

MARIA WALCZYCKA

**METODY INAKTYWACJI I HAMOWANIA WZROSTU
LISTERIA MONOCYTOGENES W PRZETWORACH MIĘSNYCH**

Streszczenie

Konsumenci wymagają od producentów żywności wygodnej, łatwej w przygotowaniu, o odpowiednich walorach odżywczych. Pojawia się więc coraz więcej dań gotowych do spożycia. W warunkach całkowitej sterylności produkcji zagrożenie może stanowić poprodukcyjne, wtórne zakażenie żywności spowodowane kontaktem z personelem produkcyjnym bądź handlowym, zanieczyszczonymi powierzchniami składowymi i przechowalniczymi. Może pojawić się w produkcie spożywczym mikroflora patogenna, uodporniona na niekorzystne czynniki środowiska. Do takich mikroorganizmów należy m.in. *Listeria monocytogenes*.

Omówiono najczęściej stosowane naturalne (ekstrakty ziół, bakteriocyny) i chemiczne (kwasy, sole azotowe) substancje dodatkowe, a także procesy utrwalania (wędzenie) wykorzystywane do zabezpieczania mięsa i jego przetworów, w celu inaktywacji *L. monocytogenes* i zachowania dobrej jakości mikrobiologicznej przechowywanej żywności. Naturalne, odpowiednio dobrane składniki żywności zawierające w swym składzie substancje hamujące pochodzenia mikrobiologicznego są skutecznym inhibitorem *L. monocytogenes*, także większość dopuszczonych do użycia w przemyśle mięsnym dodatków, stosowanych z wykorzystaniem zjawiska synergizmu, może chronić żywność przed wzrostem *L. monocytogenes*.

Słowa kluczowe: *Listeria monocytogenes*, bakteriocyny, mięso i przetwory, techniki konserwacji.

Wprowadzenie

Aktualnie, konsumenci wymagają od producentów żywności wygodnej, łatwej w przygotowaniu, o odpowiednich walorach sensorycznych i wartości odżywczej. Pojawia się więc coraz więcej dań typu „ready-to-eat” (gotowych do spożycia) [45]. Jednocześnie konsumenci zmieniają swój styl odżywiania się i częstotliwość posiłków oraz miejsca dokonywania zakupów żywności. Najczęściej żywność kupowana jest w dużych centrach handlowych i ma określone cechy produktu wytwarzanego na skalę masową. W tej sytuacji mogą wystąpić zagrożenia mikrobiologiczne związane

Dr inż. M. Walczycka, Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych Wydział Technologii Żywności,
Akademia Rolnicza, al. 29 Listopada 52; 31-425 Kraków tel. 662-50-68
e-mail: mariawalczycka@poczta.onet.pl

z nieprawidłowym stanem jakościowym produktów, złymi warunkami obrotu lub przechowywania, niewłaściwą obróbką termiczną. W wielu krajach głównym problemem nie są jednak zagrożenia związane ze złym stanem sanitarnym zakładów przetwórczych, wręcz przeciwnie, nadmierna czystość może stać się przyczyną groźnych schorzeń. W warunkach całkowitej sterylności produkcji zagrożenie stanowi poprodukcyjne, wtórne zanieczyszczenie żywności spowodowane kontaktem z personelem produkcyjnym, bądź handlowym, zanieczyszczonymi powierzchniami składowymi i przechowalniczymi. Powyższe czynniki mogą być przyczyną zanieczyszczenia żywności mikroflorą patogenną, uodpornioną na niekorzystne czynniki środowiska [1, 2]. Do wyżej wymienionych mikroorganizmów należy m.in. *Listeria monocytogenes*.

