

Kralik, G., G. Kušec, H. Gutzmirtl, A. Petričević, D. Grgurić (2002): Correlation between meat colour and some indicators of carcass and meat quality of pigs. *Acta Agr. Kapos.* 6, 253-258.

Kušec, G., Gordana Kralik, D. Horvat, A. Petričević, V. Margeta (2005): Differentiation of pork longissimus dorsi muscle regarding the variation in water holding capacity and correlated traits. *It. J. of Anim. Sci.* 4 (3), 79-81.

Otto, G., R. Roehe, H. Looft, L. Thoelking, E. Kalm (2004): Comparison of different methods for determination of drip loss and their relationships to meat quality and carcass characteristics in pigs. *Meat Sci.* 68, 401-409.

Ryu, Y.C., B.C. Kim (2005): The relationship between muscle fibre characteristics, post-mortem metabolic rate and meat qual-

ity of pig longissimus dorsi muscle. *Meat Sci.* 71, 351-357.

Sellier, P., G. Monin (1994): Genetics of pig meat quality: A review. *J Muscle Foods*, 5, 187.

Van Laack, R.L.J.M. (2000): Determinants of ultimate pH and quality of pork. Home page address: <http://www.nppc.org/Research/00reports/99-129-Laack.htm>.

Warner, R.D., R.G. Kauffman, M.L. Greaser (1997): Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. *Meat Sci.* 45, 339-352.

Prispjelo / Received: 26.1.2008.

Prihvaćeno / Accepted: 4.2.2008. ■

BAKTERIOCINOGENE STARTER KULTURE VS. *LISTERIA MONOCYTOGENES*

Zdolec¹, N., M. Hadžiosmanović¹, L. Kozačinski¹, Ž. Cvrtila¹, I. Filipović¹, K. Leskovar²

SAŽETAK

U ovom radu prikazani su literaturni podaci o primjeni bakteriocinogenih bakterija mliječne kiseline i bakteriocina u svrhu smanjenja broja bakterije *Listeria monocytogenes* u hrani. Rezultati većine istraživanja afirmativni su prema standardizaciji primjene bakteriocinogenih kultura, budući da povećavaju sigurnost proizvoda intenzivnijom redukcijom patogena. Glavnina podataka o pozitivnom učinku bakteriocinogenih starter kultura odnosi se na istraživanja fermentiranih kobasica, no antilisterijski efekt je opisan i u svježem vakuumiranom mesu peradi, kuhanim salamurnim mesnim proizvodima te ribi.

Ključne riječi: *Listeria monocytogenes*, bakteriocinogene starter kulture

UVOD

Dodavanjem kultura bakterija mliječne kiseline u različite vrste namirnica usporava se ili sprječava

rast bakterija kvarenja (heterofermentativni laktobacili, klostridije, *Leuconostoc* spp.) i patogenih mikroorganizama kao rezultat intenzivnije acidifikacije i sinteze antimikrobnih produkata poput organskih kiselina (mliječna), CO₂, vodikovog peroksida ili bakteriocina (Zdolec i sur., 2005a). Bakteriocini se posljednjih godina sve više spominju kao moguća zamjena za neke kemijske konzervanse u proizvodnji tzv. minimalno procesirane hrane koju potrošači sve više potražuju. Istraživanja bakteriocina usmjerena su danas prema molekularnim osnovama njihove sinteze te optimiziranju postupaka ekstrakcije i stabilizacije. Poznato je da je aktivnost bakteriocina u hrani uvjetovana brojnim čimbenicima; vrstom hrane (kruta, tekuća i dr.), njezinim sastavom, prisutnošću inhibitora (enzimi), tehnološkim uvjetima proizvodnje hrane itd. Primjena bakteriocina kao

¹ Dr.sc. Nevijo Zdolec, dr.vet.med., znanstveni novak-viši asistent; dr.sc. Mirza Hadžiosmanović, redoviti profesor; dr.sc. Lidija Kozačinski, izvanredni profesor; dr.sc. Željka Cvrtila, docent; Ivana Filipović, dr.vet.med., znanstveni novak-asistent; Zavod za higijenu i tehnologiju animalnih namirnica, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Heinzelova 55, Zagreb; kontakt e-mail: nzdolec@vef.hr

