



MODELOVÁNÍ RŮSTU EMETICKÝCH KMENŮ *BACILLUS CEREUS* V PŠENIČNÝCH BEZVAJEČNÝCH TĚSTOVINÁCH

Modelling the growth of emetic Bacillus cereus in wheat egg-free pasta

Stojanová Kateřina¹, Bursová Šárka¹, Necidová Lenka¹, Haruštiaková Danka², Pechanová Klára¹, Mátl Patrik¹

¹Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Česká republika

²Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Brno, Česká republika

SOUHRN

Studie byla zaměřena na hodnocení růstu emetických kmenů *Bacillus cereus* ve vařených bezvaječných pšeničných těstovinách při teplotách 4, 15, 24 a 33 °C za použití prediktivního modelování. Počet životaschopných buněk byl stanoven na MYP agaru (30 °C, 24 h). Bylo zjištěno, že bakterie se efektivně množí při teplotách 15, 24 a 33 °C, zatímco při 4 °C došlo po krátké lag-fázi k úbytku populace. Růstové křivky byly modelovány pomocí modifikovaného Gompertzova modelu. Výsledky ukazují, že pro zajištění bezpečnosti potravin je nezbytné uchovávat vařené těstoviny při teplotě nepřesahující 4 °C, jelikož při skladování při 24 °C a 33 °C dochází k výraznému zkrácení lag-fáze a rychlému množení *Bacillus cereus*, což může vést k produkci emetického toxinu během několika hodin.