Charakterystyka bakterii

Znanych jest kilkanaście szczepów Gram dodatnich, nieprzetrwalnikujących pałeczek. Najważniejsze z nich to: *Listeria monocytogenes*, *Listeria ivanovii*, *Listeria innocua*, *Listeria welshimeri*, *Listeria seeligeri*, *Listeria grayi*. Dwa pierwsze szczepy są jednymi z najgroźniejszych patogenów ludzi i zwierząt [5, 41]. *Listeria monocytogenes* została wyizolowana od zwierząt domowych i wolno żyjących, z gleby oraz z kiszonek (pasz) [41]. Według FAO/WHO około 10% populacji ludzi jest nosicielami tej bakterii [27]. *Listeria* istnieje w postaci kilkunastu podtypów-serotypów [41], z których najbardziej niebezpieczne to serotypy 1/2a 1/2b i 4b. Były one identyfikowane u większości chorych na listeriozę (tab. 1) [34]. *Listeria monocytogenes* ma szerokie spektrum działania, ponieważ przeżywa w temp. od -2°C do $+45^{\circ}\text{C}$ (optimum 37°C), bez zmian swoich funkcji życiowych i patogeniczności. Może przetrwać krótkotrwałą pasteryzację i mrożenie, łatwo uodpornia się na podprogowe dawki konserwantów i środków myjących, tworząc swoiste biofilmy na powierzchni urządzeń przetwórczych [44, 46]. Całkowitą inaktywację tych bakterii uzyskuje się w temp. powyżej 75°C . Mogą one dominować w toksycznej mikroflorze w temperaturze chłodniczej, zasiedlać środowisko o pH w przedziale od 4,4 do 9,4, z optimum 7,0 [27]. *L. monocytogenes* ma dobrze rozwinięte zdolności adaptacyjne – zmiana hydrofobowości zewnętrznej warstwy bakterii na hydrofilową i odwrotnie [8]. Zdolności adaptacyjne *L. monocytogenes* dotyczą także szerokiego zakresu wartości a_w do 0,92. Jest to minimalna wartość umożliwiająca rozwój tych bakterii.

Rozwijają się one zarówno w warunkach tlenowych, jak i beztlenowych. Przeżywają stężenie do 30% CO_2 . Dopiero 100% tego gazu całkowicie je inaktywuje [27].

Bakteria ta powoduje listeriozę, tj. chorobę, która pośród innych chorób pochodzenia pokarmowego cechuje się wysoką bo aż 30% śmiertelnością. Zakażenie następuje poprzez niewłaściwie przetworzoną i przechowywaną żywność. Źródłem bakterii są najczęściej produkty typu ready-to-eat (niewłaściwie odgrzewane i przechowywane), surowe mleko, sery dojrzewające produkowane z mleka

niepasteryzowanego, mięso i jego przetwory, a zwłaszcza drób, warzywa i wszelkiego rodzaju sałatki z dodatkiem surowych warzyw oraz większość żywności pochodzenia morskiego (tab.1) [45]. Najbardziej narażeni są: ludzie o obniżonej odporności, dzieci, osoby starsze, diabetycy, alergicy, chorzy po przeszczepach. U osób w pełni zdrowych zakażenie *L. monocytogenes* przebiega z objawami typowego nieżytu żołądka, natomiast dla przyszłych matek stanowi zagrożenie wczesnoporonne, a u dzieci grozi zapaleniem opon mózgowych i mózgowo-rdzeniowych, sepsą, zakażeniem krwi.

Sposoby zapobiegania obecności *L. monocytogenes* i jej inaktywacja poprzez wprowadzanie do mięsa i jego przetworów chemicznych i naturalnych substancji dodatkowych

Zastosowanie konserwantów do hamowania wzrostu *L. monocytogenes* w mięsie

Kwasy

Niskie pH stanowi barierę dla *L. monocytogenes*, ale trzeba wziąć pod uwagę rodzaj kwasu, temperaturę i inne związki antybakteryjne obecne w danym środowisku. Zgodnie z badaniami niektórych autorów można uszeregować kwasy przeciwdziałające wzrostowi *L. monocytogenes* w następujący ciąg: kwas octowy > mlekowy > cytrynowy > malonowy > solny [5, 12]. W większości doświadczeń opisywano synergiczne działanie kwasów i niskiej temperatury. Z innych substancji bakteriostatycznych wspierających działanie kwasów obecnych w środowisku można wymienić sól kuchenną (NaCl) [35]. Kwasy octowy i mlekowy wzmacniają działanie antybakteryjne monolaurynianu, a w środowisku wodnym powodują większą wrażliwość *L. monocytogenes* na ogrzewanie. Stosowanie kwasów bywa jednak niekiedy nieskuteczne. Bakterie, które przeżyją ich działanie mogą się zregenerować podczas przechowywania chłodniczego i gwałtownie namnażać w braku obecności naturalnych konkurentów. Bakterie takie stają się odporne na działanie kwasów, etanolu i nadtlenu wodoru [12].

W badaniach dotyczących mięsa surowego i przetworów wykazano, że zastosowanie kwasów: mlekowego, octowego i fumarowego, w stężeniach 1-3%, jako elementów składowych kąpieli zanurzeniowej tusz wieprzowych i wołowych dawało efekt obniżenia populacji *L. monocytogenes* o 2-3 log przez 7 (tusze) oraz 15 (tłuszcz wieprzowy) dni przechowywania chłodniczego [19]. Do zanurzania tuszek drobiu zaproponowano dawkę 10% roztworu buforu: kwasu mlekowego z mleczanem sodu, o pojemności buforującej w zakresie 3 jednostek pH. Tuszki były następnie pakowane w MAP (atmosfera modyfikowanej zdominowanej przez azot – do 70%, w opakowaniach barierowych) w celu utrzymania sterylności [52]. Stwierdzono także, że mleczan sodu (4%) zastosowany do gotowanej wołowiny ograniczał wzrost *L. monocytogenes*, ale po przechowywaniu chłodniczym ciągle jeszcze obserwowano obecność żywych komórek *Listeria* [31].