² Kristina Leskovar, dr.vet.med., Veterinarska stanica Vrbovec, Kolodvorska 68, Vrbovec

zasebnih konzervansa u proizvodnji hrane još je uvijek ograničena na bakteriocin nizin (E234) u mljekarstvu. U mesnim proizvodima bakteriocini se primjenjuju neizravno, odnosno uvođenjem

starter kultura koje sintetiziraju bakteriocine (Zdolec i sur., 2007a). Njihovo je inhibicijsko djelovanje u mesnim proizvodima utvrđeno prema nekim patogenim mikroorganizmima, ponajprije prema bakteriji

▼ **Tablica 1.** Pojavnost infekcija hranom uzrokovanih bakterijom *L. monocytogenes* u Europi u razdoblju 1990.-2002. (De Valk i sur., 2005).

Godina	Zemlja	Broj slučajeva	Prijenos	Inkrimirana hrana
1992	Francuska	279	Hranom	Svinjski jezik u želeu
1992	Španjolska	24	Hranom	Nepoznat
1992	Norveška	6	Hranom	Hladno pečenje
1993	Francuska	38	Hranom	Rillettes (svinjsko meso)
1993	Italija	18 (gastroenteritis)	Hranom	Salata s rižom
1994-95	Švedska	9	Hranom	Riblja salata
1995	Francuska	36	Hranom	Sirevi (sirovo kravlje mlijeko)
1995	Island	5	Nepoznat	Nepoznat
1996	Danska	3 (gastroenteritis)	Nepoznat	Nepoznat
1997	Francuska	14	Hranom	Sirevi (sirovo kravlje mlijeko)
1997	Finska	5	Hranom	Hladno-dimljena kalifornijska pastrva
1997	Italija	1566 (gastroenteritis)	Hranom	Salata s kukuruzom
1998-99	Finska	25	Hranom	Maslac
1999	Engleska i Wales	2	Hranom	Sir/salata/sendvič
1999	Francuska	3	Hranom	Sirevi (sirovo kravlje mlijeko)
1999	Francuska	10	Hranom	Pašteta
1999-2000	Finska	10	Hranom	Vakuimirani riblji proizvodi
2000	Francuska	32	Hranom	Svinjski jezik u želeu
2000	Portugal	1	Hranom	Sir
2000	Španjolska	15	Hranom	Nepoznat
2001	Belgija	1+2 (gastroenteritis)	Hranom	Sladoled
2002	Francuska	11	Hranom	Kobasica za namazivanje

Listeria monocytogenes (Foegeding i sur., 1992; De Martinis i Franco, 1998; Nissen i Holck, 1998; Lahti i sur., 2001; Liserre i sur., 2002; Hugas i sur., 2002; Työppönen i sur., 2003; Hadžiosmanović i sur., 2005; Zdolec i sur., 2006; Zdolec i sur., 2007b).

STARTER KULTURE I *LISTERIA* *MONOCYTOGENES*

Pored poznatih prirodnih ograničavajućih čimbenika za rast patogenih mikroorganizama u pojedinim namirnicama (nizak pH i aktivnost vode, nitriti, NaCl itd.), u ukupnom zaštitnom djelovanju svoje mjesto zauzima i postupak biokonzerviranja (Leistner i Gorris, 1995). U tom smislu se najveća pažnja posvećuje primjeni bakteriocinogenih bakterija mliječne kiseline u fermentiranim namirnicama radi antagonističkog djelovanja prema bakteriji *L. monocytogenes*.

L. monocytogenes ubikvitarna je bakterija trajno prisutna u okolišu, a izdvojena je iz brojnih vrsta namirnica i

proizvodnih pogona (Živković i sur., 1998; Kozačinski i Hadžiosmanović, 2001; Thévenot i sur., 2005a, Colak i sur., 2007). Prema izvješću De Valka i sur. (2005) broj slučajeva listerioze ljudi povezanih s hranom u Europi nije zanemariv (Tablica 1).

