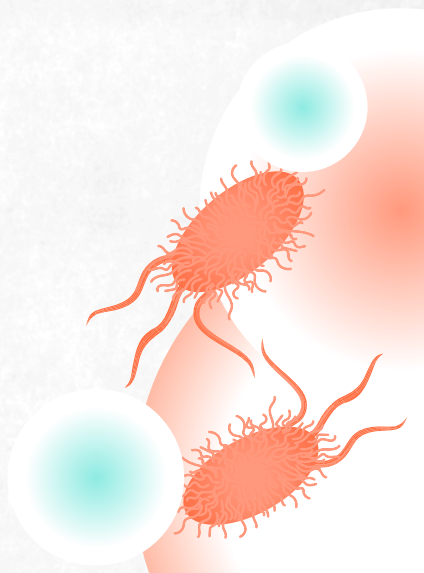
Shrnutí poznatků, závěr, prostor pro diskuzi



01

Bacillus cereus

Taxonomie, charakteristika, růstové parametry, výskyt a šíření, odolnost a přežívání, cesty kontaminace, patogeneze, onemocnění, riziko, toxiny, adheze a kolonizace, odolnost a přežívání, legislativa a prevence



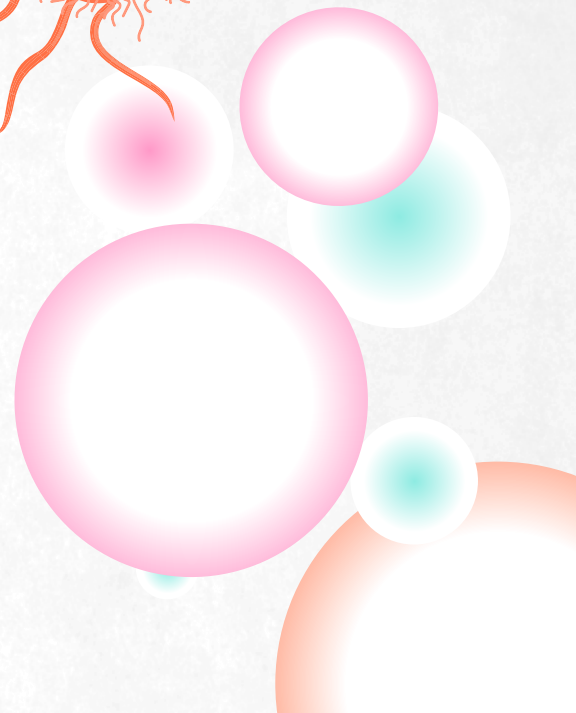
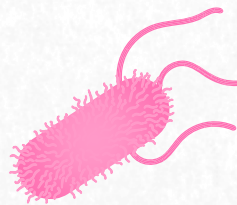
Taxonomie rodu

- Přetrvávající **taxonomické nejasnosti**
- ***Bacillus cereus sensu lato*** (s.l.)
- **Zástupci:** *B. cereus* s.s., *B. anthracis*, *B. thuringiensis*, *B. mycoides*, *B. pseudomycoides*, *B. cytotoxicus* aj.
- **Rozlišení:** mikrobiologické a biochemické testy (např. sekvenování genů)
- **Význam** pro klasifikaci **virulence** a **patogenity**



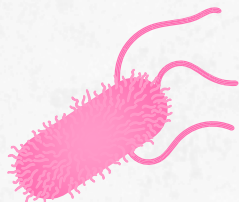
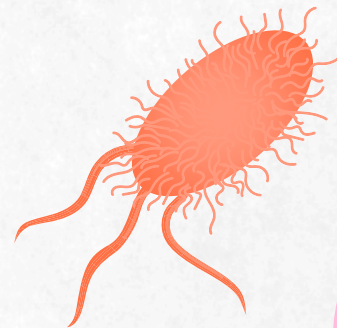
Charakteristika

- Grampozitivní, pohyblivá, tyčinkovitá bakterie
- Aerobní či fakultativně anaerobní
- Výskyt: **všudypřítomná** v prostředí
- Produkce vysoce **odolných endospor**



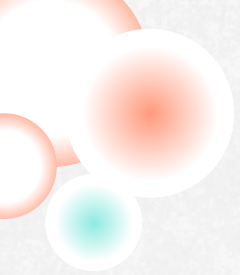
Výskyt a šíření

- V prachu, půdě, vodě, rostlinách, GIT savců i hmyzu
- Snadno se dostává do **potravinového řetězce** → **přežívání** v různých podmínkách
- Schopnost **proteolýzy, lipolýzy, fermentace**
- **Odolný** vůči **běžnému zpracování** potravin