KLÍČOVÁ SLOVA: prediktivní mikrobiologie, Gompertzův model, rychlost růstu, lag fáze

CÍL PRÁCE

- Posouzení vlivu teploty na rychlost množení emetických *Bacillus cereus* ve vařených pšeničných bezvaječných těstovinách.

MATERIÁL A METODIKA

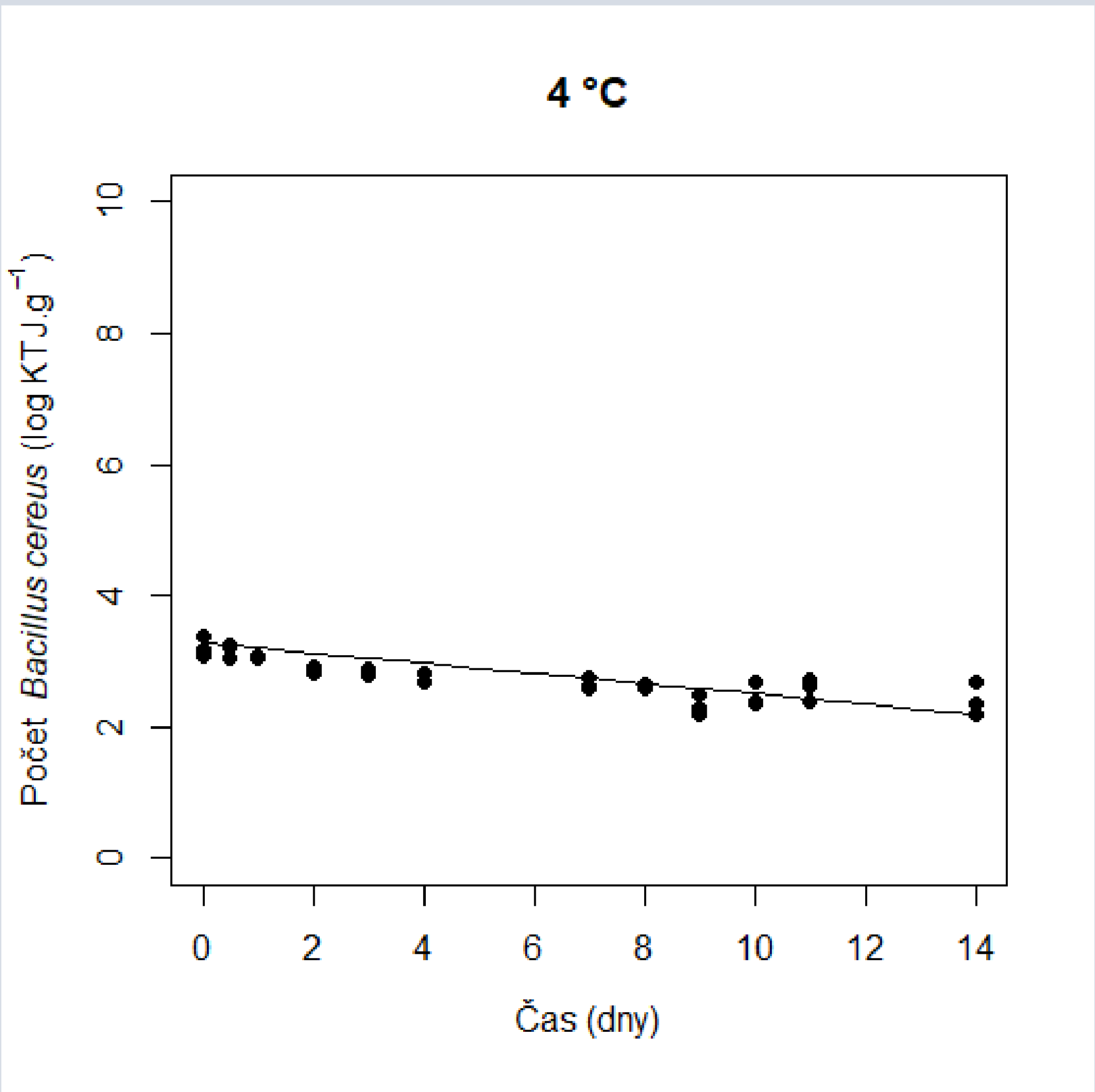
- směs 4 toxigenních kmenů *Bacillus cereus* (poměr 1 : 1 : 1 : 1)
- záhřev 85 °C/10 minut (inaktivace případných vegetativních buněk a aktivace spor)
- těstoviny uvařeny dle pokynů výrobce; aseptické rozvážení do sterilních homogenizačních sáčků po 10 g
- 4 sady vzorků (A, B, C a kontrolní nezaočkované *B. cereus*) pro každou ze 4 testovaných teplot (4, 15, 24 a 33 °C)
- inokulace sad A, B a C sporovou suspenzí na výchozí koncentraci cca 10² až 10³ KTJ.g⁻¹
- odběr vzorků ke stanovení počtu *B. cereus* v definovaných časových intervalech
- stanovení počtu – roztěr 0,2 ml příslušného ředění vzorku na povrch MYP agaru, inkubace aerobně při 30 °C po dobu 24 h
- logaritmická transformace získaných dat (dekadický logaritmus) a využití těchto hodnot pro tvorbu růstových modelů
- zhodnocení dynamiky růstu *B. cereus* pomocí Gompertzova modelu v softwaru R (knihovna „nlsMicrobio“) s využitím parametrů: délka lag-fáze, exponenciální růstová rychlost, minimální a maximální hodnota počtu bakterií