Iako je u literaturi malo podataka o ovoj bolesti koji se dovode u vezu s konzumiranjem fermentiranih mesnih proizvoda, ne treba zanemariti otpornost uzročnika na uvjete niskog pH, niske aktivnosti vode ili viših koncentracija soli. Ipak, kako navode Thévenot i sur. (2005a), u slučaju kontaminacije fermentiranih kobasica, broj se *L. monocytogenes* obično smanjuje tijekom zrenja, ponajprije zbog procesa sušenja. U našim istraživanjima tradicionalnih fermentiranih kobasica proizvedenih bez starter kultura također je zabilježeno smanjenje broja *L. monocytogenes* ispod praga detekcije do kraja zrenja (28. dan) (Zdolec i sur., 2005b; 2007c). Nadalje, Thévenot i sur. (2005b) ukazuju na važnost porijekla *L. monocytogenes*, tj. prilagođenosti supstratu što bitno utječe na rast u nadjevu fermentiranih kobasica. Tako navode da je smanjenje stupnja kontaminacije bakterijom *L. monocytogenes* tijekom proizvodnog procesa ovisno o soju ($P < 0,001$), te je posljedica sušenja, a ne procesa fermentacije. Sojevi *L. monocytogenes* koji su dobro prilagođeni supstratu (izolirani iz kobasica) pokazali su se otpornijima (smanjenje $1,5 \log_{10}$) od neadaptiranih sojeva (smanjenje $3 \log_{10}$) do 35. dana zrenja. Hugas i sur. (1997) smatraju da je djelotvornost bakteriocinogenih starter kultura u kontroli *L. monocytogenes* uvelike ovisna o supstratu u kojem se primjenjuju kao i uspostavljanju optimalnih uvjeta u kojima bi mogli ispoljiti svoju optimalnu aktivnost.

Nepobitna je činjenica da je stupanj mikrobnog onečišćenja nadjeva rezultat primjene dobre higijenske prakse tijekom klanja životinja, klaoničke obrade, rasijecanja, pripreme nadjeva (usitnjavanje, salamurenje) odnosno ukupnog tehnološkog procesa proizvodnje. Osim toga, na preživljavanje i rast bakterija roda *Listeria* u fermentiranim kobasicama bitno utječu uvjeti zrenja (mikroklima; makroklima) te primjena starter kultura. Kako navodi Encinas i sur. (1999), u «chorizo» kobasicama *Listeria* vrste uopće nisu pronađene u uzorcima proizvedenima u industrijskom objektu uporabom starter kultura, sorbata te zrenjem u kontroliranim uvjetima na višim

temperaturama. Suprotno, u kobasicama proizvedenima u obrtničkom objektu bez startera i u kontroliranim uvjetima na nižim temperaturama broj *Listeria* spp. bio je oko $3,5 \log$ CFU/g, a u kobasicama proizvedenima bez starter kultura u makroklimatskim uvjetima $1,17 \log$ CFU/g. Praćenjem proizvodnje tijekom 32 dana u prvom slučaju (bez startera, kontrolirani uvjeti) rast *Listeria* spp. bio je inhibiran, a u gotovom proizvodu broj smanjen za $0,5 \log$, dok je u kobasicama bez startera proizvedenima u vanjskim uvjetima broj bio veći od početnog.

Kako navode Foegeding i sur. (1992), primjenom bakteriocinogene starter kulture *Pediococcus acidilactici* populacija *L. monocytogenes* smanjuje se 10 puta više tijekom fermentacije kobasica (dimne komore, 48 sati na 38°C) nego u kobasicama inokuliranim nebakteriocinogenim sojem iste kulture. Preživljavanje *L. monocytogenes* u nadjevu bilo je uvjetovano i s pH nadjeva, pa je utvrđeno da je pri $\text{pH} < 4,9$ *L. monocytogenes* u potpunosti eliminirana iz nadjeva tijekom zrenja. Ipak, i u kobasicama s višim pH zabilježeno je veće smanjenje broja *L. monocytogenes* tijekom zrenja u prisutnosti bakteriocinogenog soja *Pc. acidilactici* što autori pripisuju izravnoj aktivnosti pediocina «*in situ*».