Odolnost a přežívání

- **Spory přežívají** působení **vysokých teplot, chlazení, sušení, nízkých hodnot pH, záření, chemické konzervace**
 - **Biofilmy** komplikují sanitaci
- význam v **potravinářských provozech**



Důležité parametry růstu *B. cereus*



Teplota

4/30-40/55 °C



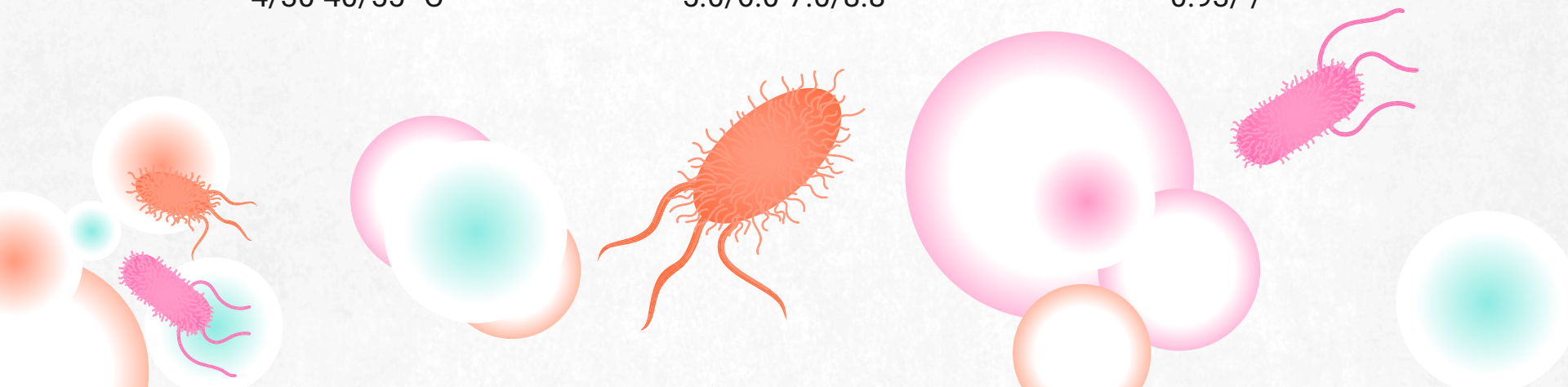
pH

5.0/6.0-7.0/8.8



Aw

0.93/-/-





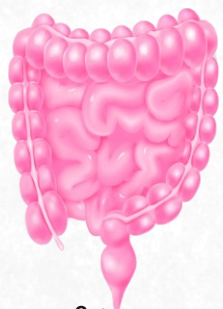
Cesty kontaminace

- Původ v **prostředí** → **potravní řetězec**
- **Kontaminace** během **sklizně, zpracování, skladování, prodeje**
- **Biofilm** → **přežití** na površích a v potrubích
- **Hygienické selhání** při výrobě i manipulaci v provozovnách veřejného stravování a domácnostech

Patogeneze

**GI
onemocnění**

**Emetická
forma**

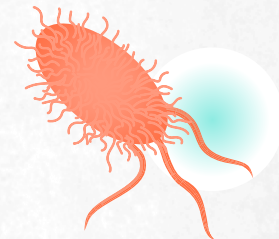
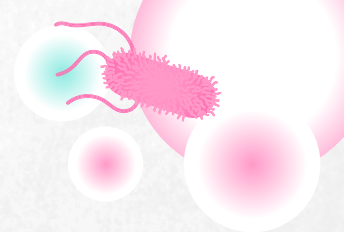
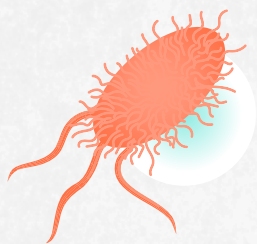