VÝSLEDKY A DISKUSE

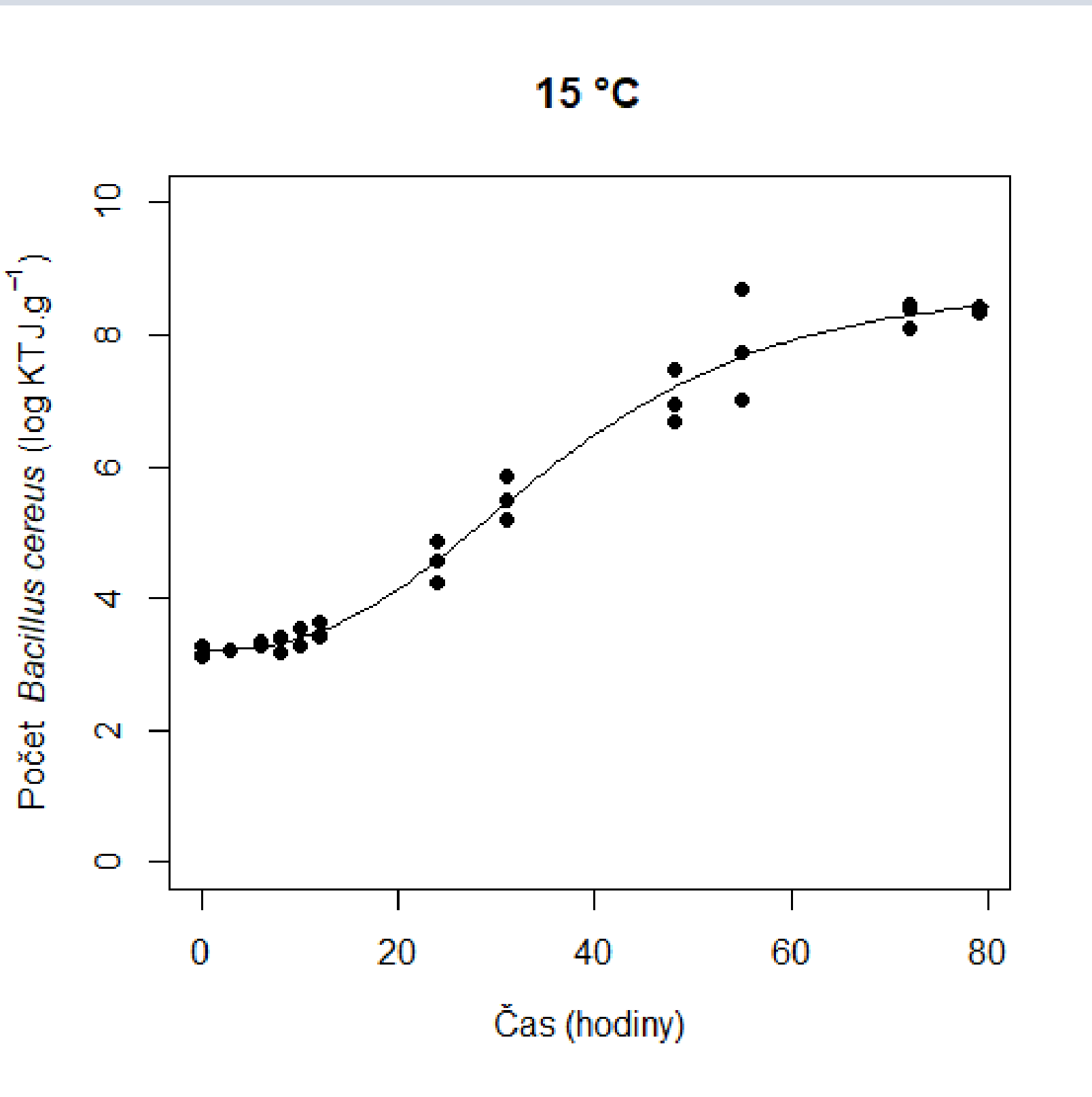
- Růstové křivky *B. cereus* pro jednotlivé skladovací teploty jsou zobrazeny na obrázcích 1–4.
- Při teplotě 4 °C nebyl během 14 dnů růst zaznamenán, bakteriální populace setrvala po celou dobu v lag-fázi růstu (obrázek 1).
- U vyšších teplot byly vytvořené růstové křivky kompletní. Nejdelší lag-fáze byla zaznamenána při 15 °C (12,745 ± 2,269 h), zatímco nejkratší při 33 °C (0,744 ± 0,427 h) (tabulka 1).
- Rychlost růstu *B. cereus* byla závislá na teplotě. S rostoucí teplotou skladování se rychlost růstu zvyšovala (tabulka 1).
- Podobné výsledky byly zaznamenány i ve studii Juneja et al. (2019), kde se s rostoucí skladovací teplotou rovněž zkracovala lag-fáze růstu *B. cereus*. Srovnatelné hodnoty byly zaznamenány při 15 °C (tato studie) vs. 16 °C (Juneja et al., 2019), 24 °C vs. 25 °C a 33 °C vs. 34 °C.