Lahti i sur. (2001) primijenili su bakteriocinogene starter kulture *Pc. acidilactici* PA-2 i *Lb. bavaricus* MI-401 u kombinaciji sa *Staphylococcus xylosus* DD-34 te nebakteriocinogenu starter kulturu *Lb. curvatus* Lb3 sa *Staphylococcus carnosus* MIII u proizvodnji fermentiranih kobasica inokuliranih različitim koncentracijama *L. monocytogenes* ($5,05$ – $5,41$; $2,92$ – $3,35 \log$ CFU/g). U kobasicama s manjim stupnjem kontaminacije *L. monocytogenes* nije utvrđena u gotovom proizvodu (zrenje 49 dana). S druge strane, veći inicijalni broj *L. monocytogenes* uvjetovao je i njen nalaz na kraju zrenja. Međutim, uporabom bakteriocinogenih starter kultura zabilježena je evidentno veća redukcija patogena u nadjevu ($< 2 \log$ CFU/g nakon 21. dana zrenja).

Työppönen i sur. (2003) usporedili su djelotvornost komercijalne starter kulture *Pc. pentosaceus* RM2000 i probiotskih zaštitnih kultura *Lb. rhamnosus* E-97800, *Lb. rhamnosus* LC-705 i *Lb. plantarum* ALCO1 u inhibiciji *L. monocytogenes* u sjevernoeuropskom tipu fermentiranih kobasica. U uzorcima s $\text{pH} 5,0$ – $5,2$ *L. monocytogenes* je eliminirana iz

nadjeva do 21. dana zrenja (od 28) neovisno o vrsti primijenjene starter kulture. Međutim, pri nižem pH (4,7 – 4,9) zabilježena je brža eliminacija patogena korištenjem zaštitnih kultura (7. dana) nego u kobasicama proizvedenim s komercijalnom starter kulturom *Pc. pentosaceus* RM2000 (28. dana). Navedene razlike u stupnju inhibicije patogena autori pripisuju utjecaju brojnih čimbenika, među njima i pH, na aktivnost antimikrobnih tvari (bakteriocina i drugih inhibitora malih molekularnih masa) u nadjevu.

Dicks i sur. (2004) istražili su antilisterijsku aktivnost bakteriocinogenih sojeva *Lb. plantarum* 423 i *Lb. curvatus* DF126 u nadjevu fermentiranih kobasica od nojeva mesa. Utvrđen je nagli pad broja *L. monocytogenes* do 9. dana zrenja (s početnih 7 log CFU/g na 4,7 log CFU/g), da bi potom populacija opet dostigla početnu vrijednost (7 log CFU/g) do kraja zrenja (22. dan). Autori zaključuju da su razlozi navedenog «oporavka» listerije u gubitku aktivnosti bakteriocina te pojavi rezistencije na primijenjene bakteriocine.

Benkerroum i sur. (2003) istražili su učinak bakteriocinogenog i nebakteriocinogenog soja *Lc. lactis* subsp. *lactis* M na *L. monocytogenes* ATCC 7644 u fermentiranim kobasicama tipa «marguez». Primjenom i jednog i drugog soja broj *L. monocytogenes* smanjivao se tijekom fermentacije (24 sata na 30 °C), dok se u kontrolnoj kobasici proizvedenoj bez *Lc. lactis* subsp. *lactis* M patogen razmnožavao neometano. Uporabom bakteriocinogene kulture broj *L. monocytogenes* je smanjen za 2,7 log, a nebakteriocinogene za 1,6 log. U sljedećem istraživanju Benkerroum i sur. (2005) pratili su rast *L. monocytogenes* u fermentiranim kobasicama bez dodanih starter kultura te uz primjenu komercijalne starter kulture (*S. xylosus* SL-25, *S. carnosus* LS-25, nebakteriocinogeni *Lb. curvatus* LS-25) i bakteriocinogenih sojeva *Lc. lactis* subsp. *lactis* LMG21206 i *Lb. curvatus* LBPE. Tijekom zrenja (22 dana) nije zabilježen porast inicijalnog broja patogena (2-3 log CFU/g) ni u jednoj skupini istraživanih kobasica. U kontrolnim kobasicama (bez starter kultura) i kobasicama s dodanom nebakteriocinogenom starter kulturom značajnije smanjenje broja listerije nije zabilježeno sve do 19. dana zrenja. S druge strane, dodatkom *Lb. curvatus* LBPE, broj *L. monocytogenes* je smanjen ispod praga detekcije

već 4. sata fermentacije, a 8. dana nije više izolirana ni metodom obogaćenja. U kobasicama proizvedenima s *Lc. lactis* subsp. *lactis* LMG21206 *L. monocytogenes* je eliminirana iz nadjeva 15. dana zrenja. Slijedno dobivenim rezultatima, autori preporučuju upotrebu navedenih bakteriocinogenih starter kultura u proizvodnji fermentiranih kobasica radi kontrole *L. monocytogenes*.