Tabela 1

Epidemie listeriozy w latach 1990-2002 związane z żywnością.

The outbreaks of listeriosis in 1990-2002 connected with the infected food.

Rok Year	Produkt żywnościowy Food product	Państwo Country	Liczba stwierdzonych przypadków Registered cases	Poronienia [liczba] i [%] Stillbirth [% of registered cases]	Śmiertelność [liczba] i [%] Mortality rate [% of registered cases]	Serotyp Serotype
1990	Paszтет i pasty mięsne Pates and meat pastries	Australia	11	11 (100,0)	6 (54,5)	1/2 a
1991	Wędzone małże Smoked shellfish	Tasmania , Australia	4	0 (0)	0 (0)	1/2 a
1992	Wędzone małże Smoked shellfish	Nowa Zelandia	4	0 (0)	0 (0)	1/2
1992	Jęzory wieprzowe w galarecie Auspick pork tongues	Francja	280	93 (33,2)	63 (22,5)	4 b
1993	Pasta mięsna / Rillettes	Francja	38	31 (81,6)	11 (28,9)	4 b
1994- 1995	Wędzone owoce morza Smoked sea fruit	Szwecja	9	3 (33,3)	2 (22,2)	4 b
1995	Łagodnie dojrzewające sery, >50% wilgotności (brie, feta camembert, mozzarella) Mild-ripened cheeses, > 50% humidity	Francja	33	9 (45,0)	4 (20,0)	4 b
1997	Ser Pont l'Évêque Pont l'Évêque cheese	Francja	14	Nieznane Not known	0 (0)	4 b
1998- 1999	Masło Butter	Finlandia	25	0 (0)	6 (0)	3 a
1998- 1999	Hot dogi, mięsa delikatesowe Hot dog, deli meats	USA	101	Nieznane Not known	21 (20,8)	4 b
1999	Paszтет Pate	USA	11	2 (18,2)	Nieznana Not known	1/2a
1999- 2000	Świńskie języki w auszpiku Auspick pork tongues	Francja	26	Nieznane Not known	7 (0)	NZ
2000	Mięso indycze Deli turkey meat	USA	29	8 (27,6)	7 (24,1)	NZ
2000- 2001	Wytwarzany domowymi sposobami ser meksykański z surowego mleka Home made Mexican raw milk cheese	USA	12	10 (83,3)	5 (41,7)	NZ
2000	Paszтety Paties	Polska	10	Nieznane Not known	Nieznana Not known	NZ
2001	Produkty mięsne Meat products	Polska	9	Nieznane Not known	Nieznana Not known	NZ
2002	Plastry z mięsa indyczego Deli turkey sliced meat	USA	63	3 (4,8)	7 (11,1)	NZ

Opracowanie własne na podstawie literatury: / Prepared by: [2, 7, 27, 36, 45].

NZ - nie zidentyfikowany/ not identified

Przetwory z mięsa wędzonego, które zawierają sól i inne konserwanty (azotan(III) sodu lub potasu) wzmacniające antylisteryjne działanie kwasów organicznych są stabilne pod względem jakości mikrobiologicznej [22].

pH i aktywność wody (a_w)

Jednoczesne zastosowanie dodatku różnych soli (NaCl, KCl) oraz regulacja pH środowiska (NaOH, kwas octowy) pozwoliło na stwierdzenie, że *L. monocytogenes* przeżywa w pH alkalicznym, natomiast obniżenie pH i a_w powoduje hamowanie wzrostu bakterii [6]. Jako czynnik obniżający pH produktu zastosowano także delta-glukono-lakton, który z dodatkiem mleczanu sodu hamował wzrost *Listeria* w chłodzonych gotowanych produktach mięsnych [40].

NaCl

L. monocytogenes jest halotolerancyjna. Dodatek soli może powodować zmiany w ciśnieniu osmotycznym poprzez obniżenie a_w , ale *Listeria* jest bardzo oporna na działanie soli – może przeżyć przez kilka godzin w 26% roztworze solanki [24]. Natomiast w mielonej wieprzowinie chlorek sodu dodany w niewielkich ilościach powodował, że *Listeria* przed ogrzewaniem zyskiwała pewną oporność na działanie temperatury [51].