**Průjmová
forma**

• **cereulid**

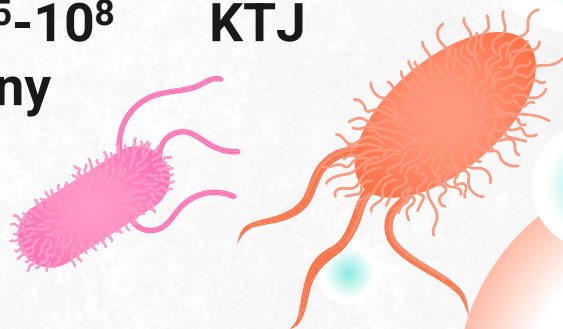
- **různé mechanismy účinku toxinů**
 - **odlišné symptomy**
- **závažnost onemocnění závislá na různých faktorech**

• **enterotoxiny**



Emetická forma onemocnění

- Požití cyklického, **tepelně stabilního** peptidu **cereulidu**, přítomného **v potravíně** (málo antigenní → obtížná detekce)
- **Hladina bakterií** potřebná k vytvoření rizikového množství **cereulidu**: cca **10^5 - 10^8 KTJ** **vegetativních buněk** či **spor/g potraviny**
- **Inkubační doba 1–5 h**
- Časté **zvracení**, nevolnost, (průjem)
- **Škrobnaté potraviny**



Průjmová forma onemocnění

- Vzniká po **požití spor** → **klíčení** ve střevě
- **Vyvolávající dávka:** cca 10^5 - 10^7 KTJ buněk celkem
- Produkce **enterotoxinů** (Nhe, HBL, CytK) proteinové povahy *in situ*
- **Inkubační doba:** 8–16 h
- Vodnatý **průjem**, křeče, bolesti břicha
- **Zelenina a další potraviny rostlinného původu, mléko, masné výrobky**



Riziko



Škrobnaté potraviny

Těstoviny, brambory,
rýže...



Masné výrobky, mléko, ryby



Nedostatečně zchlazené potraviny

Ovoce, zelenina,
saláty, omáčky,
pudinky,
polévky,
zapékané
pokrmý

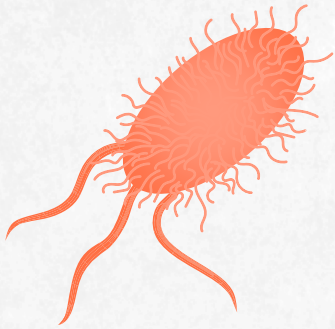
Opakovaně ohřívané potraviny

Riziková teplotní zóna

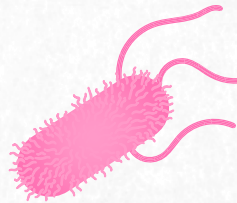
4 – 60 °C



Toxiny

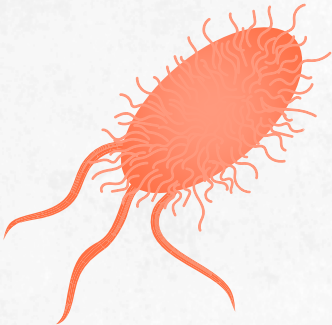


- **Fosfolipázy, proteázy, hemolysiny**
- **Poškození** tkání a buněčných membrán → podpora **šíření infekce** (narušením epiteliálních bariér, degradací mezibuněčných struktur, indukci zánětlivé odpovědi)
- **Cereulid**



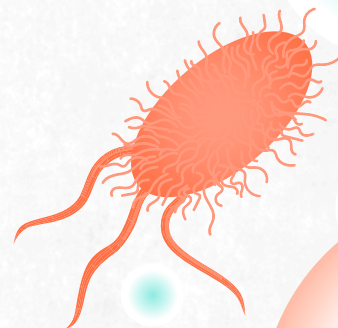
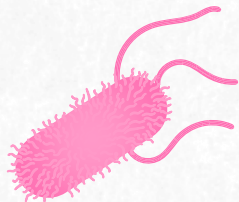
Adheze a kolonizace

- **Adheze** ke střevnímu hlenu a epitelu
- **Proteiny S-vrstvy, flagelin, pily, bičíky, buněčně vázané proteázy**
- **Kolonizace** umožňuje **perzistenci**



Legislativa a prevence

- Vyhláška č. **137/2004** Sb. (Zákon č. 258/2000 Sb.)
- Vyhláška č. **121/2023** Sb. (Zákon č. 110/1997 Sb.)
- **Uchování** teplých pokrmů **nad 60 °C nebo zchlazení pod 4 °C** (studené pokrmy: 8 °C)
- Rychlé **zchlazení** pokrmů
- **HACCP** + programy nezbytných předpokladů