Nedavno provedena istraživanja utjecaja *Lb. sakei* I151, I154 i I155 na populaciju *L. monocytogenes* tijekom zrenja različitih srednjoeuropskih i mediteranskih fermentiranih kobasica – mađarske salame, bosanskog sudžuka, sremske kobasice i tradicionalne fermentirane kobasice iz SZ Hrvatske (Čaklović i sur., 2006; Gasparik-Reichardt i sur., 2006; Drosinos i sur., 2006; Hadžiosmanović i sur., 2006; Zdolec i sur., 2007b) pokazala su značajan doprinos zaštitnih kultura u smanjenju broja *L. monocytogenes* u nadjevu tijekom zrenja. Upotrebom navedenih kultura u mađarskoj salami je zabilježeno smanjenje broja *L. monocytogenes* za oko 2 log tijekom 28-dnevnog zrenja (s početnih 5,5 na 3,5 log CFU/g), a u kontroli za oko 1,5 log. U bosanskom sudžuku *L. monocytogenes* u potpunosti je eliminirana iz nadjeva tijekom zrenja (28 dana) uporabom zaštitnih sojeva *Lb. sakei* (redukcija oko 5 log), dok u kontrolnoj kobasici to nije bio slučaj (smanjenje s inicijalnih 4,85 na 3,83 log CFU/g). Slični rezultati zabilježeni su i u sremskoj kobasici u kojoj *L. monocytogenes* nije utvrđena u gotovom proizvodu (28. dana) uporabom zaštitnih sojeva (redukcija 4,0 – 4,5 log). S druge strane listerija je opstala u kontrolnoj sremskoj kobasici (< 2 log CFU/g). U našem istraživanju populacija *L. monocytogenes* je smanjena ispod praga detekcije već 14. dana primjenom soja *Lb. sakei* I155, dok je u kontrolnim uzorcima te primjenom sojeva I151 i I154 to utvrđeno 28. dana zrenja.

Pojedine vrste i sojevi enterokoka također ispoljavaju inhibicijsko djelovanje prema *L. monocytogenes* sintezom bakteriocina. Primjenom enterocina CCM 4231 u fermentiranoj Hornad salami zabilježeno je intenzivnije smanjenje *L. monocytogenes* nego u kontrolnim uzorcima (Laukova i sur., 1999). Nakon 7 dana zrenja broj *L. monocytogenes* u kontrolnoj kobasici je bio 10⁷ CFU/g, a u kobasicama s enterocinom tek 10⁴ CFU/g, a ta razlika se zadržava

la i tijekom idućih 14 dana. Primjenom enterocina AS-48 Ananou i sur. (2005) su utvrdili da je stupanj inhibicije *L. monocytogenes* ovisan o početnoj koncentraciji enterocina.

Aktivnost bakteriocina bakterija mliječne kiseline prema *L. monocytogenes* pokušava se iskoristiti i u proizvodnji drugih mesnih proizvoda. Tako su Katla i sur. (2002) primijenili bakteriocin sakacin P te *Lb. sakei* zajedno s *L. monocytogenes* u pilećim hladnim narecima. Po inokulaciji polupročišćenog bakteriocina i zaštitne kulture proizvodi su vakuumirani i pohranjeni na 4 i 10 °C tijekom 4 tjedna. Istraživanje je pokazalo da je *Lb. sakei* sintetizira bakteriocin u navedenim uvjetima pohrane pilećeg mesa, a dodani sakacin P bio je stabilan i u manjim i većim koncentracijama. Dodavanjem 3,5 µg g⁻¹ sakacina zabilježen je bakteriostatski učinak tijekom 4 tjedna pohrane, a uz 12 ng g⁻¹ primijećen je početni rast *L. monocytogenes*, ali slabog intenziteta. Nakon 4 tjedna pohrane broj *L. monocytogenes* u uzorcima s nižom koncentracijom sakacina P bio je 2 log niži nego u kontrolnim uzorcima (bez sakacina). Primjenom veće koncentracije sakacina P, bakteriocin je detektiran u uzorcima i nakon 6 tjedana pohrane. Mataragas i sur. (2003) primijenili su *Ln. mesenteroides* i *Lb. curvatus* L442 kao potencijalne zaštitne kulture u kontroli *L. monocytogenes* u kuhanoj lopatici. Broj *L. monocytogenes* je njihovom primjenom smanjen za oko 1,5 log, dok je dodavanjem bakteriocina smanjen ispod praga detekcije (<100 CFU/g). Bakteriocinogeni sojevi *Lb. sakei* kao i njihovi pročišćeni bakteriocini (sakacin) pokazali su se učinkovitima u sprječavanju rasta *L. monocytogenes* i u kuhanoj šunki (Bredholt i sur., 1999; 2001) te ribi (Katla i sur., 2001).

