

Specifická mikroflóra baleného masa*

IVA STEINHAUSEROVÁ

University of Veterinary and Pharmaceutical Science Brno, Faculty of Hygiene and Technology of Meat,
Brno, Czech Republic

Abstract

STEINHAUSEROVÁ I. (2000): **Specific microflora of packed meat.** Czech J. Food Sci., 18: 159–163.

Meat is an attractive medium for microorganism multiplication due to its composition. The microflora of unpacked meat or of meat packed in wrapping plastic foil is significantly different from the microflora of vacuum-packed or controlled-atmosphere packed meat. Dominant microorganisms of unpacked meat are some species of the genus *Pseudomonas* sp., namely *Pseudomonas fragi*, *Shewanella putrefaciens*, *Psychrobacter* and *Acinetobacter*, which largely contribute to meat spoilage. From vacuum-packed or controlled-atmosphere packed meat were isolated mainly *Brochotrix thermosphacta*, heterofermentative lactobacilli (*L. cellobiosus*), *Carnobacterium* sp. and *Leuconostoc* sp. Characteristic microorganisms of vacuum-packed meat were *Leuconostoc carnosum*, *Leuconostoc gelidum* and *Carnobacterium divergens*. Quantitative proportions of the groups of microorganisms in packed meat are related to meat pH value, plastic foil permeability for oxygen and type of packed product.

Keywords: vacuum packing, controlled-atmosphere packing, *Lactobacillus* sp., *Brochotrix thermosphacta*, *Pseudomonas* sp.

Souhrn

STEINHAUSEROVÁ I. (2000): **Specifická mikroflóra baleného masa.** Czech J. Food Sci., 18: 159–163.

Maso svým složením představuje vhodné prostředí pro množení mikroorganismů. Mikroflóra masa nebaleného nebo baleného jen v průtažné fólii se významně liší od mikroflóry masa baleného vakuově nebo v ochranné atmosféře. Dominantními mikroorganismy nebaleného masa jsou příslušníci rodu *Pseudomonas* sp., především *Pseudomonas fragi*, dále *Shewanella putrefaciens*, *Psychrobacter* a *Acinetobacter*, které se výraznou měrou podílejí na kažení masa. Z masa baleného vakuově nebo v ochranné atmosféře bývá izolován především *Brochotrix thermosphacta*, heterofermentativní laktobacily (*L. cellobiosus*), *Carnobacterium* sp. a *Leuconostoc* sp. U vakuově baleného masa byly popsány charakteristické mikroorganismy (*Leuconostoc carnosum*, *Leuconostoc gelidum* a *Carnobacterium divergens*). Kvantitativní zastoupení jednotlivých skupin mikroorganismů závisí na hodnotě pH masa, prostupnosti fólie pro kyslík a charakteru baleného výrobku.

Klíčová slova: vakuové balení; balení v ochranné atmosféře; *Lactobacillus* sp.; *Brochotrix thermosphacta*; *Pseudomonas* sp.

Maso svým složením (voda, proteiny, peptidy, aminokyseliny, nukleotidy a sacharidy) představuje vhodné prostředí pro množení mikroorganismů. Pro údržnost masa i masných výrobků není důležité jen kvantitativní, ale často i kvalitativní zastoupení jednotlivých druhů mikroorganismů. Ačkoliv v mikroflóře masa jednotlivých druhů zvířat se nacházejí určité odchylky, obecně lze říci, že z hovězího, vepřového, skopového i drůbežího masa jsou izolovány v podstatě stejné druhy a skupiny mikroorganismů. Kromě mikroorganismů, které se vyskytují v celé řadě jiných potravin i v prostředí, byly identifikovány i takové druhy, které jsou specificky vázány jen na maso

a v jiných potravinách se vyskytují spíše náhodně (LABADIE 1999).