Azotany(V) i azotany(III) sodu lub potasu

Sam azotan(V) sodu jest mało skuteczny w stosunku do *L. monocytogenes* i wymaga stosowania go w dużych dawkach, do 800 ppm, by samodzielnie mógł spełniać rolę inhibitora tych bakterii. Azotan(III) sodu w obecności innych czynników wspomagających [35] inaktywuje te bakterie w temp. chłodniczej [4].

Fosforan sodu (TSP)

Związek ten hamuje wzrost komórek *L. monocytogenes* dziesięciokrotnie (wołowina) lub stukrotnie (drób) [13, 42]. Obniżenie temperatury (z 10 do 4°C) w trakcie zanurzania tusz zwierząt ciepłokrwistych w 10% roztworze fosforanu wspomaga znacząco inaktywację *Listeria* (z 39 do 81%) [11].

Dym wędzarniczy/preparat dymu wędzarniczego

Tradycyjne wędzenie mięsa i ryb oraz dodatek dymu wędzarniczego w płynie mają silny antibakteryjny wpływ na *Listeria* - do 99,9% inaktywacji bakterii w produkcie z preparatem dymu, przechowywanym w temp. 4°C [15]. Substancją czynną dymu jest w tym przypadku izoeugenol lub mieszanina innych stężonych fenoli [43].

Ekstrakty roślinne /ziołowe/ i zioła w naturalnej postaci

Ekstrakty przypraw i roślin, które powodują zahamowanie wzrostu *L. monocytogenes* to m.in.: ekstrakty chmielu [28], eugenol [3], destylaty korzenia chrzanu [48], kwas cynamonowy [26] oraz rozmaryn i goździki [38]. Do konserwacji mięs stosuje się głównie rozmaryn – kiełbasy podrobowe [38], destylaty chrzanu – rostbef [48], ekstrakty chmielu – mięsa o niewielkiej zawartości tłuszczu [28].

Monoglicerydy (monolaurynian)

Zestryfikowane pochodne glicerolu mają działanie bakteriobójcze. Monolaurynian, monokaprin, monoglicerydy z orzecha kokosa inhibują *L. monocytogenes* [47] w solankach do wołowiny (o pH 5,0 i 5,5). *Listeria* broni się przed monoglicerydami stosowanymi w składzie środków myjących tworząc biofilmy na powierzchniach stalowych urządzeń przetwórczych [37].

Związki chelatowe (cytryniany i EDTA)

Związki te samodzielnie nie inhibują *Listeria* w przetworach mięsnych, ale współdziałają z innymi substancjami tj. eugenolem i monolaurynianem [3], solą kuchenną, obniżonym pH i bakteriocynami [39].

Lizozym

Dodatek do farszu kilkunastu procent (w postaci białka) lizozymu białka jaja kurzego powstrzymuje wzrost *L. monocytogenes* w surowych kiełbasach wieprzowych przez 2 do 3 tygodni [25].

Sorbiniany (kwas sorbowy)

Efekt działania antybakteryjnego sorbinianów w produktach mięsnych jest wspomagany przez niskie pH (5,2) i obniżoną temp. (4°C). Przy większych zawartościach tłuszczu w produkcie wskazane jest stosowanie wyższej temp. chłodzenia (10°C), aby zaszła inaktywacja *L. monocytogenes* [23].

Mleczany

W 1999 roku USDA FSIS (United States Drugs Administration - Food Safety and Inspection Service) dopuściło stosowanie 4,8% mleczanu sodu wraz z 0,25% dwuacetylu sodu do mięsnych i drobiowych produktów spożywczych w celu zapobieżenia rozwojowi *Listeria monocytogenes* i *Clostridium botulinum* [17].

Zastosowanie naturalnych bakteriocyn produkowanych przez drobnoustroje do kontroli *Listeria monocytogenes* w mięsie

Bakteriocyny są to antybakteryjne substancje białkowe produkowane przez wiele gatunków bakterii. W postaci czystego dodatku można je stosować do specyficznej stabilizacji jakości mikrobiologicznej żywności bez zasadniczych i/lub negatywnych zmian w smaku i wyglądzie zewnętrznym produktu. Można też wprowadzać do produktu mięsnego produkujące je mikroorganizmy, jako kultury starterowe [12, 33]. Pośród najbardziej znanych producentów bakteriocyn znajdują się niewątpliwie bakterie kwasu mlekowego (LAB), które nie tylko produkują bakteriocyny w produktach mięsnych fermentowanych, ale także wytwarzają kwas mlekowy, który poprzez obniżenie pH dodatkowo hamuje wzrost *Listeria* [10, 21]. Zdolnych do produkcji bakteriocyn szczepów LAB, wyizolowanych z naturalnych źródeł, jest stosunkowo mało bo tylko 0,06% [3].

