

THE GROWTH DYNAMICS OF *LACTOBACILLUS PARACASEI* IN MILK

Jana Pelikánová, Denisa Liptáková, Eubomír Valík

ABSTRACT

Lactobacillus paracasei subsp. *paracasei* is a nonstarter lactic acid bacteria found in raw milk and cheese. In this study we were focused on the growth dynamics of *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* in dependence on the temperature in ultrapasteurized milk. The effect of temperature on the growth rate and lag-phase duration of *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* in milk was described by the following equations in accordance with the Ratkowsky and Daughtry model, respectively: $\sqrt{\text{Gr}} = 0.012 \times T + 0.008$ ($R^2 = 0.949$) and $\ln(1/\text{lag}) = -1802/T^2 + 95.59/T - 2.153$ ($R^2 = 0.95$). Minimal growth temperature of *Lb. paracasei*, 11,2 °C, was calculated from the dependence of growth rate (Gr) on temperature (T; $R^2 = 0.97$).

Keywords: lactic acid bacteria, growth rate, *Lactobacillus paracasei*

ÚVOD

Baktérie mliečného kysnutia (z angl. lactic acid bacteria = LAB) sú v prírode všadeprítomné. Prirodzene sa vyskytujú v surovom mlieku a sú dôležité vo fermentácii potravín a krmív. Medzi baktérie mliečného kysnutia zaraďujeme predstaviteľov rodov *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Enterococcus* a *Bifidobacterium* (Guessas a Kihal, 2004; Görner a Valík, 2004). V potravinárskom priemysle zohrávajú dôležitú úlohu, nakoľko významne prispievajú k rozvoju organoleptických vlastností (chuť, vôňa, textúra) a v mnohých prípadoch aj k nutričnej hodnote finálnych produktov. Sú nevyhnutné pre výrobu fermentovaných produktov ako sú syry, jogurty, kyslé mlieko a maslo (Topisirovic et al., 2006; Charlier et al., 2008). Vo fermentačných procesoch sa prejavuje ich základná vlastnosť, t. j. schopnosť fermentovať sacharidy na kyselinu mliečnu a octovú a svojimi vedľajšími metabolitmi navyše prispievajú k typickej chuti a aróme príslušného produktu (Görner a Valík, 2004).

Niekoľko druhov rodu *Lactobacillus* zaraďujeme medzi tzv. nezákysové baktérie mliečného kysnutia (NSLAB). Tieto baktérie tvoria mikroflóru mnohých typov syrov počas ich zrenia (Vinderola et al., 2009). Do tejto skupiny LAB patrí aj *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei*, mezofilná, grampozitívna, heterofermentatívna, fakultatívne anaeróbna paličkovitá baktéria. Hexózu fermentuje skoro výlučne na kyselinu mliečnu, pentózy fermentuje pomocou indukovateľnej fosfoketolázy. Vyskytuje sa najmä v surovom mlieku a v syroch (Curry a Crow, 2002). *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* prežíva záchrev odstredeného mlieka pri teplote 60 °C po dobu 30 minút. Do budúcnosti by mohol byť považovaný za probiotický kmeň, nakoľko je schopný prežiť pri pH 3 a 0,3 % koncentrácii žľových solí, čo sú podmienky charakteristické pre žalúdočné prostredie a duodenum (Kask et al., 2003).

LAB sú bežne používané aj ako prírodné konzervačné látky, ktoré zabraňujú kazeniu potravín a predlžujú ich trvanlivosť v procese zvanom biokonzervácia (Dalié et al., 2009). Konzervačný účinok spočíva najmä v tvorbe organických kyselín a peroxidu vodíka, v súťaži o živiny a produkcii antimikrobiálnych látok, ako sú bakteriocíny a im podobné zlúčeniny (Brul a Coote, 1999; Schweninger a Meile, 2004).