Maso uchovávané při běžné atmosféře má poměrně krátkou dobu údržnosti, která mimo jiné závisí především na kvantitativním a kvalitativním složení primární mikrobiální kontaminace, teplotě uchovávání, vodní aktivitě a dostupnosti kyslíku. Při chladírenském skladování (teploty 0–7 °C) se během několika dní dominantní mikroflórou stávají zástupci rodu *Pseudomonas*.

Příslušníci rodu *Pseudomonas* sp. se v potravinách i prostředí vyskytují velmi často, přesto se liší ve výskytu druhů. Pseudomonády vyskytující se na mase využívají

* Práce vznikla za podpory VZ 162700005.

aminokyselin masa jako zdroje energie a konečné produkty jejich metabolismu se nacházejí v kazícím se masu. Z masa je velmi často izolován např. *Pseudomonas fragi*, který při chladírenských teplotách roste rychleji než ostatní pseudomonády. Bylo zjištěno, že při nízkých teplotách rychle rostoucí pseudomonády nejsou schopny syntetizovat siderofory, které jsou součástí zeleného fluorescenčního pigmentu. Pigmenty pseudomonád (pyoverdin, siderofory) jsou produkovány především v prostředí s nedostatkem železa. *Ps. fragi*, jehož potřeba železnatých iontů pro plný růst je dvojnásobná s porovnáním s *Ps. aeruginosa*, není schopen syntetizovat pyoverdin, ale je schopen využívat zdroje železnatých iontů z produktů jiných bakterií. Růst *Ps. fragi* je stimulován siderofory, hemoglobinem, ale i dalšími produkty metabolismu (aerobakterin, transferin a laktoferin) jiných mikroorganismů. Předpokládá se, že tyto mikroorganismy mohou v masu najít různé zdroje rychle dostupného železa. Pro *Ps. fragi* je tedy maso významným zdrojem rychle dostupného a dobře využitelného železa, které plně kryje jeho růstové požadavky (CHAMPOMIER-VERGÉS *et al.* 1996; HÉBRAUD *et al.* 1994).

Obecně jsou pseudomonády významnými producenty proteas, které se ovšem někdy obtížně prokazují *in vitro*. Pro vyvolání produkce proteas u *Ps. fragi* do extracelulárního prostoru je nutná přítomnost určitých proteinů a peptidů. Proteasy *Ps. fragi* jsou vylučovány ve formě měchýřků, které penetrují do svalových buněk, kde rozkládají proteiny. Schopnost *Ps. fragi* využívat různé zdroje železa spolu se sekrečním mechanismem exoproteas, které ostatní pseudomonády nemají, může vysvětlovat dominantní postavení *Ps. fragi* na chlazeném masu (TARRANT *et al.* 1971).

Dalším mikroorganismem často izolovaným z baleného i nebaleného masa je *Brochotrix thermosphacta*, který je nacházen ve větší míře pouze na chlazeném masu, zatímco v jiném prostředí (půda, siláž, seno, výkaly zvířat apod.) a potravinách, např. v mléce a zelenině, se nachází pouze ve velmi nízkých počtech. V prostředí se však nachází *Brochotrix campestris* produkující bakteriocin, který má velmi dobré inhibiční účinky na *Listeria monocytogenes* a *B. thermosphacta*, což může být jedním z možných vysvětlení nízkého výskytu *B. thermosphacta* v prostředí (TALON *et al.* 1988).

B. thermosphacta rozkládá glukosu a glutamát, což je jeden z projevů jeho široké biochemické aktivity. Za aerobních podmínek *B. thermosphacta* rozkládá glukosu na kyselinu mléčnou a malé množství kyseliny octové, propionové, isobutyrové, valerové a isovalerové, zatímco za anaerobních podmínek je glukosa štěpena na laktát a etanol. *B. thermosphacta* také produkuje glycerol hydrolasu, která rozkládá mastné kyseliny s krátkým řetězcem, ale má obecně velmi nízkou proteolytickou aktivitu, takže se určitou měrou podílí na kažení masa (GARDNER 1982).