Kultury starterowe

W ofercie producentów kultur starterowych znalazły się ostatnio mieszanki lub czyste kultury zawierające *Leuconostoc carnosum*, którego modelowe badania potwierdziły bardzo wysoką skuteczność hamowania wzrostu *L. monocytogenes*. Infekowano kiełbasy plasterkowane 100 jtk/g *Listeria* i obserwowano hamowanie jej wzrostu w temp. 5°C, przy przechowywaniu przez 28 dni [2, 7].

Laktocyna

Laktocyna 705, produkowana przez *Lactobacillus casei* CRL 705 ma wpływ na umiarkowaną inhibicję *L. monocytogenes* w mielonej wołowinie [50]. Laktocyna produkowana przez *Leuconostoc carnosum* 4010 skutecznie hamuje wzrost *L. monocytogenes* w plasterkowanych wyrobach mięsnych [2, 7].

Nizyna

Nizyna jest uznawana za substancję GRAS (substancję bezpieczną dla zdrowia konsumenta) o udowodnionych właściwościach antybakteryjnych. Ponieważ optimum jej działania przypada na środowisko kwaśne, jest ona mniej skuteczna w stosunku do *L. monocytogenes*, bowiem patogen ten mutuje i uodpornia się na działanie kwasów i nizyny [49]. Natomiast nizyna zastosowana w kombinacji z dodatkowymi substancjami antybakteryjnymi lub odpowiednimi technologiami obróbki skutecznie hamuje *Listeria*. Zastosowano mieszaninę nizyny i pediocyny na powierzchnię następnie opakowanego mięsa – obie substancje hamowały wzrost *Listeria*, pozostając obojętne w stosunku do opakowania [32]. Również stosowano nizynę w postaci rozpuszczonej do zanurzania porcji mięsa wieprzowego, które pakowano w atmosferze powietrza lub MAP. Tak przygotowane mięso przechowywano chłodniczo (5°C). W

przypadku MAP obserwowano całkowite zahamowanie wzrostu *L. monocytogenes*, podczas gdy warunki tlenowe umożliwiały mutację i dalszy rozwój *Listeria* [16, 34]. Przemycanie roztworem nizin tuszek indyjskich skutkowało hamowaniem wzrostu *L. monocytogenes* w trakcie przechowywania chłodniczego [30].

Pediocyna AcH

Pediocynę można zastosować do przetworów mięsnych ogrzewanych, ponieważ jest ona ciepłooporna. Tę cechę pediocyny wykorzystano w stabilizacji mikrobiologicznej gotowanych tuszek kurczaków [20]. W mięsie surowym pediocyna stosunkowo łatwo ulega rozkładowi pod wpływem enzymów proteolitycznych mięsa i tylko częściowo hamuje wzrost *L. monocytogenes* – około 2 jednostki log w ciągu pierwszych 24 godz. przechowywania mięsa wieprzowego [34]. W celu zabezpieczenia przed enzymami tej bakteriocydy stosowano kapsułkowanie jej w liposomach, dodawanie emulsyfikatora oraz wspomaganie jej działania innymi czynnikami konserwującymi tj. azotanem(III) sodu, dwuacetylem, mleczanem sodu [9]. *Listeria* może uodpornić się na pediocynę i cecha ta jest przekazywana dziedzicznie następnym pokoleniom mikroorganizmu patogennego; aby temu zapobiec należy wspomagać działanie bakteriocydy dodatkiem soli (np. NaCl) i obniżeniem pH [18].

Reuteryna

Substancja produkowana przez *Lactobacillus reuteri* o szerokim spektrum działania antybakteryjnego, rozpuszczalna w wodzie, działa w szerokim zakresie pH, jest oporna na działanie enzymów lipo- i proteolitycznych, współdziała z kwasem mlekowym w hamowaniu wzrostu *L. monocytogenes*, najczęściej stosowana do wieprzowiny [13, 14].

Sakacyna

Kilka rodzajów tej bakteriocydy produkują mikroorganizmy z gatunku *Lactobacillus sake*. Przeciwdziałają one wzrostowi *Listeria* zwłaszcza w warunkach obniżonego pH i dodatku chlorku sodu, co czyni *Lactobacillus sake* idealnym składnikiem mieszanek kultur starterowych stosowanych do produkcji suchych kiełbas fermentowanych [7, 29].