Najčastejšie druhy LAB schopné potláčať rozvoj nežiaducej mikroflóry patria do rodov *Lactobacillus* a *Lactococcus* (Dalié et al., 2009). *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* má potenciál byť aplikovaný ako doplnok kultúry pridávanej do mlieka na výrobu syrov za účelom zlepšenia chuti a kontroly nežiaducej škodlivej mikrobiálnej aktivity, napr. klostrídií a plyn tvoriacich laktobacilov (Christiansen et al., 2005). Voulgari et al. (2009), ako aj Hudáček et al. (2007) zistili, že *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* vykazuje inhibičnú aktivitu voči vláknitým hubám *Penicillium candidum*, *Debaryomyces hansenii*, *Fusarium culmorum*, *Aspregilus flavus* a *A. parasiticus*. Je schopný inhibovať aj rast niektorých kvasiniek, ako napríklad *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida* spp., *Torulopsis glabrata* a *Rhodotorula rubra* (Durlu-Ozkaya et al., 2005).

Nakoľko problémom kontaminácie potravín vláknitými hubami nie je len kazenie samotných potravín, ale aj ohrozenie zdravia konzumentov naprodukovanými mykotoxínmi, v posledných rokoch boli zaznamenané štúdie zaoberajúce sa väzbou toxínov na bunky LAB, najmä na ich bunkovú stenu, čím dochádza k inaktivácii mykotoxínu.

Použitie LAB, vrátane *Lb. paracasei* subsp. *paracasei*, na kontrolu rastu nežiaducej mikroflóry, by teda mohlo byť zaujímavou alternatívou k fyzikálnym a chemickým metódam konzervácie (Dalié et al., 2009).

Cieľom práce bolo sledovať dynamiku rastu *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* v UHT mlieku v závislosti od kultivačnej teploty s využitím princípov prediktívnej mikrobiológie, sekundárnej matematickej analýzy rastových parametrov (rastová rýchlosť a lag-fáza), ako aj ich validácie.

MATERIÁL A METÓDY

Mikroorganizmy

Na účely experimentov sme použili kmeň *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* 1753. Zo zbierky Masarykovej univerzity v Brne. Čistá kultúra *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* bola uchovávaná v MRS bujóne pri 5 ± 1 °C (Merck, Darmstadt, Nemecko).

Inokulácia UHT mlieka

Ako médium sme použili UHT mlieko s obsahom tuku 15 g.l⁻¹, ktoré sme nainokulovali vhodne nariadenou 24-hodinovou čistou kultúrou *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* tak, aby počiatočná koncentrácia laktobacila bola $\leq 10^2$

KTJ.ml⁻¹. Nainokulované vzorky mlieka sme inkubovali v termostate pri teplotách od 8 do 43 ± 1 °C.

Stanovenie celkového počtu *Lb. paracasei* subsp. *paracasei*

Celkové počty *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* sme stanovovali na MRS agare (Merck, Darmstadt, Nemecko) zried'ovacou kultivačnou metódou podľa normy STN ISO 15214. Naočkované Petriho misky so stuhnutým MRS agarom sme kultivovali anaeróbne pri teplote 37 ± 1 °C po dobu 48 až 72 hodín.

Matematické hodnotenie dynamiky rastu *Lb. paracasei* subsp. *paracasei*

Počty *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* v závislosti od času inkubácie sme vyhodnotili Baranyiho D-modelom (Baranyi et al., 1993). Získané rastové parametre sme následne podrobili sekundárnemu modelovaniu rastu mikroorganizmov a zhodnotili internou validáciou podľa Baranyiho et al. (1999). V rámci sekundárneho modelovania sme použili odmocninový model podľa Ratkowského, ktorý popisuje rastovú rýchlosť vo vzťahu k teplote. Je daný rovnicou 1:

$$\sqrt{Gr} = b \times (T - T_{min}), \quad (1)$$

v ktorej *b* je regresný koeficient, *T_{min}* je potenciálna minimálna teplota rastu, keď *Gr*=0, *Gr* je rastová rýchlosť, *T* je teplota (Valík et al., 2009). Okrem tohto modelu sme použili aj model podľa Daughtryho, ktorý popisuje závislosť prirodzeného logaritmu prevrátenej hodnoty trvania lag-fázy od prevrátenej hodnoty teploty inkubácie (Daughtry et al., 1997):

$$\ln\left(\frac{1}{lag}\right) = C_0 + \frac{C_1}{T} + \frac{C_2}{T^2} \quad (2)$$

kde *C₀*, *C₁*, *C₂* sú koeficienty, *T* je teplota inkubácie, *lag* je dĺžka trvania lag-fázy