Z povrchu masa mohou být izolovány i některé mikroorganismy *Enterobacteriaceae*, jako jsou *Serratia lique-*

faciens nebo *Hafnia* sp., které ale nejsou plně adaptovány na maso a proto nepředstavují dominantní mikroflóru (BLIXT, BORCH 1996).

Mezi další mikroorganismy nacházející se na aerobně uchovávaném masu patří *Acinetobacter* sp. a *Psychrobacter* sp., které se významnou měrou podílejí na kažení masa.

Mikroflóra masa baleného vakuově a v modifikované atmosféře

Používání vakuového balení nebo balení v modifikovaných atmosférách má za cíl prostřednictvím změněného složení normální atmosféry potlačit růst mikroorganismů a prodloužit údržnost masa nebo masných výrobků. Atmosféra zpravidla obsahuje CO₂, jehož koncentrace je zvýšena, a O₂, jehož obsah je naopak snížen. U modifikované atmosféry se kyslík a oxid uhličitý zpravidla mísí buď s dusíkem, nebo vzduchem, popřípadě i argonem apod. Pro červené maso je z důvodů zachování červené barvy nutný kyslík a až 20 % CO₂, jehož koncentrace nemá ještě nepříznivý efekt na barvu masa (JAY 1996).

Baktericidní účinky CO₂ se objevují při koncentracích alespoň 20 %. Při tomto obsahu oxidu uhličitého se ještě neobjevují výrazné změny barvy masa, které jsou zřejmé především u červených mas. Vyšší koncentrace CO₂ se používají při balení ryb, drůbeže nebo masných výrobků. Pro zabezpečení červené barvy masa se při balení hovězího nebo vepřového masa využívá směs s kyslíkem. Přítomnost kyslíku může zpomalit nebo zastavit případný růst anaerobních mikroorganismů.

Podle řady autorů (JAY 1996; CHRISTOPHER *et al.* 1979) je z hlediska prevence růstu většiny patogenních mikroorganismů způsobujících kažení masa optimální složení směsi plynů 75 % CO₂ : 15 % N₂ : 10 % O₂. Nicméně řada patogenních mikroorganismů včetně salmonel může v baleném masu různě dlouhou dobu přežít. Z technologických důvodů se však v praxi samozřejmě používají i jiné kombinace a poměry plynů.

Podobně jako u modifikované atmosféry dochází i u vakuového balení ke snížení obsahu kyslíku a zvýšení CO₂, ale princip vzniku je odlišný. Při vakuovém balení není odstraněn veškerý kyslík, ale zbývající je spotřebován aerobní mikroflórou, která díky své respirační činnosti produkuje CO₂, který tuto mikroflóru zpětně inhibuje. Množství oxidu uhličitého se tedy zvyšuje a naopak množství kyslíku se snižuje, což je primární výsledek mikrobiálního metabolismu. Údržnost vakuového balení závisí kromě řady jiných faktorů i na vlastnostech fólie, zejména na její nepropustnosti pro kyslík. Podle některých literárních údajů je zřejmé, že údržnost baleného masa nebo masných výrobků je nejvyšší u vakuového balení, dále následuje skladování ve 100% CO₂ a skladování v dusíkové atmosféře (BLICKSTAD, MOLIN 1983).

Inhibiční efekt CO₂

Široké využívání CO₂ jako prostředku pro prodloužení údržnosti masa a masných výrobků se rozšířilo počátkem

80. let, ale první zkušenosti jsou již ze 30. let tohoto století, kdy se oxid uhličitý používal při lodní přepravě masa.