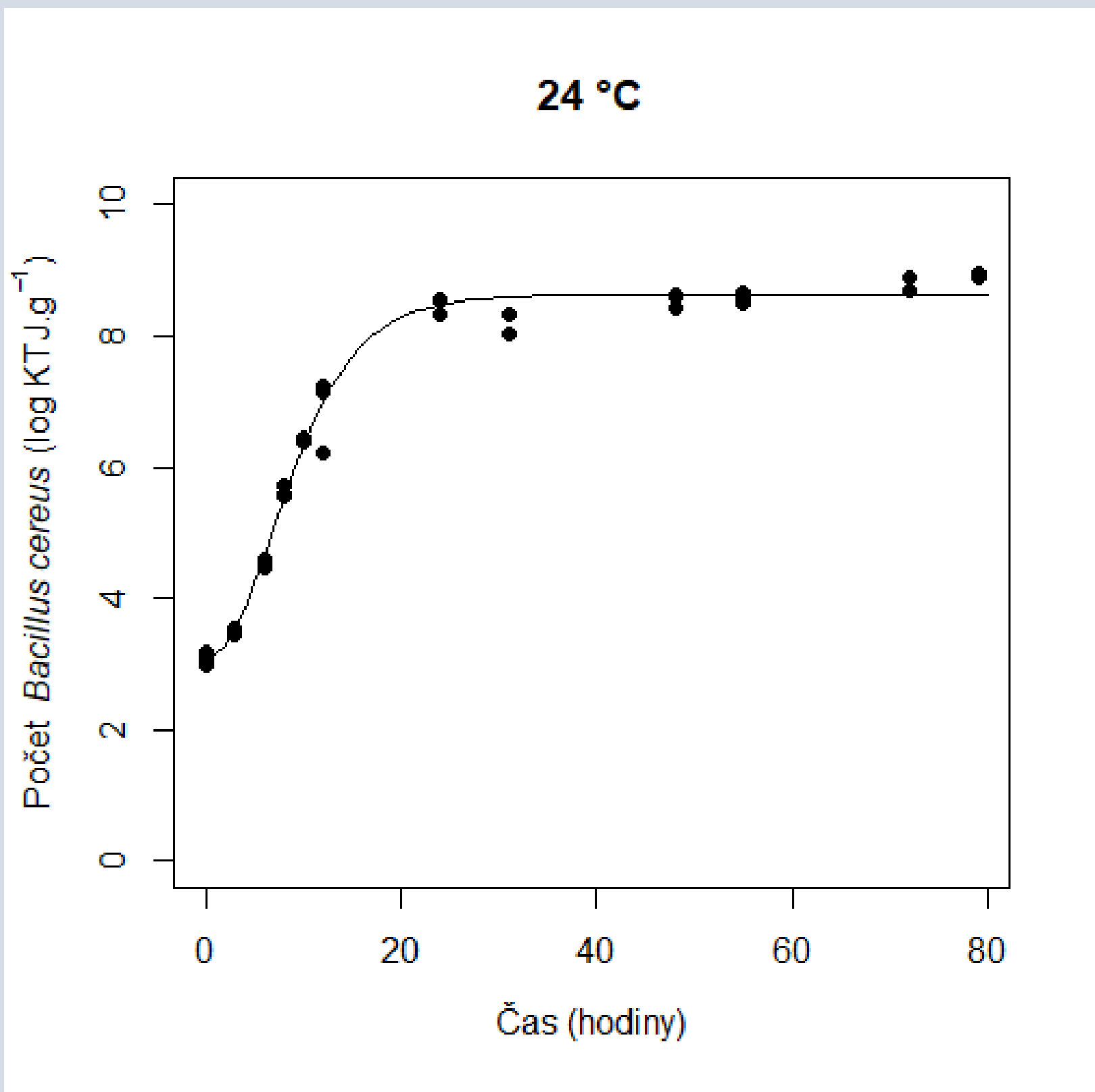
Obrázek č. 5 Vyšetření dílčích vzorků - stanovení počtu *B. cereus*