Faktor presnosti, faktor spoľahlivosti a percento diskrepancie sme vypočítali použitím rovníc Baranyiho et al. (1999):

$$A_f = \exp\left(\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (\ln f(Gr^k) - \ln Gr^k)^2}{n}}\right) \quad (3)$$

$$B_f = \exp\left(\frac{\sum_{k=1}^n (\ln f(Gr^k) - \ln Gr^k)}{n}\right) \quad (4)$$

$$D_f = (A_f - 1) \cdot 100\% \quad (5)$$

kde *Gr* je rastová rýchlosť získaná z primárneho modelu, *f* (*Gr^k*) je rastová rýchlosť vypočítaná z modelu *f*, ktorý opisuje experimentálne modely, *n* je počet meraní, *A_f* je faktor presnosti, *B_f* je faktor spoľahlivosti a *D_f* je diskrepancia v percentách.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

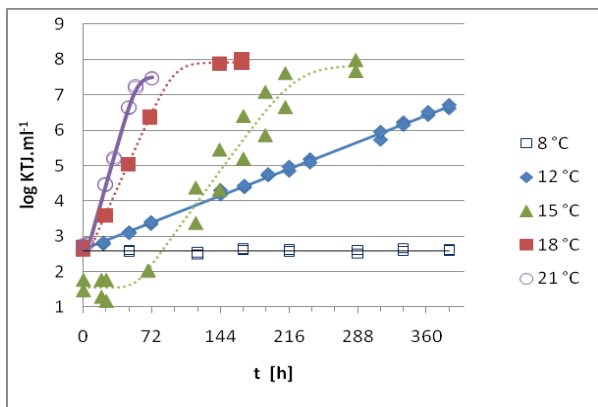
Dynamiku rastu čistej kultúry *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* sme sledovali v UHT mlieku s obsahom tuku 15 g.l⁻¹ pri teplotách 8, 12, 15, 18, 21, 25, 30, 37, 40 a 43 °C. Pribeh jednotlivých rastových čiar *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* pri rôznych teplotách je znázornený na obrázkoch 1 a 2. Rastové parametre sú pre prehľadnosť uvedené v tabuľke 1.

Tab. 1: Rastové parametre *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* v UHT mlieku v závislosti od inkubačnej teploty

Teplota [°C]	Gr [log KTJ.ml ⁻¹ .h ⁻¹]	Lag - fáza [h]	Generačný čas [h]
12	0,011	-	27,4
15	0,037	54,6	8,1
18	0,060	7,3	5,0
21	0,094	5,4	3,2
25	0,131	3,8	2,3
30	0,180	3,2	1,7
37	0,201	2,3	1,5
40	0,229	3,2	1,3
43	0,308	1,8	0,98

Priemerná počiatočná inokulácia *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* do mlieka bola 4,5.10² KTJ.ml⁻¹ a v stacionárnej fáze dosahoval počty v priemere 9,1.10⁷ KTJ.ml⁻¹. Pri 12 °C bola exponenciálna fáza rastu charakterizovaná rastovou rýchlosťou 0,011 log KTJ.ml⁻¹.h⁻¹. Pri teplote 15 °C sa exponenciálna fáza rastu prejavila po 55 h trvajúcej lag-fáze a rastová rýchlosť sa zvýšila takmer 3,5 krát oproti rastovej rýchlosti pri teplote 12 °C (0,037 log KTJ.ml⁻¹.h⁻¹). Kultiváciou kmeňa *Lb. paracasei* pri teplote 18 °C sa dĺžka trvania lag-fázy výrazne skrátila na 7 hodín, čo je takmer 7,5 krát menej ako pri 15 °C. Rastová rýchlosť nadobudla hodnotu 0,060 log KTJ.ml⁻¹.h⁻¹, čomu zodpovedal generačný čas 8,1h. So zvyšujúcou sa teplotou pretrvávala tendencia skracovania lag-fázy, resp. generačného času a zvyšovania rastovej rýchlosti. Rast pri 21 °C bol charakterizovaný 5 h lag-fázou a rastová rýchlosť bola 0,094 log KTJ.ml⁻¹.h⁻¹. Pri tejto teplote rástol *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* o 62 % pomalšie ako *Lb. rhamnosus* GG študovaný Valíkom et al. (2008).