Podsumowanie

Opracowując nowe produkty mięsne należy odpowiednio dobrać ich skład i ilość substancji, które będą stabilizować jakość mikrobiologiczną wyrobu, tak aby użyć jak najmniejszych dawek środków chemicznych, a zarazem nie spowodować mutacji i uodpornienia *L. monocytogenes* na zastosowane dodatki i konserwanty. Odpowiednio dobrane składniki żywności, zawierające w swym składzie naturalne substancje

hamujące pochodzenia mikrobiologicznego, są skutecznym inhibitorem *Listeria* pod warunkiem, że nie mają zdolności działania antybiotycznego w stosunku do organizmu człowieka lub jego naturalnej mikroflory jelitowej.

Literatura

- [1] American Meat Institute. Fact Sheet: *Listeria monocytogenes*, 2002, pp. 1-3.
- [2] Albin M.: Pokonać zagrożenie. Gosp. Mięś. 2004, **1**, 32-33.
- [3] Blaszyk M., Holley R.A.: Interaction of monolaurin, eugenol and sodium citrate on growth of common meat spoilage and pathogenic organisms. Int. J. Food Microbiol., 1998, **39** (3), 175-183.
- [4] Buchanan R.L., Stahl H.G., Whitting R.C.: Effects and interactions of temperature, pH, atmosphere, sodium chloride, and sodium nitrite on the growth of *Listeria monocytogenes*, 1989, **52** (12), 844-85.
- [5] Center for Food Safety and Applied Nutrition. Bacteriological Analytical Manual Online. Detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* in foods, 2003 ch.10.
- [6] Cheroutre-Viallette M., Lebert I., Hebraud M., Labadie J.C., Lebert A.: Effects of pH or a_w stress on growth of *Listeria monocytogenes*. Int. J. Food Microbiol., 1998, **42** (1-2), 71-77.
- [7] Chr. Hansen: Materiały Sympozjum „*Listeria* – pokonać zagrożenie”. IPH Kraków 5 maja 2004.
- [8] Dąbrowski W., Iwański R., Czeszejko K., Mędrała D.: The influence of culture conditions on adhesion of *Listeria monocytogenes* to hexadecane. El. J. Polish Agri. Univ., Food Sci. & Technol., 2001, **4** (2), 1-9.
- [9] Degnan A.J., Buyong N., Luchansky J.B.: Antilisterial activity of pediocin AcH in model food systems in the presence of an emulsifier or encapsulated within liposomes. Int. J. Food Microbiol., 1993, **18** (2), 127-138.
- [10] De Martims E.C., Franca B.D.: Inhibition of *Listeria monocytogenes* in a pork product by a *Lactobacillus sake* strain. Int. J. Food Microbiol., 1998, **42** (1-2), 119-126.
- [11] Deledesma A.M.R., Riemon H.P., Farver T.B.: Short-time treatment with alkali and/or hot water to remove common pathogenic and spoilage bacteria from chicken wing skin. J. Food Protect., 1996, **59** (7), 746-750.
- [12] Doyle M.E. Literature survey of the various techniques used in *Listeria* intervention. Food Res. Inst., USA. 1999, Brief pp.1-11.
- [13] Dorsa W.J., Cutter C.N., Siragusa G.R.: Effects of acetic acid, lactic acid and trisodium phosphate on the microflora of refrigerated beef carcass surface inoculated with *Escherichia coli* 0157-H7, *Listeria innocua* and *Clostridium sporogenes*. J. Food Protect., 1997, **60** (6), 619-624.
- [14] El-Ziney M.G., van dem Tempel T., Debevere J., Jakobsen M.: Application of reuterin produced by *Lactobacillus reuteri* 12002 for meat decontamination and preservation. J. Food Protect., 1994, **62**(3), 257-261.
- [15] Faith N.G., Yousef A.E., Luchansky J.B.: Inhibition of *Listeria monocytogenes* by liquid smoke and isoeugenol, a phenolic compound found in smoke. J. Food Safety, 1992, **12** (4), 303-314.
- [16] Fang T.J., Lin L.W.: Growth of *Listeria monocytogenes* and *Pseudomonas fragi* on cooked pork in modified atmosphere packaging/nisin combination system. J Food Protect., 1994, **57** (6), 479-495.
- [17] Glass K., Smith A., Granberg D., Johnson E.: Effect of sodium lactate, sodium diacetate, and monolaurin on *Listeria monocytogenes* on processed meat products. Food Res. Inst. Annual Report, 1999, pp.33-34.
- [18] Gravesen A., Jydegaard Axelsen A-M., Medes da Silva J., Hansen T.B., Knochel S.: Frequency of bacteriocin resistance development and associated fitness costs in *Listeria monocytogenes*. Appl. & Environ. Microbiol., 2002, **68** (2), 756-764.