Inhibiční efekt CO_2 se projevuje především při nízkých teplotách, kdy díky vzniku kyseliny uhličitě dochází k mírnému poklesu pH. Vůči působení CO_2 jsou ve srovnání s anaerobními a laktacidogenními mikroorganismy vysoce citlivé pseudomonády, méně pak *Proteus* sp. a *Micrococcus* sp. (GENIGEORGIS 1985). Mechanismus inhibičního působení CO_2 není sice ještě definitivně vysvětlen, ale jsou známy základní účinky. LABADIE (1999) zjistil, že oxid uhličitý inhibuje metabolismus pseudomonád především působením na enzymy dekarboxilas. Současně ovlivňuje permeabilitu buněčných membrán a sporulaci spor především *Clostridium perfringens* a *Cl. sporogenes*. Inhibice klíčení spor je způsobena změnami v lipidové složce stěny spory. Inhibice klíčení spor se ovšem projevuje pouze při vyšším obsahu CO_2 , zatímco při nízkých hodnotách může oxid uhličitý naopak sporulaci stimulovat (JAY 1996).

Složení mikroflóry u masa baleného v modifikované atmosféře a vakuově je velmi obdobné díky zvýšenému obsahu CO_2 , ale podstatně se odlišuje od mikroorganismů nacházejících se na mase nebaleném.

Dominantními mikroorganismy baleného masa jsou laktobacily, *B. thermosphacta*, současně i další mikroorganismy jako je *Carnobacterium* a *Enterococcus*. Zastoupení jednotlivých druhů je dáno několika faktory:

- pH masa nebo výrobku
- prostupností fólie pro kyslík
- přítomností psychrotrofních bakterií
- charakterem baleného výrobku (syrové maso nebo tepelně ošetřený výrobek)
- koncentrací dusitanů

Vlastnosti balicí fólie zásadně ovlivňují jak délku udržnosti, tak i složení mikroflóry baleného masa. Při použití velmi kvalitních fólií lze dosáhnout udržnosti více než 15 týdnů, zatímco u propustných fólií ($920 \text{ cc O}_2/\text{m}^2/24 \text{ h/atm}$ při 25°C a RV 100 %) se udržnost pohybuje maximálně 2–4 týdny (NEWTON, RIGG 1979).

Při použití vysoce nepropustných fólií podstatnou část mikroflóry tvoří laktacidogenní mikroorganismy a *Brochotrix thermosphacta* především díky zvýšené koncentraci CO_2 . Tyto mikroorganismy také svoji činností snižují hodnoty pH na hodnoty 5,3–5,45, což do jisté míry spolu s ostatními typy překážek (např. organické kyseliny, Eh, produkce bakteriocinů) spolupůsobí negativně na pomnožování patogenních mikroorganismů (EGAN, SHAY 1982).

Při hodnocení složení mikroflóry masa HENRY *et al.* (1983) zjistili, že počáteční hodnoty se pohybovaly $\log_{10} 2,53/\text{cm}^2$ a převažující mikroflóra byla tvořena streptokokami, mikrobacily, koagulasa negativními stafylokoky a dále rody *Moraxella-Acinetobacter* a *Pseudomonas* sp. Při vakuovém balení ve vysoce propustné fólii po 4 dnech skladování tvořily *Pseudomonas* sp. 86 % přítomné mikroflóry. Při zabalení do fólie málo propustné pro kyslík převládaly laktobacily po 5–10 dnech (80–90 % mikroflóry),

přičemž převažoval *Lactobacillus cellobiosus*. *B. thermosphacta* tvořil asi jen 5 % přítomných mikroorganismů.

Složení mikroflóry vakuově baleného masa je značně ovlivněno výchozí hodnotou pH. U vakuově baleného masa s normálním průběhem zrání tvoří 75 % mikroorganismů katalasa-negativní mikroorganismy většinou heterofermentativní. Mezi nejčastěji zastoupené patří *Leuconostoc mesenteroides* a *L. cellobiosus*.