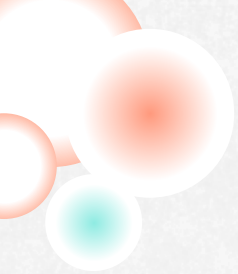
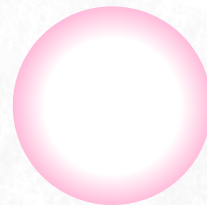
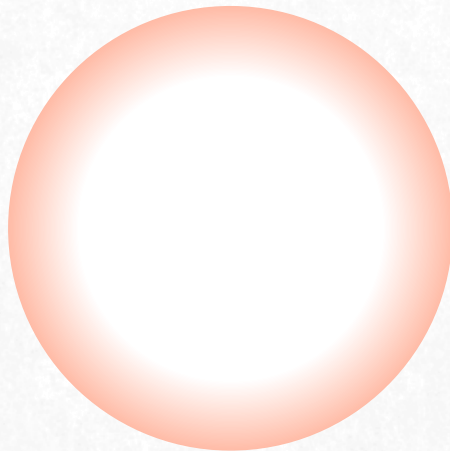
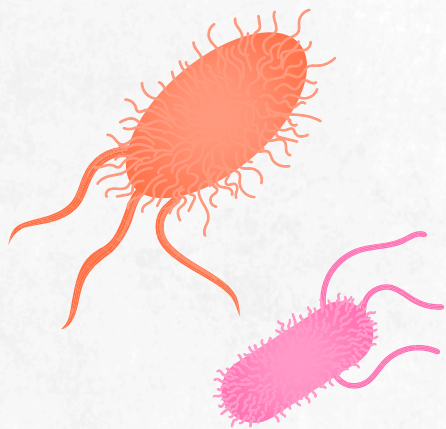
02

Prediktivní mikrobiolog

Obečná charakteristika, typy
prediktivních modelů, využití v praxi

Prediktivní mikrobiologie – obecná charakteristika

- Věda o **předpovědi chování mikroorganismů**
- **Závislost růstu MO** na vnitřních a vnějších podmínkách



Typy prediktivních modelů

Primární

Popis růstu MO v ča.

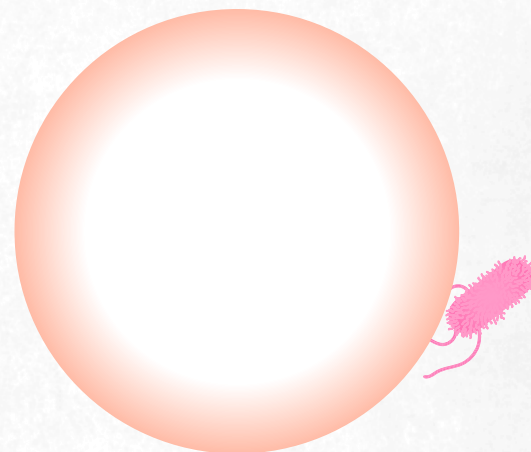
Sekundární

Zahrnutí vlivu podmínek
(T, pH, Aw...)



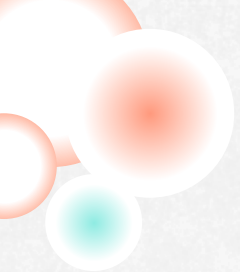
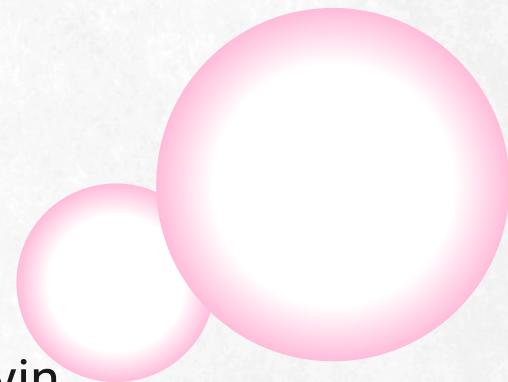
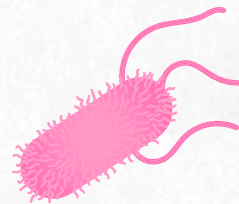
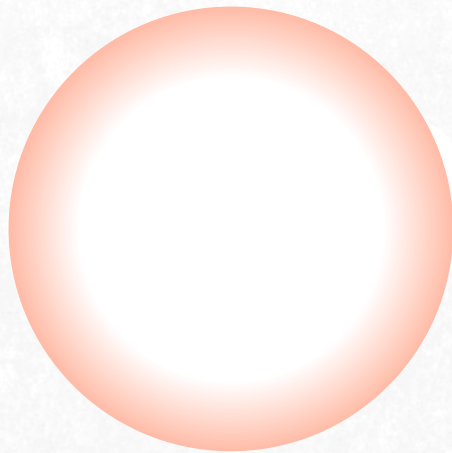
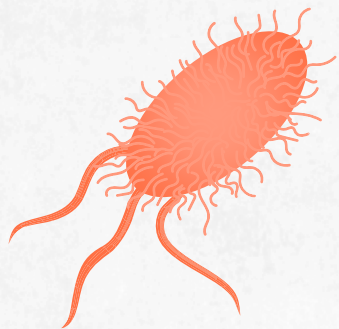
Terciární

