

Šaltai rūkytos žuvies saugos užtikrinimo problemos: *Listeria monocytogenes* (apžvalga)

R. Narkevičius

KTU Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas; lmainarai@delfi.lt

Straipsnyje apžvelgtos vienos iš pavojingiausių šaltai rūkytoje žuvyje aptinkamų patogeninių bakterijų *Listeria monocytogenes* savybės, paplitimas gamtoje bei maisto produktuose, šio mikroorganizmo sukulto susirgimo pavojingumas žmonių sveikatai, žaliavos bei produkto užteršimo šiuo mikroorganizmu keliai, technologinio proceso operacijų įtaka *Listeria monocytogenes* augti šaltai rūkytoje žuvyje. Aptarti galimi *Listeria monocytogenes* augimo šaltai rūkytoje žuvyje prevencijos būdai, tokie kaip produkto sušaldymas, pakavimas modifikuotoje atmosferoje, organinių rūgščių druskų, bakteriocinų ir bakteriocinus produkuojančių bakterijų panaudojimas.

Ratažodžiai: šaltai rūkyta žuvis, *Listeria monocytogenes*, augimo kontrolė.

Šaltai rūkyta žuvis yra vienas iš pavojingiausių maisto saugos požiūriu produktų, kadangi jos gamybos proceso temperatūra (20–32 °C) yra artima optimaliai daugeliui patogeninių mikroorganizmų, iš kurių pavojingiausi yra *Listeria monocytogenes* bei *Clostridium botulinum*, augti. Nežiūrint to, kad žuvies perdirbimo įmonėse įdiegta Rizikos veiksnių analizės ir svarbių valdymo taškų sistema, ji neužtikrina visiškos šaltai rūkytų žuvies produktų saugos mikrobiologiniu požiūriu. Jei *C. botulinum* kontrolės bei prevencijos klausimais domimasi jau daugelį metų ir jie išnagrinėti pakankamai plačiai, tai *L. monocytogenes* yra sąlyginai nauja problema. Šio apžvalginio straipsnio tikslas yra aptarti *L. monocytogenes* savybes, patekimo į šaltai rūkytus žuvies produktus būdus, šio mikroorganizmo kontrolės bei prevencijos galimybes.

L. monocytogenes yra labai plačiai paplitusi gamtoje. Ji aptinkama žmogaus ir gyvūnų virškinamajame trakte, dirvoje, užterštuose vandenyse, augaluose, maisto žaliavoje bei produktuose (nepasterizuotame piene, sūriuose, valgomuosiuose leduose, daržovėse, žuvyje bei jos produktuose, mišrainėse, mėsainiuose) [1, 2].

L. monocytogenes rūšies bakterijos yra lazdelės formos gramteigiama patogeninė bakterija. Yra žinoma 13 *L. monocytogenes* serotipų: 1/2a, 1/2b, 1/2c, 3a, 3b, 3c, 4a, 4ab, 4b, 4c, 4d, 4e ir 7. Serotipai 1/2a, 1/2b ir 4b sudaro 92 % iš žmonių ir gyvūnų išskirtų *L. monocytogenes* bakterijų. 4b yra Europoje, Kanadoje bei JAV dominuojantis

serotipas, sukeliantis didžiąją dalį listeriozės susirgimų [3].

L. monocytogenes yra fakultatyvinis anaerobas, geriausiai augantis mikroaerofilinėmis sąlygomis, bet gerai auga ir aerobinėmis, ir anaerobinėmis sąlygomis. Minimalus augimą užtikrinantis vandens aktyvumas $a_w = 0,92$. Gali augti terpėje, kurioje NaCl koncentracija 10 %, o apie metus išgyventi terpėje, kurioje NaCl koncentracija 16 % [3, 4]. Priklausomai nuo rūgšties tipo, gali augti terpėje, kurios pH yra nuo 4,0 iki 9,5. Optimali *L. monocytogenes* augimo temperatūra yra 37 °C, bet gali augti esant temperatūrai nuo minus 0,4 iki 45 °C. Greitai inaktyvuojama esant aukštesnei nei 70 °C temperatūrai [4].