Při balení hovězího masa s pH 6,6 byla počáteční kontaminace $\log 2,48/\text{cm}^2$ tvořena především rodem *Aeromonas* sp. (85 %), grampozitivními, katalasa pozitivními mikroorganismy (15 %). Po 8 týdnech skladování při teplotě $0,2^\circ\text{C}$ se počet mikroorganismů zvýšil na $\log 7,69/\text{cm}^2$. Po této době byl nejčastěji zastoupen *B. thermosphacta* (39 %), homofermentativní laktobacily (22 %) a psychrotrofní *Enterobacteriaceae* (39 %). Podobná situace byla zjištěna i u vakuově balených masných výrobků, kdy v závislosti na hodnotách pH po 2–3týdenním skladování převažoval *B. thermosphacta*, laktobacily a mikrobacily (HITCHENET *et al.* 1977).

U výrobků s hodnotou pH vyšší než 6 bývá dominantní mikroflórou *Serratia liquefaciens*, *Y. enterocolitica*, *Lactobacillus* sp. a *Shewanella putrefaciens*, která často způsobuje zelenání výrobků. Z čeledi *Enterobacteriaceae* bývají nejčastěji zastoupeny *Serratia liquefaciens*, *Hafnia alvei* a *Morganella morganii* (JAY 1996).

Jiná situace může být, pokud jsou v masném výrobku přítomny dusitanů. V těchto případech často převažují laktobacily, které jsou více rezistentní na dusitanů, nad ostatní mikroflórou jako je *Brochotrix thermosphacta* a *Enterobacteriaceae*, které jsou na přítomnost dusitanů značně citlivé. U tepelně opracovaných výrobků s nízkou hladinou dusitanů však velmi často převažuje *B. thermosphacta*. Dominantní podíl výskytu *B. thermosphacta* a laktobacilů na mase baleném vakuově nebo v ochranných atmosférách je ovlivněn řadou faktorů (NIELSEN 1983).

Pokud je kvantitativní zastoupení laktobacilů a *B. thermosphacta* přibližně stejné, laktobacily jsou na baleném mase schopny poměrně výrazně inhibovat růst *B. thermosphacta*. Pokud ovšem vakuově balené maso obsahuje velký počet *B. thermosphacta*, roste tento mikroorganismus rychleji a potlačuje přítomné laktobacily. Míra potlačení růstu laktobacilů závisí na poměru homo- a heterofermentativních druhů (HITCHENER *et al.* 1982; HOLZAPFEL, GERBER 1983).

Jak již bylo uvedeno v úvodu, na mase byly identifikovány mikroorganismy, které se u ostatních potravin vyskytují jen ojediněle. U vakuově baleného masa jsou popsány dvě skupiny, které jsou pro takto balené maso charakteristické (SHAW, HARDING 1984). Jedná se o *Leuconostoc carnosum* a *Leuconostoc gelidum* a katalasa-negativní, heterofermentativní příslušníky rodu *Carnobacterium*, kteří byli původně zařazováni jako *L. divergens*. Mezi nejdůležitější zástupce patří *Carnobacterium divergens*, *Carnobacterium piscicola* a *Carnobacterium mo-*

bile, kteří díky své malé metabolické aktivitě se významným způsobem nepodílejí na kažení masa. *Leuconostoc* sp. a *Carnobacterium* sp. jsou dominantními na mase především díky chladírenským teplotám, atmosféře obsahující zbytkové množství kyslíku a různé množství CO_2 . Kombinace těchto faktorů je pravděpodobně důvodem proč tyto mikroorganismy rostou rychleji než ty, které byly přítomny na počátku skladování.

Řada autorů (HÉBRAUD *et al.* 1994; GRAUMANN *et al.* 1996) sledovala způsoby chování některých mikroorganismů za nízkých teplot. Tito autoři vysvětlují růst bakterií při nízkých teplotách schopností produkce tzv. Cold Shock Proteinů, které jsou klíčovými biochemickými faktory adaptace mikroorganismů na nízké teploty. Za produkci těchto proteinů jsou zodpovědné promotorové geny aktivované právě při nízkých teplotách. Poslední studie dokazují, že tyto faktory mají i některé laktobacily, např. *L. plantarum* a *L. curvatus*, podobně jako některé patogenní mikroorganismy.