* Autori se zahvaljuju Ministarstvu znanosti, obrazovanja i športa koje podupire znanstvene projekte «Veterinarsko javno zdravstvo u proizvodnji zdrave hrane» (053-0531854-1851) i «Mikrobiološka kakvoća i održivost namirnica životinjskog podrijetla» (053-0531854-1853).

RIASSUNTO

BACTERIOCINOGENE STARTER CULTURE VS. LISTERIA MONOCYTOGENES

In questo riassunto ci sono mostrati i dati letterari della applicazione dei batteriocinogeni batteri del acido lattico e

batteriocino allo scopo di diminuire il numero del batterio *Listeria monocytogenes* nel cibo. I risultati della maggior parte delle ricerche sono affermativi secondo la standardizzazione della applicazione di colture batteriocinogene, siccome aumentano la sicurezza dei prodotti facendo ridurre più intensivamente i patogeni. La maggior parte dei dati sull'effetto positivo di batteriocinogene starter colture si riferiscono alla ricerca delle salsicce fermentate, ma l'effetto antilisterioso è stato descritto anche nella carne di maiale appena confezionata sottovuotta, prodotti di carne cucinati e messi in salamoia, e in pesce.

Le parole chiavi: *Listeria monocytogenes*, batteriocinogene starter colture

LITERATURA

Ananou, S., M. Garriga, M. Hugas, M. Mawueda, M. Martinez-Bueno, A. Galvez, E. Valdivia (2005): Control of *Listeria monocytogenes* in model sausages by enterocin AS-48. Int. J. Food Microbiol. 103, 179-190.

Benkerroum, N., A. Daoudi, M. Kamal (2003): Behaviour of *Listeria monocytogenes* in raw sausages (merguez) in presence of a bacteriocin-producing lactococcal strain as a protective culture. Meat Sci. 63, 479-484.

Benkerroum, N., A. Daoudi, T. Hamraoui, H. Ghalfi, C. Thiry, M. Duroy, P. Evrart, D. Roblain, P. Thonart (2005): Lyophilized preparations of bacteriocinogenic *Lactobacillus curvatus* and *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* as potential protective adjuncts to control *Listeria monocytogenes* in dry-fermented sausages. J. Appl. Microbiol. 98, 56-63.

Bredholt, S., S. Nesbakken, A. Holck (1999): Protective cultures inhibit growth of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in cooked, sliced, vacuum- and gas-packaged meat. Int. J. Food Microbiol. 53, 43-52.

Bredholt, S., S. Nesbakken, A. Holck (2001): Industrial application of an antilisterial strain of *Lactobacillus sakei* as a protective culture and its effect on the sensory acceptability of cooked, sliced, vacuum-packaged meats. Int. J. Food Microbiol. 66, 191-196.

Colak, H., H. Hampikyan, B. Ulusoy, E. Baris Bingol (2007): Presence of *Listeria monocytogenes* in Turkish style fermented sausage (sucuk). Food Control, 18, 30-32.

Čaklović, F., D. Alagić, M. Smajlović, L. Kozačinski, Ž. Cvrtila, S. Vesković-Moračanin, J. Gasparik-Reichardt, N. Zdolec (2006): Utjecaj bakterija mliječne kiseline na *L. monocytogenes* tijekom proizvodnje tradicionalno fermentiranih kobasica. Meso VIII, 3, 140-143.