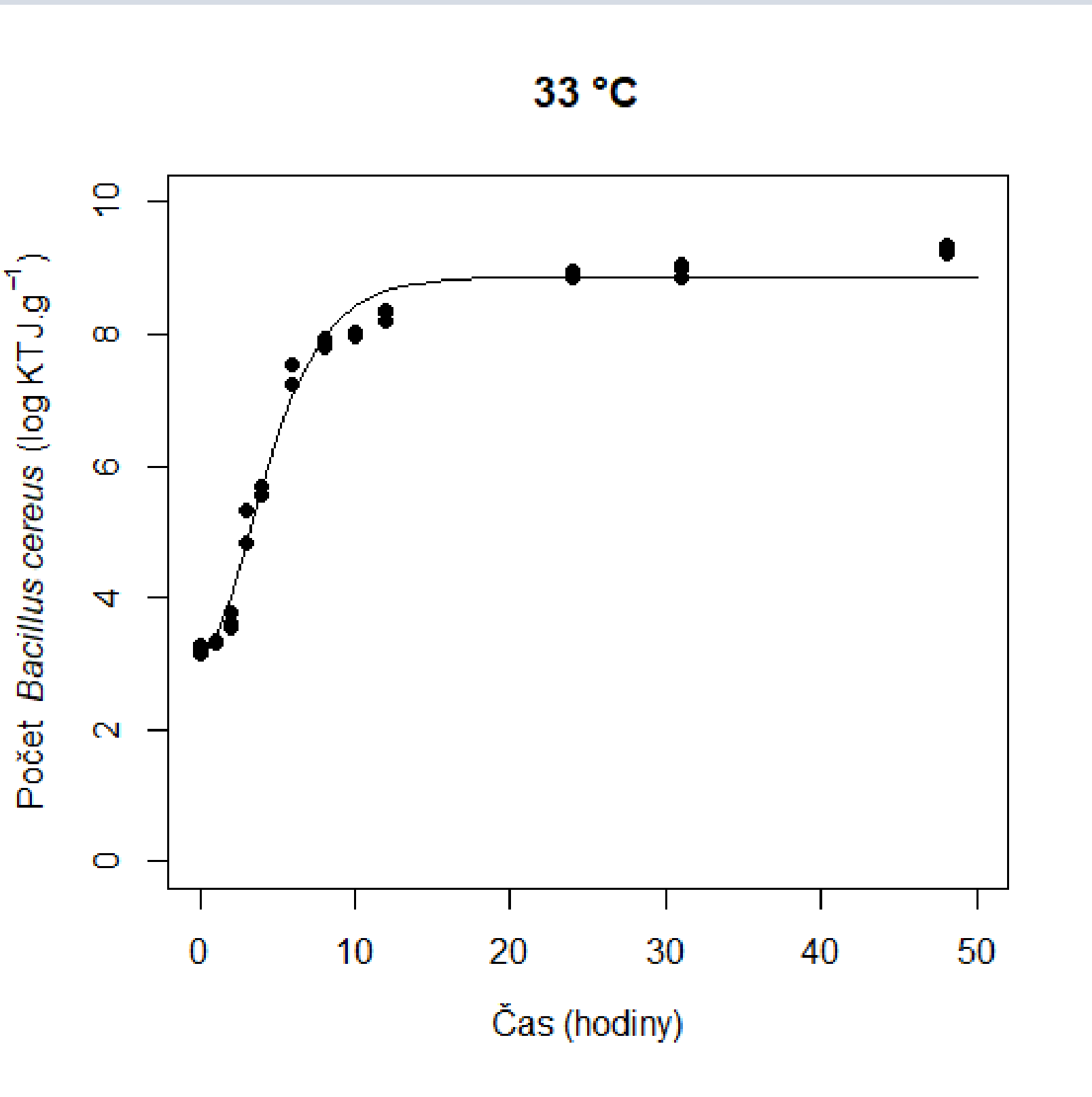
Obrázek č. 1 Pozorované (body) a predikované hodnoty (křivky) počtu *B. cereus* ve vařených pšeničných těstovinách při teplotě 4 °C – lineární model



Obrázek č. 2 Pozorované (body) a predikované hodnoty (křivky) počtu *B. cereus* ve vařených pšeničných těstovinách při teplotě 15 °C – Gompertzův model



Obrázek č. 3 Pozorované (body) a predikované hodnoty (křivky) počtu *B. cereus* ve vařených pšeničných těstovinách při teplotě 24 °C – Gompertzův model



Obrázek č. 4 Pozorované (body) a predikované hodnoty (křivky) počtu *B. cereus* ve vařených pšeničných těstovinách při teplotě 33 °C – Gompertzův model

Tabulka č. 1 Parametry vytvořených růstových Gompertzových modelů

Teplota skladování	Délka lag-fáze	Rychlost růstu (ln KTJ g ⁻¹ .h ⁻¹)	Min (log KTJ.g ⁻¹)	Max (log KTJ.g ⁻¹)
15 °C	12,745 ± 2,269	0,286 ± 0,023	3,179 ± 0,113	8,681 ± 0,210
24 °C	2,205 ± 0,675	1,013 ± 0,065	2,966 ± 0,172	8,629 ± 0,059
33 °C	0,744 ± 0,427	1,951 ± 0,121	2,896 ± 0,243	8,863 ± 0,091

ZÁVĚR

Pro hodnocení bezpečnosti a zdravotní nezávadnosti potravin je zásadní znát dynamiku růstu patogenních bakterií a vliv skladovací teploty na rychlost jejich množení. Z hlediska bezpečnosti je nutné vařené pšeničné těstoviny po přípravě co nejrychleji zchladit a uchovávat při teplotě do 4 °C, jak stanovuje vyhláška č. 137/2004 Sb. (Česká republika, 2004). Skladování při pokojové teplotě (24 °C) nebo vyšší je nevhodné, protože během několika hodin může dojít k významnému pomnožení *B. cereus*, což zvyšuje riziko tvorby toxinů a následné intoxikace.