- [19] Greer G.G., Dilts B.D.: Lactic acid inhibition on the growth of spoilage bacteria and cold tolerant pathogens on broths and on pork. *Int. J Food Microbiol.*, 1995, **25** (2), 141-151.
- [20] Goff J.H., Bhunia A.K., Johnson M.G.: Complete inhibition of low levels of *Listeria monocytogenes* on refrigerated chicken meat with pediocin AcH bound to heat-killed *Pediococcus acidilactici* cells. *J Food Protect.*, 1996, **59** (11), 1187-1192.
- [21] Holley R.A., Doyon G., Fortin J., Rodrigue N., Carbonneau M.: Post-process packaging – induced fermentation of delicatessen meats. *Food Res. Int.*, 1996, **29** (1), 35-48.
- [22] Houtsma P.R., Kaut-Muermans M.L., Rombouts F.M., Zwietering M.H.: Model for the combined effects of temperature, pH and sodium lactate on growth rates of *Listeria innocua* in broth and bologna-type sausages. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1996, **62** (5), 1616-1622.
- [23] Hu A.C., Shelef L.A.: Influence of fat content and preservatives on the behavior of *Listeria monocytogenes* in beaker sausage. *J. Food Safety*, 1996, **16** (3), 175-181.
- [24] Hudson J.A. Efficacy of high sodium chloride concentrations for the destruction of *Listeria monocytogenes*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 1992, **14** (4), 178-180.
- [25] Hughey V.L., Wilger P.A., Johnson E.A.: Antibacterial activity of hen egg white lysosome against *Listeria monocytogenes* ScottA in foods. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1989, **55** (3), 631-638.
- [26] Konassi Y., Shelef L.A.: Inhibition of *Listeria monocytogenes* by cinnamic acid – possible interaction of the acid with cysteinyl residues. *J. Food Safety*, 1998, **18** (3), 231-242.
- [27] Lake R., Hudson A., Cressey P., Nortje G.: Risk profile: *Listeria monocytogenes* in processed ready-to-eat meats. Institute of Environmental Science & Research Ltd. New Zealand 2002, Report pp. 4-5.
- [28] Larson A.E., Yu R.R.Y., Lee O.A., Price S., Haas G.J., Johnson E.A.: Antimicrobial activity of hop extracts against *Listeria monocytogenes* in media and in food. *Int. J. Food Microbiol.*, 1996, **33** (2-3), 195-207.
- [29] Leroy F., de Vuyst L.: Temperature and pH conditions that prevail during fermentation of sausages are optimal for production of antilisterial bacteriocin sakacin K. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1999, **65** (3), 974-981.
- [30] Mahadeo M., Tatini S.R.: The potential use of nisin to control *Listeria monocytogenes* in poultry. *Lett. Appl. Microbiol.*, 1994, **18**, 323-326.
- [31] Miller R.K., Acuff G.R.: Sodium lactate affects pathogens in cooked beef. *J. Food Sci.*, 1994, **59** (1), 15-19.
- [32] Ming X.T., Weber G.H., Ayres J.W., Sandine W.E.: Bacteriocins applied to food packaging materials to inhibit *Listeria monocytogenes* on meats. *J Food Sci.*, 1997, **62** (2), 413-415.
- [33] Muriana P.M.: Bacteriocins for control of *Listeria spp.* in food. *J. Food Protect.*, 1996 **59** (suppl. S), 54-63.
- [34] Murray M., Richard J.A.: Comparative study of the antilisterial activity of nizin A and pediocin AcH in fresh ground pork stored aerobically at 5°C. *J Food Protect.*, 1997, **60** (12), 1534-1540.
- [35] Nerbrink E., Borch E., Blom H., Nesbakken T.: A model based on absorbance data on the growth rate of *Listeria monocytogenes* and including the effects of pH, NaCl, Na-lactate and Na-acetate. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, **47** (1-2), 99-109.
- [36] Office of Laboratory Security. Health Canada. Material safety Data Sheets, 2001 pp.1-3
- [37] Oh D.H., Marshall D.L.: Monolaurin and acetic acid inactivation of *Listeria monocytogenes* attached to stainless steel. *J. Food Protect.*, 1996, **59** (3), 249-252.
- [38] Pandit V.A., Shelef L.A.: Sensitivity of *Listeria monocytogenes* to rosemary (*Rosmarinus officinalis* L). *Food Microbiol.*, 1994, **11** (1), 57-63.
- [39] Parente E., Giglio M.A., Riccardi A., Clementi F.: The combined effect of nisin, leucocin F10, pH, NaCl and EDTA on the survival of *Listeria monocytogenes* in broth. *Int. J. Food Microbiol.*, 1998, **40** (1-2), 65-75.