De Martinis, E. C. P., B. D. G. M. Franco (1998): Inhibition of *Listeria monocytogenes* in a pork product by a *Lactobacillus sakei* strain. Int. J. Food Microbiol. 42, 119-126.

De Valk, H., C. Jacquet, V. Goulet, V. Vaillant, A. Perro, F. Simon, J.C. Desenclos, P. Martin on behalf of the Listeria surveillance feasibility study participants (2005): Surveillance of listeria infections in Europe. Euro Surveill 10, 251-5.

Dicks, L. M. T., F. D. Mellett, L. C. Hoffman (2004): Use of bacteriocin-producing starter cultures of *Lactobacillus plantarum*

and *Lactobacillus curvatus* in production of ostrich meat salami. Meat Sci. 66, 703-708.

Drosinos, E. H., M. Mataragas, S. Vesković-Moračanin, J. Gasparik-Reichardt, M. Hadžiosmanović, D. Alagić (2006): Quantifying nonthermal inactivation of *Listeria monocytogenes* in European fermented sausages using bacteriocinogenic lactic acid bacteria or their bacteriocins: A case study for risk assessment. J. Food Prot. 69, 2648-2663.

Encinas, J.P., J.J. Sanz, M. L. Garcia-Lopez, A. Otero (1999): Behavior of *Listeria* spp. in naturally contaminated chorizo (Spanish fermented sausage). Int. J. Food Microbiol. 46, 167-171.

Foegeding, P. M., A. B. Thomas, D. H. Pilkington, T. R. Klaenhammer (1992): Enhanced control of *Listeria monocytogenes* by in situ-produced pediocin during dry fermented sausage production. Appl. Environ. Microbiol. 58, 884-890.

Gasparik-Reichardt, J., Sz. Toth, L. Cocolin, G. Comi, E. H. Drosinos, Ž. Cvrtić, L. Kozačinski, A. Smajlović, S. Saičić, B. Borović (2005): Technological, physicochemical and microbiological characteristics of traditionally fermented sausages in Mediterranean and Central European countries. Tehnologija mesa 46, 143-153.

Hadžiosmanović, M., J. Gasparik-Reichardt, M. Smajlović, S. Vesković-Moračanin, N. Zdolec (2005): Possible use of bacteriocins and starter cultures in upgrading of quality and safety of traditionally fermented sausages. Tehnologija mesa 46, 194-211.

Hadžiosmanović, M., L. Kozačinski, Ž. Cvrtić, N. Zdolec, I. Filipović (2006): Safety of traditional fermented sausages: research on protective cultures and bacteriocins. Završno izvješće, Zagreb, 2006.

Hugas, M., B. Neumeyer, F. Pages, M. Garriga, W. P. Hammes (1997): Comparison of bacteriocin-producing lactobacilli on *Listeria* growth in fermented sausages. Fleischwirtschaft International 5, 31-33.

Hugas, M., M. Garriga, M. Pascual, M. T. Aymerich, J. M. Monfort (2002): Enhancement of sakacin K Activity against *Listeria monocytogenes* in fermented sausages with pepper or manganese as ingredients. Food Microbiol. 19, 519-528.

Katla, T., T. Mřretrř, A. Holck, L. Axelsson, K. Naterstad (2001): Inhibition of *Listeria monocytogenes* in cold smoked salmon by addition of sakacinP and/or live *Lactobacillus sakei* cultures. Food Microbiol. 18, 431-439.

Katla, T., T. Mřretrř, I. Sveen, I. M. Aasen, L. Axelsson, L. M. Rřrvik, K. Naterstad (2002): Inhibition of *Listeria monocytogenes* in chicken cold cuts by addition of sakacin P and sakacin P-producing *Lactobacillus sakei*. J. Appl. Microbiol. 93, 191-196.

Kozačinski, L., M. Hadžiosmanović (2001): The occurrence of *Listeria monocytogenes* in home-made dairy products. Tierärztl. Umschau 56, 590-594.

Lahti, E., T. Johansson, T. Honkanen-Buzalski, P. Hill, E. Nurmi (2001): Survival and detection of *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes* during the manufacture of dry sausage using two different starter cultures. Food Microbiol. 18, 75-85.