Integrace do softwaru



Využití v praxi

- Zajištění **mikrobiologické bezpečnosti** potravin
- **Nástroj** pro HACCP a QM systém
- Pomoc při **optimalizaci procesů** nejen v potravinářství

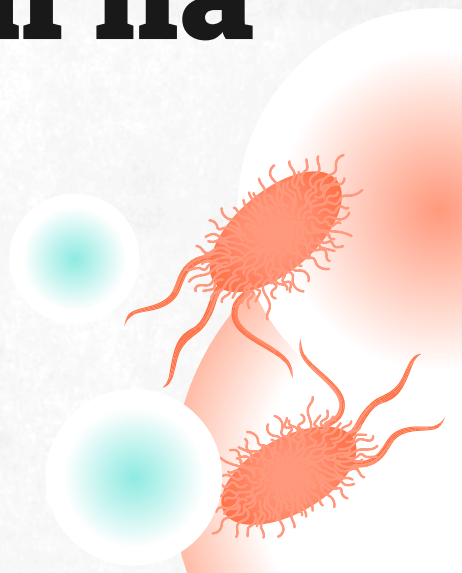


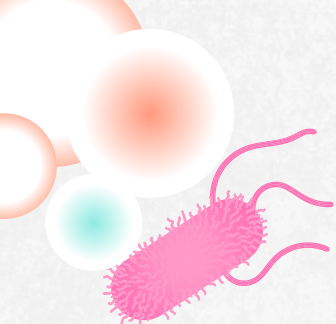


03

Současný výzkum na VETUNI

Modelování růstu *Bacillus cereus* ve
vařených pšeničných těstovinách –
tato část výzkumné práce byla finančně
podpořena Interní grantovou agenturou
VETUNI Brno, projekt č. 228/2025/FVHE





Předmět a cíle výzkumu

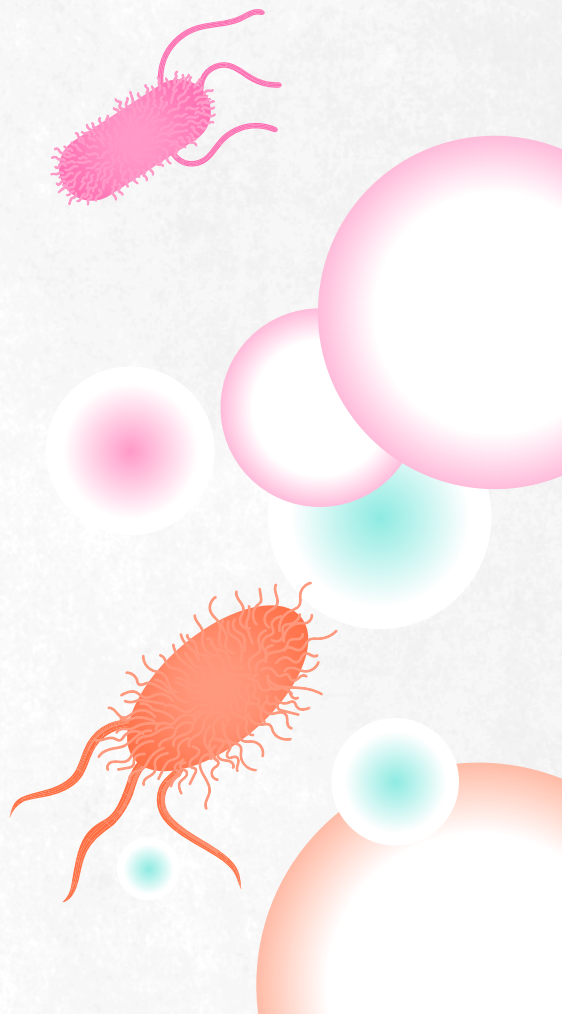
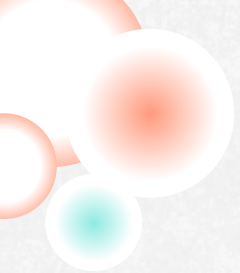
- Hodnocení růstu *B. cereus* ve vařených těstovinách
 - Závislost růstu na teplotě
 - Matematické modelování růstových křivek
 - Posouzení rizika pro reálnou potravinu
- 