L. monocytogenes buvo aptikta triušių bei kiaulių organizme daugiau kaip prieš 90 metų, tačiau ilgai nebuvo nustatyta, kad tai svarbus patogeninis mikroorganizmas, kuriuo galima užsikrėsti per maisto produktus. Tik po 1980 m. įvykusių kelių didelių listeriozės protrūkių Šiaurės Amerikoje bei Europoje nustatyta maisto produktų, kaip *L. monocytogenes* infekcijos šaltinio, svarba [5].

L. monocytogenes sukelta liga listeriozė yra potencialiai mirtina (mirtingumas 20–30 %) ir labiausiai pavojinga žmonėms su nusilpusia imunine sistema (pagyvenusiems, sergantiems ŽIV, kepenų ciroze ir t. t.), nėščioms moterims, naujagimiams [6, 7]. Listeriozei būdingi peršalimo simptomai, tokie kaip karščiavimas, raumenų skausmai, kartais virškinamojo trakto sutrikimai. Jei infekcija išplita į centrinę nervų sistemą, širdį, akis, simptomai gali

progresuoti ir sukelti stiprius galvos skausmus, kaklo paralyžių, pusiausvyros praradimą, nejudrumą ar konvulsijas. Susirgus listerioze nėštumo metu, ji gali sukelti priešlaikinį gimdymą, vaisiaus žūtį arba liga gali persiduoti kūdikiui. JAV Ligų kontrolės centro duomenimis nėščios moterys listerioze serga 20 kartų dažniau nei kiti asmenys [6]. Reikia pažymėti, kad nėra tiksliai nustatyta, kokia *L. monocytogenes* koncentracija yra pavojinga žmogui ir sukelia susirgimą [8]. Šiuo metu manoma, kad minimali žmogui pavojinga *L. monocytogenes* koncentracija yra nuo 100 iki 1000 KSV/1g ar 1 ml produkto [3, 9, 10].

Dažniausiai listeriozę sukelia paruošti vartoti maisto produktai, kurie:

- 1) palaiko *L. monocytogenes* augimą;
- 2) rekomenduojami laikyti atšaldyti ilgą laiką;
- 3) vartojami papildomai listericidiškai neapdoroti (pvz. nevirti) [6, 7].

Iš jų galima paminėti sūrius, ypač minkštus ir pelėsius, dešrainius, paštetus, saliami, nepasterizuotą ir pasterizuotą pieną, ledus, sviestą, rūkytus žuvies produktus, daržoves ir mišraines.

Šaltai rūkyti žuvies produktai yra vieni iš pavojingiausių maisto produktų, galinčių sukelti listeriozę, kadangi žaliava dažnai yra užkrėsta *L. monocytogenes*, gamybos procese nėra listericidinių operacijų, o produkto laikymo sąlygos (žema temperatūra bei ilga trukmė) yra tinkamos šiam mikroorganizmui augti.

FAO/PSO apskaičiuotais listeriozės susirgimo rizikos duomenimis [8], įvertinus produkto vartojimo dažnį, tikimybė susirgti listerioze suvalgius šaltai rūkytos žuvies yra 4,2 karto didesnė nei išgėrus pasterizuoto pieno ir, atitinkamai, 1500 ir 8400 kartų didesnė nei suvalgius ledų ar fermentuotos mėsos. Todėl šaltai rūkytos žuvies gamybos procese turi būti kreipiamas ypatingas dėmesys *L. monocytogenes* kontrolei žaliavoje, produkte, šio mikroorganizmo patekimo į produktą būdams nustatyti bei prevencijai.