Pri teplote 25 °C sa dĺžka trvania lag-fázy rastu *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* skrátila na 4 h a následná rastová rýchlosť dosiahla hodnotu 0,131 log KTJ.ml⁻¹.h⁻¹, čo je o 39 % rýchlejšie v porovnaní s predchádzajúcou teplotou. Pri tejto teplote rástol *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* o 32 % rýchlejšie v porovnaní s kmeňom *Lb. rhamnosus* VT1, ktorý vo svojej štúdií sledovali Liptáková et al. (2007).

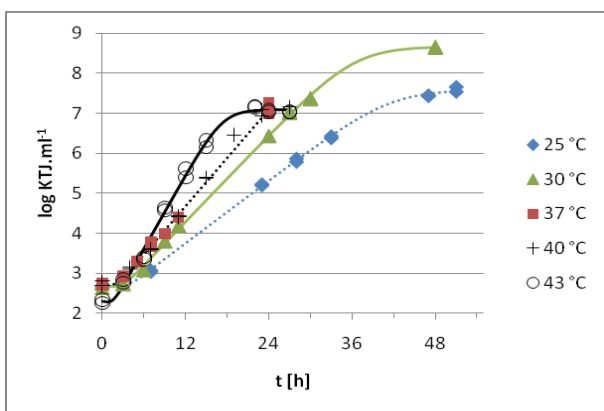


Obr. 1: Dynamika rastu *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* v UHT mlieku pri teplotách 8 až 21 °C

Ďalším zvýšením teploty inkubácie na 30 °C a 37 °C sa dĺžka trvania lag-fázy skrátila na 3 h, resp. 2h, a exponenciálna fáza rastu bola charakterizovaná rastovou rýchlosťou 0,180 log KTJ.ml⁻¹.h⁻¹ (30 °C) a 0,201 log KTJ.ml⁻¹.h⁻¹ (37 °C). Kask et al. (2003) vo svojej štúdii zistili, že pri teplote 37 °C sa maximálna špecifická rýchlosť rastu *Lb. paracasei* v MRS bujone pohybovala v rozmedzí od 0,40 do 0,57 h⁻¹.

Najvyššie rastové rýchlosti *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* boli pozorované pri teplotách kultivácie 40 °C a 43 °C ($Gr_{40}=0,229$ log KTJ.ml⁻¹.h⁻¹ a $Gr_{43}=0,308$ log KTJ.ml⁻¹.h⁻¹). Trvanie fázy prispôsobovania sa kultúry zmeneným podmienkam v prostredí bolo pri sledovaných teplotách 3 h (40 °C), resp. 1,8 h (43 °C).

Pri teplote 8 °C nebol pozorovaný rast *Lb. paracasei* subsp. *paracasei*, ale čo je dôležitejšie, nebol pozorovaný ani pokles v počtoch po celú dobu inkubácie (16 dní). Na porovnanie pri tejto teplote rástol *Lb. rhamnosus* VTI rýchlosťou 0,011 log KTJ.ml⁻¹.h⁻¹ (Liptáková et al., 2007). Hodnota pH mlieka sa v priebehu experimentov výrazne nemenila, pohybovala sa v priemere od 6,67 na začiatku do 6,58 na konci pokusov. Minimálna teplota rastu *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* vypočítaná v UHT mlieku bola 11,2 °C, čo je v súlade aj s našimi experimentálnymi výsledkami.



Obr. 2: Dynamika rastu *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* v UHT mlieku pri teplotách 25 – 43 °C

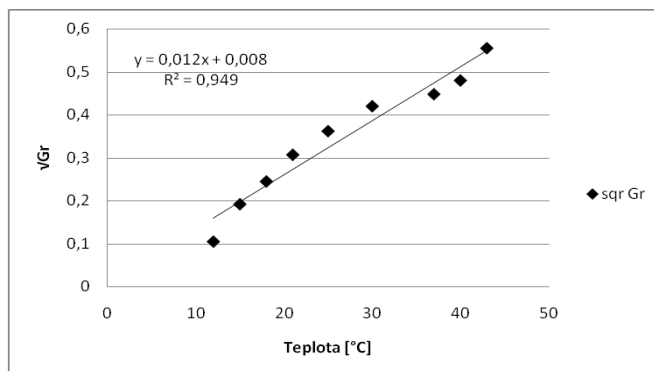
Vplyv teploty na rastové parametre *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* – sekundárne modelovanie