Pomnožení mikroorganismů na určitou hodnotu vyvolává nejen senzorické změny, ale svojí metabolickou aktivitou mohou mikroorganismy produkovat látky jako jsou např. biogenní aminy, které negativně působí na zdraví konzumenta. Senzorické změny u nebaleného masa nebo masných výrobků jsou způsobeny činností proteolytických enzymů, které rozkládají proteiny masa doprovázené charakteristických zápachem. Tento zápach je způsoben činností především *Shewanella putrefaciens*, *Ps. fragi*, *Ps. putida*, *Ps. fluorescens* a *Moraxella* sp., výsledkem jejich metabolismu jsou dimetyl, di- nebo trisulfid, metylmerkaptan, metanol, etanol a trimetylamín (FREEMAN *et al.* 1976).

Během uchovávání vakuově baleného masa vznikají činností mikroorganismů typické metabolické produkty. Laktobacily a *B. thermosphacta* produkují mastné kyseliny s krátkým řetězcem, které propůjčují výrobkům typickou ostrou vůni. Mezi další často prokazované látky patří acetoin a diacetyl. *B. thermosphacta* tvoří metabolické produkty často v závislosti na složení substrátu. Při neutrálním pH a nízkém obsahu glukosy se vytvářejí především kyseliny isobutyrová a isovalerová, zatímco acetoin, kyselina octová, butandiol, metylbutanol a metylpropanol vznikají při nízkém pH a vyšším obsahu glukosy (FREEMAN *et al.* 1976).

Při kažení vakuově baleného masa se metabolity s obsahem síry objevují při počtech mikroorganismů 10^7 – 10^8 na 1 cm^2 . Převládající mikroflórou je kromě laktobacilů především *H. alvei* a pseudomonády a nejnovější poznatky uvádějí i některá psychrotrofní klostridia (*Cl. laramie*, *Cl. algidicarnis* a *Cl. estertheticum*), která produkují velké množství vodíku, CO_2 , butanolu, esterů a těkavých látek s obsahem síry (GILL 1983).

Mikroorganismy rostoucí na mase jsou výsledkem interakce primární kontaminace a fyzikálně chemických faktorů působících během skladování (teplota, pH, vodní aktivita, složení atmosféry). Tyto překážky, které hrají

klíčovou roli v množství a zastoupení jednotlivých mikroorganismů, ovšem jen částečně vysvětlují, proč se některé mikroorganismy specificky vyskytují pouze na mase a ne na jiných potravinách. O této oblasti máme dosud jen částečné informace, které úzce souvisejí se složením masa především v oblasti proteinů. Vysvětlení příčin výskytu některých druhů nebo skupin mikroorganismů na mase napomůže i objasnění chování a výskytu patogeních mikroorganismů, které se na mase poměrně často vyskytují.