Vienas pagrindinių *L. monocytogenes* šaltinių žuvies perdirbimo įmonėse yra žaliava. Žuvų mikroflora priklauso nuo aplinkos, kurioje jos gyvena. *L. monocytogenes* yra aptinkama upių, kitų gėlo vandens telkinių, jūrų vandenyje [11, 12]. Daugiausia *L. monocytogenes* yra užteršti vidaus vandens telkiniai, į kuriuos patenka pramonės ar kaimo vietovių nuotekos, tuo tarpu toli nuo pakrančių esančiame vandenyne ar šaltinių vandenyje šių mikroorganizmų neaptikta [11, 13]. Duomenys apie šviežiai sugautos žuvies užterštumą *L. monocytogenes* yra įvairūs ir svyruoja nuo 0 iki 50 % [11], o žuvies, sugautos tvenkiniuose bei jūros

pakrantėje netoli nuotekų išleidimo vietų, užterštumas *L. monocytogenes* gali siekti 100 % [14].

Patekusi su žaliava *L. monocytogenes* nuo žuvies paviršiaus gali plačiai paplsti žuvies perdirbimo įmonėje, užteršti darbuotojų pirštines, peilius, įrengimus, sūrymą. Reikia pažymėti, kad *L. monocytogenes* ant nerūdijančio plieno įrengimų paviršiaus gali sudaryti taip vadinamą „bioplėvelę“, dėl ko mikroorganizmas tampa daug atsparesnis plovimo bei dezinfekavimo medžiagoms [15]. Net ir perdurbant žaliavą be *L. monocytogenes*, proceso metu ji gali būti užkrėsta šiuo mikroorganizmu. Todėl po šalto rūkymo proceso pavyzdžių, kuriuose aptinkama *L. monocytogenes*, skaičius padidėja vidutiniškai nuo 15 iki 40 % [16, 17]. Duomenys apie šaltai rūkytos žuvies užterštumą *L. monocytogenes* tuoj po rūkymo proceso svyruoja nuo 0 iki 100 % [7], nors vidutiniškai užterštų pavyzdžių skaičius yra apie 17,5 % [16]. Nežiūrint, kad *L. monocytogenes* yra aptinkama daugelyje šaltai rūkytos žuvies pavyzdžių, mikroorganizmų skaičius 1 g produkto yra palyginus nedidelis ir dažniausiai neviršija 10 [18, 19].

Pagrindinės šaltai rūkytos žuvies gamybos proceso operacijos, galinčios turėti įtakos *L. monocytogenes* augti, yra šaldymas (žaliavos arba produkto), sūdymas ir rūkymas.

Sušaldant maisto produktus yra sustabdomas mikroorganizmų augimas, jie gali būti iš dalies inaktyvuojami. Pastarojo proceso eiga priklauso nuo daugelio faktorių, tokių kaip mikroorganizmų rūšis, sušaldymo temperatūra ir greitis, terpė, kurioje mikroorganizmai sušaldomi, ir kt. Žinoma, kad gramteigiamos bakterijos yra atsparesnės sušaldymui nei gramneigiamos bakterijos [20], daugiau mikroorganizmų išlieka gyvybingais greitai sušaldant maisto produktus. Mikroorganizmų jautris šaldymui priklauso ir nuo jų fiziologinio aktyvumo: eksponentinėje augimo fazėje ląstelės yra daug jautresnės šalčio poveikiui nei stacionarioje fazėje [20]. Duomenų apie sušaldymo įtaką *L. monocytogenes* gyvybingumui nėra daug. Nustatyta, kad šaldant *L. monocytogenes* iki minus 18 °C buferyje, jos koncentracija sumažėja 10 kartų, kai tuo tarpu šaldant mitybos terpėje sumažėja tik 50 % [20]. Klausimas apie žuvies ar šaltai rūkyto produkto sušaldymo įtaką *L. monocytogenes* gyvybingumui nėra pakankamai išnagrinėtas, nors manoma, kad *L. monocytogenes* koncentracijos sumažėjimas sušaldant žuvį nėra žymus [14]. Kadangi literatūroje nepateikti palyginamieji duomenys apie įvairių sušaldymo režimų poveikį *L. monocytogenes*, būtų tikslinga plačiu temperatūru

intervalu ištirti įvairių šaldymo režimų įtaką šiam mikroorganizmui inaktyvuoti.