Z výsledkov uvedených v tab. 1 vyplýva, že rastová rýchlosť *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* sa so zvyšujúcou teplotou zvyšovala, čomu zodpovedalo aj skracovanie generačného času kultúry. Najnižšie rastové rýchlosti kmeňa *Lb. paracasei* boli pozorované pri teplotách 12 °C (0,011 log KTJ.ml⁻¹.h⁻¹) a 15 °C (0,037 log KTJ.ml⁻¹.h⁻¹). Pri teplote 18 °C bola rastová rýchlosť o 62 % vyššia ako pri 15 °C a pri teplote 21 °C bola o 57 % vyššia ako pri 18 °C. Následne so stúpajúcou teplotou sa rozdiel medzi rýchlosťami postupne zmenšoval. Pri teplote 25 °C rástol *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* o 39 % rýchlejšie ako pri 21 °C, pri 30 °C bola jeho rastová rýchlosť vyššia o 37 % v porovnaní s teplotou 25 °C. Pri teplote 37 °C bola rastová rýchlosť už len o 12 % vyššia ako pri 30 °C a pri teplote 40 °C bol pozorovaný nárast rastovej rýchlosti o 14 % v porovnaní s teplotou 37 °C.

Na obrázku 3 je znázornený Ratkowského model (Ratkowsky et al., 1982), ktorý linearizuje závislosť druhej odmocniny rastovej rýchlosti od teploty. Táto závislosť je popísaná rovnicou 6:

$$\sqrt{Gr} = 0,012 \times T + 0,008 \quad R^2 = 0,949 \quad (6)$$

kde Gr je rastová rýchlosť, T je teplota inkubácie a R je korelačný koeficient.

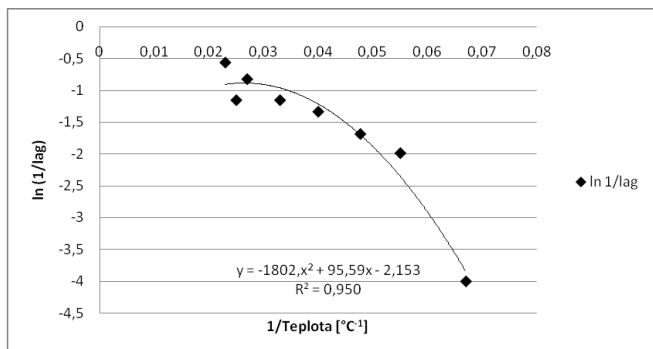


Obr. 3: Závislosť druhej odmocniny rastovej rýchlosti od teploty

S rastúcou teplotou inkubácie sa dĺžka trvania lag-fázy rastu *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* postupne skracovala, čo bolo možné popísať polynomicou závislosťou prirodzeného logaritmu prevrátenej hodnoty trvania lag-fázy od prevrátenej hodnoty teploty (model podľa Daughtryho et al., 1997) s vysokou koreláciou (obr. 4):

$$\ln(1/lag) = -1802/T^2 + 95,59/T - 2,153 \quad R^2 = 0,95 \quad (7)$$

kde lag je dĺžka trvania lag-fázy, T je teplota inkubácie a R je korelačný koeficient.



Obr. 4: Závislosť prirodzeného logaritmu prevrátenej hodnoty trvania lag-fázy od prevrátenej hodnoty teploty

Validácia modelu

Oba matematické modely (Ratkowského a Daughtryho) boli následne podrobené internej validácii podľa **Baranyiho, Pinovej a Rossa (1999)**. Validácia kvantitatívnej analýzy rastu *Lb. paracasei* bola urobená na základe porovnania hodnôt rastových parametrov vypočítaných z rastových čiar a rastovými parametrami vyplývajúcimi zo závislostí 6 a 7. Ako je vidieť z tab. 2, nepresnosť medzi rastovými parametrami bola 23,1 % pre rastovú rýchlosť, resp. 26,8 % pre trvanie lag-fázy. Tieto výsledky sú v súlade aj s našimi predchádzajúcimi prácami **Lauková a Valík (2004)**, **Valík et al. (2003)** a **Medveďová et al. (2009)**.