Metodika

- **4 toxigenní kmeny** → směs spor
- **Inokulace** vařených **těstovin** (10 g)
- Teploty: **4–36 °C**
- **Odběr vzorků** v různých **časových intervalech**, kultivace na **MYP**
- Vyhodnocení v **log KTJ/g**

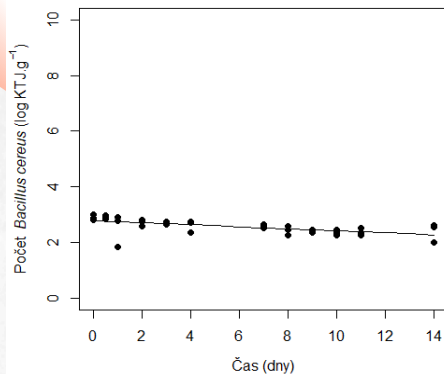
Modelování růstu

- Modelování v **R-software**
- **Lineární** regresní **model** pro 4 °C
- **Gompertzův model** pro **vyšší teploty**
- **Rychlost růstu se zvyšuje s T**
- **Lag fáze se zkracuje s T**

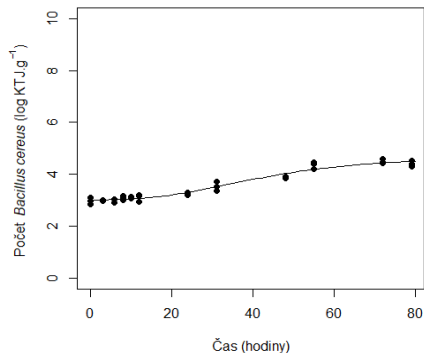


Růstové modely

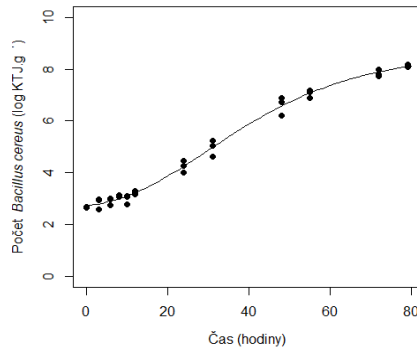
4 °C



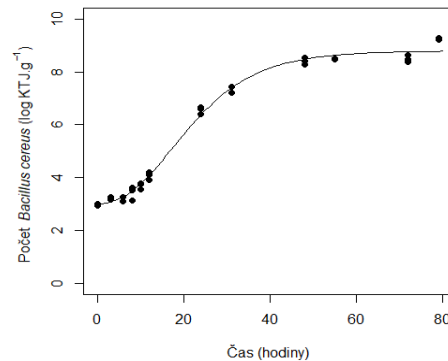
12 °C



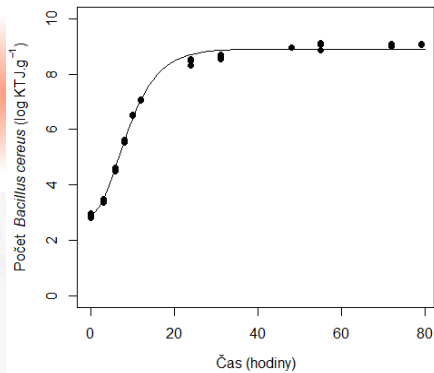
15 °C



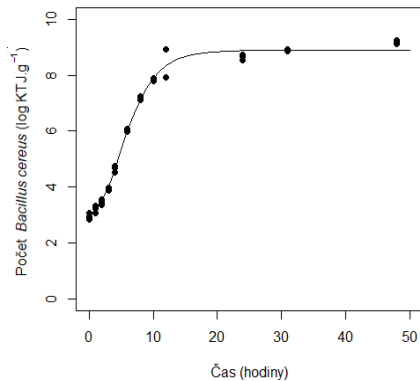
18 °C



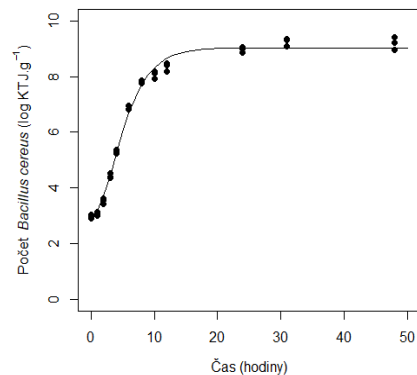
24 °C



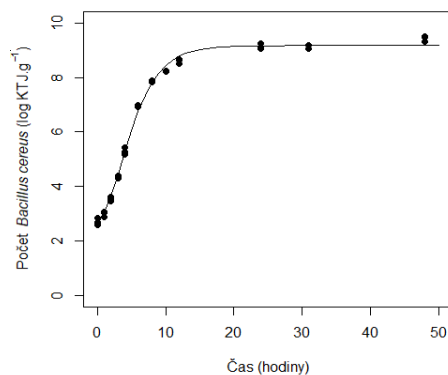
30 °C



33 °C

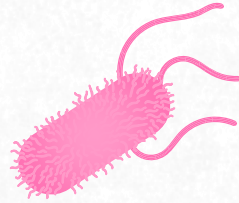


36 °C



Aplikace výsledků

- **Potvrzení rizika skladování zejména při pokojových teplotách → nutnost rychlého zchlazení pokrmů pod 4 °C**
- **Podpora požadavků legislativy**
- **Podklady pro HACCP systém**