Laukova, A., S. Czikkova, S. Laczkova, P. Turek (1999): Use of enterocin CCM 4231 to control *Listeria monocytogenes* in experimentally contaminated dry fermented Honrřd salami. Int.

J. Food Microbiol. 52, 115-119.

Leistner, L., L. G. M. Gorris (1995): Food preservation by hurdle technology. Trends Food Sci. Tech. 6, 41-46.

Liserre, A. M., M. Landgraf, M. T. Destro, B. D. G. M. Franco (2002): Inhibition of *Listeria monocytogenes* by a bacteriocinogenic *Lactobacillus sakei* strain in modified atmosphere-packaged Brazilian sausage. Meat Sci. 61, 449-455.

Mataragas, M., J. Metaxopoulos, M. Galiotou, E. H. Drosinos (2003): Influence of pH and temperature on growth and bacteriocin production by *Leuconostoc mesenteroides* L124 and *Lactobacillus curvatus* L442. Meat Sci. 64, 265-271.

Nissen, H., A. Holck (1998): Survival of *Escherichia coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella kentucky* in Norwegian fermented, dry sausage. Food Microbiol. 15, 273-279.

Thévenot, D., M. L. Delignette-Muller, S. Christeans, C. Vernozy-Rozand (2005a): Prevalence of *Listeria monocytogenes* in 13 dried sausage processing plants and their products. Int. J. Food Microbiol. 102, 85-94.

Thévenot, D., M. L. Delignette-Muller, S. Christeans, C. Vernozy-Rozand (2005b): Fate of *Listeria monocytogenes* in experimentally contaminated French sausages. Int. J. Food Microbiol. 101, 189-200.

Työppönen (nee Erkkilä), S., A. Markkula, E. Petäjä, M.-L. Suihko, T. Mattila-Sandholm (2003): Survival of *Listeria monocytogenes* in North European type dry sausages fermented by bioprotective meat starter cultures. Food Control 14, 181-185.

Zdolec, N., M. Hadžiosmanović, L. Kozačinski, I. Filipović (2005a): Utjecaj bakteriocina na mikrobiološku kakvoću fermentiranih kobasica. Meso VII, 3; 43-47, 2005.

Zdolec, N., L. Kozačinski, M. Hadžiosmanović, Ž. Cvrtić, I. Filipović (2005b): Survival of *Listeria monocytogenes* during the ripening of dry sausages. Proceedings of the international conference Hygiene alimentorum XXVI, Safety and quality of meat and meat products in legislative conditions of the common market of the European Union. Strbske Pleso, Slovakia 25-27.05. 2005., 230-233.

Zdolec, N., M. Hadžiosmanović, L. Kozačinski, Ž. Cvrtić, I. Filipović (2006): Influence of *Lactobacillus sakei* on *Listeria monocytogenes* growth during the ripening of Croatian traditionally fermented sausage. 3rd Central European Congress on Food (CEFOOD), Sofija, Bugarska, 24-26.05.2006. CD Proceedings.

Zdolec, N., M. Hadžiosmanović, L. Kozačinski, Ž. Cvrtić, I. Filipović (2007a): Postupak biokonzerviranja u proizvodnji fermentiranih kobasica. Meso IX, 2, 103-109.

Zdolec, N., M. Hadžiosmanović, L. Kozačinski, Ž. Cvrtić, I. Filipović, S. Marcinčák, Ž. Kuzmanović, K. Hussein (2007b): Protective effect of *Lactobacillus sakei* in fermented sausages. Archiv für Lebensmittelhygiene, 58, 152-155.

Zdolec, N., L. Kozačinski, M. Hadžiosmanović, Ž. Cvrtić, I. Filipović (2007c): Inhibition of *Listeria monocytogenes* growth in dry fermented sausages. Veterinarski arhiv 77, 6, 507-514.

Živković, J., B. Mioković, B. Njari (1998): Occurrence and control of *Listeria* spp. in ready-cooked meals prepared with chicken meat. Fleischwirtschaft 78, 798-800.

Prispjelo / Received: 18.12.2007.

Prihvaćeno / Accepted: 14.1.2008. ■