Tab. 2.: Validáčnne indexy pre rovnicu 6 a 7

Validáčnne indexy	Rovnica č. 6	Rovnica č. 7
A_f	1,23	1,27
B_f	0,8563	0,9931
% D_f	23,1	26,8

ZÁVER

V práci sa matematicky analyzoval rast čistej kultúry *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* v mliečnom prostredí v závislosti od teploty uchovávanía. Vyhodnotením rastových čiar D-modelom pre jednotlivé sledované teploty sme zistili, že dynamika rastu *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* sa so zvyšovaním teploty od 12 do 43 °C zrýchľovala, čo sa prejavilo aj skracovaním lag-fázy. Minimálna teplota rastu *Lb. paracasei* subsp. *paracasei* bola vypočítaná na 11,2 °C a optimálna teplota sa pohybovala blízko teploty 43 °C. Pri teplote 8 °C sme rast *Lb. paracasei* nezaznamenali, avšak jeho koncentrácia aj po 16 dňoch inkubácie zostala na úrovni stupňa inokulácie, pričom sa nemenila ani acidita inokulovaného mlieka. Do budúcnosti by bolo zaujímavé zistiť antimikrobiálne pôsobenie predovšetkým voči kontaminantom syrov, ako aj potenciálny probiotický charakter kmeňa *Lb. paracasei*.

LITERATÚRA

BARANYI, J., ROBERTS, T.A., MCCLURE, P., 1993. A nonautonomous differential equation to model bacterial growth. In *Food Microbiology*, vol. 10, 1993, p. 43 – 49.

BARANYI, J., PIN, C., ROSS, T., 1999. Validating and comparing predictive models. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 48, 1999, p. 159 – 166.

BRUL, S., COOTE, P., 1999. Preservative agents in food. Mode of action and microbial resistance mechanisms. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 50, 1999, p. 1 – 17.

CURRY, B., CROW, V., 2002. *Lactobacillus casei* group. In: ROGINSKI, H., FUQUAY, J.W., FOX, P.F. Encyclopedia of Dairy Sciences. New York: Elsevier Science Ltd., vol 3, 2002, p. 1488 – 1494. ISBN 0-12-227238-2.

DALIÉ, D.K.D., DESCHAMPS, A.M., RICHARD-FORGET, F., 2009. Lactic acid bacteria – Potential for control of mould growth and mycotoxins: A review. In *Food Control*, vol. 21, 2009, p. 370 – 380.

DAUGHTRY, B.J., DAVEY, K.R., KING, K.D., 1997. Temperature dependence of growth kinetics of food bacteria. In *Food Microbiology*, vol. 14, 1997, p. 21 – 30.

DURLU-OZKAYA, F., KARABICAK, N., KAYALI, R., ESSEN, B., 2005. Inhibition of yeasts isolated from traditional Turkish cheeses by *Lactobacillus* spp. In *International Journal of Dairy Technology*, vol. 58, 2005, p. 111 – 114.

GÖRNER, F., VALÍK, L., 2004. Aplikovaná mikrobiológia požívatin. Bratislava: Malé centrum, 2004, 528 p. ISBN 80-967064-9-7.

GUESSAS, B., KIHAL, M., 2004. Characterization of lactic acid bacteria isolated from Algerian arid zone raw goats' milk. In *African Journal of Biotechnology*, vol. 3, 2004, p. 339 – 342.

HUDÁČEK, J., ZALÁN, Z., CHUMCHALOVÁ, J., HALÁSZ, A., 2007. Antifungálny účinok laktobacilov na plesne rodu *Fusarium* a *Aspergillus*. In *Chemické listy*, vol. 101, 2007, p. 730 – 737.

CHARLIER, C., CRETENET, M., EVEN, S., LE LOIR, Y., 2008. Interactions between *Staphylococcus aureus* and lactic acid bacteria: An old story with new perspectives. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 131, 2008, p. 30 – 39.

CHRISTIANSEN, P., NIELSEN, E.W., VOGENSEN, F.K., BROGREN, C.H., ARDÖ, Y., 2005. Heat resistance of *Lactobacillus paracasei* isolated from semi-hard cheese made of pasteurised milk. In *International Dairy Journal*, vol. 16, 2005, p. 1196 – 1204.

KASK, S., ADAMBERG, K., ORŁOWSKI, A., VOGENSEN, F.K., MÖLLER, P.L., ARDÖ, Y., PAALME, T., 2003. Physiological properties of *Lactobacillus paracasei*, *L. danicus* and *L. curvatus* strains isolated from Estonian semi-hard cheese. In *Food Research International*, vol. 36, 2003, p. 1037 – 1046.