Literatura

- BLICKSTAD E., MOLIN G. (1983): The microbial flora of smoked pork loin and frankfurter sausage stored in different gas atmospheres at 4°C . *J. Appl. Bacteriol.*, **54**: 45–56.
- BLIXT Y., BORCH E. (1996): Spoilage potential of lactic acid bacteria on vacuum packed beef. In: HILDRUM K. I. (Ed.): 42nd ICoMST. Poster Proc.: 191–192.
- EGAN A. F., SHAY B. J. (1982): Significance of lactobacilli and film permeability in the spoilage of vacuum packaged beef. *J. Food Sci.*, **47**: 1119–1122, 1126.
- FREEMAN L. R., SILVERMAN G. J., ANGELINI P., MERRITT C., ESSELEN W. B. (1976): Volatiles produced by microorganisms isolated from refrigerated chicken at spoilage. *Appl. Environ. Microbiol.*, **32**: 222–231.
- GARDNER G. A. (1982): *Brochothrix thermosphacta* in the spoilage of meats In: ROBERTS T. A., HOBBS G., CHRISTIAN J. H. B., SKOVGAARD N. (Eds.): Psychrotrophic Micro-organisms in Spoilage and Pathogenicity. Academic Press, London–New York: 139–173.
- GENIGEORGIS C. A. (1985): Microbial and safety implications of the use of modified atmospheres to extend the storage life of fresh meat and fish. *Int. J. Food Microbiol.*, **1**: 237–251.
- GILL C. O. 1983. Meat spoilage and evaluation of the potential storage life of fresh meat. *J. Food Protect.*, **46**: 444–452.
- GRAUMAN P., SCHRÖDER K., SCHMID R., MARAHIEL M. A. (1996): Cold shock stress-induced proteins in *Bacillus subtilis*. *J. Bacteriol.*, **178**: 4611–4619.
- HÉBRAUD M., DUBOIS E., POTIER P., LABADIE J. (1994): Effect of growth temperature on the protein levels in a psychrotrophic bacterium *Pseudomonas fragi*. *J. Bacteriol.*, **176**: 4017–4024.
- HENRY K. G., SAVELL J. W., SMITH G. C., EHLERS J. G., VANDERZANT C. (1983): Physical sensory and microbiological characteristics of lamb retail cuts vacuum packaged in high oxygen-barrier film. *J. Food Sci.*, **48**: 1735–1740, 1749.
- HITCHENER B. J., EGAN A. F., ROGERS P. J. (1982): Characteristics of lactic acid bacteria isolated from vacuum-packaged beef. *J. Appl. Bacteriol.*, **52**: 31–37.
- HOLZAPFEL W. H., GERBER E. S. (1983): *Lactobacillus divergens* sp. nov., a new heterofermentative *Lactobacillus* species producing L(+)-lactate. *System. Appl. Bacteriol.*, **4**: 522–534.
- CHAMPOMIER-VERGÉS M. C., STINZI A., MEYER J. M. (1996): Acquisition of iron by the non siderophores producing *Pseudomonas fragi*. *Microbiology*, **142**: 1191–1199.

- CHRISTOPHER F. M., SEIDEMAN S. C., CARPENTER Z. L., SMITH G. C., VANDERZANT C. (1979): Microbiology of beef packaged in various gas atmospheres. *J. Food Protect.*, **42**: 240–244.
- JAY J. M. (1996): *Modern Food Microbiology*. 5th ed. Chapman & Hall, New York.
- LABADIE J. (1999): Consequences of packaging on bacterial growth. Meat is an ecological niche. *Meat Sci.*, **52**: 299–305.
- NEWTON K. G., RIGG W. J. (1979): The effect of film permeability on the storage life and microbiology of vacuum-packed meat. *J. Appl. Bacteriol.*, **47**: 433–441.
- NIELSEN H. J. S. (1983): Influence of nitrite addition and gas permeability of packaging film on the microflora in a sliced vacuum-packed whole meat product under refrigerated storage. *J. Food Technol.*, **18**: 573–585.
- SHAW B. G., HARDING C. D. (1984): A numerical taxonomic study of lactic acid bacteria from vacuum-packed beef, pork, lamb and bacon. *J. Appl. Bacteriol.*, **56**: 25–40.
- TALON R., GRIMONT P. A. D., GRIMONT-GASSER F., BOEUF-GRAS J. M. (1988). *Brochothrix campestris* sp. nov. *Int. J. Determin. Bacteriol.*, **38**, 99–102.
- TARRANT P. J. V., PEARSON A. M., PRICE J. F., LECHOVICH R. V. (1971): Action of *Pseudomonas fragi* on the proteins of pig muscle. *Appl. Microbiol.*, **22**: 224–228.

Kontaktní adresa:

Doc. MVDr. IVA STEINHAUSEROVÁ, CSc., Ústav hygieny a technologie masa, Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Palackého 1–3, 612 42 Brno, Česká republika, tel.: + 420 5 41 56 26 60, fax: + 420 5 41 32 12 30, e-mail: steinhauserovai@vfu.cz