- **Možnost predikce vývoje kontaminace**



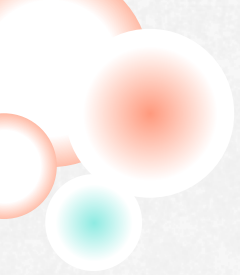


04

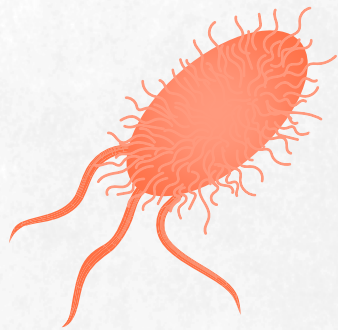
Závěr a diskuze

Shrnutí poznatků, závěr, prostor pro
diskuzi





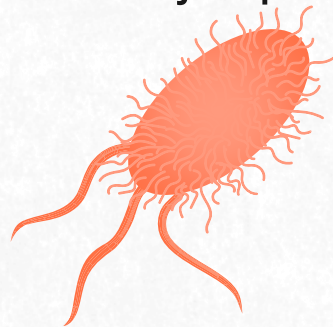
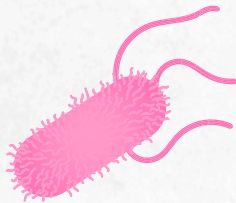
Shrnutí poznatků

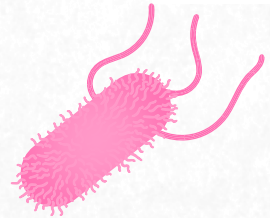


- ***B. cereus*** je adaptabilní a odolný **patogen**
 - Přežívá a roste **v širokém T rozmezí**
 - Riziko **u běžných potravin** (např. u těstovin)
 - Produkuje **více typů toxinů**
 - **Prediktivní modely jako nástroj prevence**
- 
- 
- 

Závěr

- **Nutnost prevence růstu *B. cereus***
- **Důležitost prediktivní mikrobiologie**
- **Výzkum na VETUNI potvrzuje závislost růstu na T → význam **správného skladování** + to potvrzuje i výzkum týmu pana docenta Kameníka (následující přednáška)**





Děkuji za pozornost!

Prostor pro Vaše dotazy

Kontakt:
stojanovak@vetuni.cz
www.vetuni.cz

PODĚKOVÁNÍ

Experimentální část výzkumné práce byla finančně podpořena Interní grantovou agenturou VETUNI Brno, projekt č. 228/2025/FVHE