LAUKOVÁ, D., VALÍK, L., 2004. Matematické modelovanie vplyvu teploty na dynamiku rastu *Candida maltosa* YP1 v jogurtových krémoch. In *Bulletin potravinárskeho výskumu*, vol. 43, 2004, p. 89 – 99.

LIPTÁKOVÁ, D., VALÍK, L., LAUKOVÁ, A., STROMPFOVÁ, V., 2007. Characterization of *Lactobacillus rhamnosus* VT1 and its effect on the growth of *Candida maltosa* YP1. In *Czech Journal of Food Science*, vol. 25, 2007, p. 272 – 282.

MEDVEĎOVÁ, A., VALÍK, L., SIROTNÁ, Z., LIPTÁKOVÁ, D., 2009. Growth characterization of *Staphylococcus aureus* in milk: a Quantitative approach. In *Czech Journal of Food Science*, vol. 27, 2009 (6), p. 443 – 453.

RATKOWSKY, D.A., OLLEY, J., MCMEEKIN, T.A., BALL, A., 1982. Relationship between temperature and growth rate of bacterial cultures. In *J. Bacteriol.*, vol. 149, 1982, p. 1 – 5.

SCHWENNINGER, S.M., MEILE, L., 2004. A mixed culture of *Propionibacterium jensenii* and *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* inhibits food spoilage yeasts. In *Systematic and Applied Microbiology*, vol. 27, 2004, p. 229 – 237.

STN ISO 15214. 2002. Mikrobiológia potravín a krmív: Horizontálna metóda stanovenia mezofilných baktérií mliečného kysnutia. Metóda počítania kolónii kultivovaných pri 30 °C. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 2002.

TOPISIROVIC, L., KOJIC, M., FIRA, D., GOLIC, N., STRAHINIC, I., LOZO, J., 2006. Potential of lactic acid bacteria isolated from specific natural niches in food production and preservation. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 112, 2006, p. 230 – 235.

VALÍK, E., GÖRNER, F., LAUKOVÁ, D., 2003. Growth dynamics of *Bacillus cereus* and shelf-life of pasteurised milk. In *Czech Journal of Food Science*, vol. 21, 2003 (6), p. 195 – 202.

VALÍK, E., MEDVEĎOVÁ, A., LIPTÁKOVÁ, D., 2008. Characterization of the growth *Lactobacillus rhamnosus* GG in milk at suboptimal temperatures. In *Journal of Food and Nutrition Research*, vol. 47, 2008, 2 p. 60 – 67.

VALÍK, E., LIPTÁKOVÁ, D., MEDVEĎOVÁ, A., HUDECOVÁ, A., 2009. Kvantitatívna potravinárska mikrobiológia a jej využitie v potravinárskej praxi. In: STARUCH, L. *Laboralim 2009. Recent progress in analytical methods of food*. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2009, p. 40 – 45. ISBN 978-80-227-3017-6.

VINDEROLA, G., PROSELLO, W., MOLINARI, F., GIBERTO, D., REINHEIMER, J., 2009. Growth of *Lactobacillus paracasei* A13 in Argentinian probiotic

cheese and its impact on the characteristics of the product. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 135, 2009, p. 171 – 174.

VOULGARI, K., HATZIKAMARI, M., DELEPOGLOU, A., GEORGAKOPOULOS, P., LITOPOULOU-TZANETAKI, E., TZANETAKIS, N., 2009. Antifungal activity of non-starter lactic acid bacteria isolates from dairy products. In *Food Control*, vol. 21, 2009, p. 136-142.

PodĎakovanie:

Táto práca bola podporená z grantu MŠ SR VEGA č. 1/0094/10 a z grantu Programu na podporu mladých výskumníkov STU č. 6408-PM.

Contact address:

Ing. Jana Pelikánová, Institute of Biochemistry, Nutrition and Health Protection, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia, Email: xpelikanova@stuba.sk.

Ing. Denisa Liptáková, PhD., Institute of Biochemistry, Nutrition and Health Protection, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia, Email: denisa.laukova@stuba.sk.

Doc. Ing. Ľubomír Valík, PhD., Institute of Biochemistry, Nutrition and Health Protection, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia, Email: lubomir.valik@stuba.sk.