- [40] Qvist S., Sehested K., Zeuthen P.: Growth suppression of *Listeria monocytogenes* in meat products. Int J. Food Microbiol., 1994, **24**, 283-293.
- [41] Rocourt J.: The genus *Listeria* and *Listeria monocytogenes*: phylogenetic position, taxonomy and identification. In *Listeria*, listeriosis and food safety. Ed. Ryser E.J. & Marth E.H., Marcel Dekker Inc. New York 1999, 2nded., pp. 1-20.
- [42] Salvat G., Coppen P., Allo J.C., Fenner S., Laisney M.J., Toquin M.T., Humbert F., Collin P.: Effects of avant-garde treatment on the microbial flora of poultry carcasses. Brit. Poultry Sci., 1997, **38** (5), 489-498.
- [43] Suñen E.: Minimum inhibitory concentration of smoke wood extracts against spoilage and pathogenic micro-organisms associated with foods. Lett. Appl. Microbiol., 1998, **27** (1), 45-48.
- [44] Szymańska L., Mędrala D.: *Listeria monocytogenes* in meat, meat products and meat-processing environment. Med. Wet., 2003, **59** (1), 18-22.
- [45] USDA Center for Food Safety and Applied Nutrition. Report, Quantitative Assessment of relative risk to public health from food-borne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods. II Hazard identification 2003, pp. 1-12.
- [46] Walker S.J., Archer P., Banks J.G.: Growth of *Listeria monocytogenes* at refrigeration temperatures. J. Appl. Bacteriol. 1990, **68**, 157-162.
- [47] Wang L.L., Johnson E.A.: Control of *Listeria monocytogenes* by monoglycerides in foods. J Food Protect., 1997, **60** (2), 131-138.
- [48] Ward S.M., Delaquis P.J., Holley R.A., Marra G.: Inhibition of spoilage and pathogenic listeria on agar and precooked roast beef by volatile horseradish distillates. Food Res. Int., 1998, **31** (1), 19-26.
- [49] Van Schaik W., Gahan C.G.M., Hill C.: Acid-adapted *Listeria monocytogenes* displays enhanced tolerance against the antibiotics nisin and lactacin 3147. J. Food Protect., 1999, **62** (5), 536-539.
- [50] Vignolo G., Fadda S., de Kairuz M.N., Holgado A.A.P.D., Oliver G.: Control of *Listeria monocytogenes* in ground beef by lactocin 705, a bacteriocin produced by *Lactobacillus casei* CRL 750. Int. J. Food Microbiol., 1996, **29** (2-3), 397-402.
- [51] Yen L.C., Sofos J.N., Schmidt G.R.: Effect of meat curing ingredients on thermal destruction of *Listeria monocytogenes* in ground pork. J. Food Protect., 1991, **54** (6), 408-412.
- [52] Zeitoum A.A.M., Debevere J.M.: Inhibition, survival and growth of *Listeria monocytogenes* on poultry as influenced by buffered lactic acid treatment and modified atmosphere packaging. Int. J. Food Microbiol., 1991, **14**, 161-170.

METHODS TO INHIBIT AND PREVENT THE GROWTH OF *LISTERIA MONOCYTOGENES* IN MEAT PRODUCTS

S u m m a r y

Consumers require from food manufacturers that food products are ready-to-eat dishes, easy to prepare, and showing good quality and proper nutritional value. Throughout the world, more and more products appear in the form of ready-to-eat dishes. Under the conditions of absolutely sterile manufacturing processes, the key risk may be attributed to the secondary, post-production food cross-contamination caused by the manufacturing or trading personnel, or by polluted storage areas. Pathogen microflora, resistant to inconvenient environmental factors, can be introduced into food. *Listeria monocytogenes* is one of such pathogens. In this paper, there were discussed some natural and chemical additives, as well as some treatment technologies (smoking process) that were most frequently used during the production of meat and its products. The purpose of these additives and treatment technologies was to prevent the growth of *Listeria monocytogenes*, as well to maintain the adequate microbial quality

of meat products being stored. The natural and effectively selected food components containing inhibitors of microbial origin are effective inhibitors of *Listeria*. Additionally, the majority of preservatives permitted for application in the meat industry, and comprising the effect of synergy, is able to protect food from *L. monocytogenes*.

Key words: *Listeria monocytogenes*, bacteriocins, meat and meat products, preservatives 