Paprastai prieš rūkymą žuvis yra sudoma, kad NaCl koncentracija produkto vandens fazėje pasiektų nuo 3,5 iki 5 %, nors, kaip jau minėta anksčiau, tokia NaCl koncentracija nesustabdo *L. monocytogenes* augimo. Padidinus druskos koncentraciją produkto vandens fazėje iki 6 % būtų galima sustabdyti *L. monocytogenes* augimą 5 °C temperatūroje [21], nors tokia NaCl koncentracija neigiamai veiktų produkto skonines savybes.

Žinoma, kad karštas rūkymas inaktyvuoja *L. monocytogenes* [22, 23, 24]. Tuo tarpu šaltas žuvies rūkymas 20–30 °C temperatūroje sumažina ant žuvies paviršiaus inokuliuotų *L. monocytogenes* ląstelių skaičių 100 kartų, bet inokuliuotos į žuvieną *L. monocytogenes* ląstelės gali augti ir rūkymo proceso metu [18]. Antilisterinį efektą turi kai kurie komerciniai rūkymo tirpalai, nors atskirų preparatų inhibitorinės savybės *L. monocytogenes* atžvilgiu labai skiriasi [25].

Kaip matome, šaltai rūkytos žuvies gamybos procese nėra listericidinio apdorojimo operacijos (paprastai tai būna terminis apdorojimas aukštesnėje nei 70 °C temperatūroje), o šaldymo, sūdymo bei rūkymo procesų parametrai neužtikrina visiško *L. monocytogenes* inaktyvavimo. Todėl šiuo metu neįmanoma pagaminti šaltai rūkytos žuvies, kurioje visiškai nebūtų *L. monocytogenes*, ir daugelyje pasaulio šalių (JAV, Australijoje, Naujojoje Zelandijoje, Italijoje, Austrijoje) priimtas reikalavimas, kad 25 g produkto nebūtų aptinkama *L. monocytogenes* (taip vadinamas „nulinės tolerancijos“ kriterijus) nėra realus.

Kadangi šaltai rūkytos žuvies gamybos proceso metu neįmanoma visiškai inaktyvuoti *L. monocytogenes*, būtina kontroliuoti jos augimą produkte, kadangi manoma, jog rizika susirgti listerioze yra labai nedidelė, jei produkte yra mažiau nei 100 KSV/g *L. monocytogenes* [10, 26]. Prie veiksnių, stabdančių *L. monocytogenes* augimą produktą laikant, galima priskirti produkto sušaldymą, įpakavimą CO₂ atmosferoje, nitritų, laktatų bei sorbatų panaudojimą, bakteriocinų bei listericidiniu poveikiu pasižyminčios mikrofloros panaudojimą.

Kaip jau buvo minėta, *L. monocytogenes* neauga žemesnėje nei minus 0,4 °C temperatūroje, todėl produkto sušaldymas yra efektyvus būdas neleisti šiam mikroorganizmui augti produktą laikant.

Nustatyta, kad modifikuotos atmosferos pakuotė, kurioje CO₂ koncentracija yra didelė (nuo 70 iki 100 %), efektyviai slopina *L. monocytogenes* augimą, ypač laikant produktą žemoje temperatūroje [27, 28]. Toks pakavimo metodas neturi neigiamos

įtakos produkto juslinėms savybėms [27]. Todėl, *L. monocytogenes* augimo prevencijos požiūriu, tikslinga pakuoti šaltai rūkytą žuvį CO₂ atmosferoje, nors tai reikalauja investicijų papildomai pakavimo įrangai bei dėl padidėjusios pakuotės apimties padidina produkto transportavimo išlaidas.

JAV šaltai rūkytos žuvies gamyboje leista naudoti nitritus (ne daugiau 0,02 %) bei kaip GRAS (Generally Recognized as Safe) statusą turintį maisto priedą sorbatus. ES šių priedų panaudojimas rūkytų žuvies produktų gamyboje neleidžiamas. Nitritai efektyviai slopina *L. monocytogenes* augimą 5 °C temperatūroje, nors 10 °C temperatūroje beveik neturi įtakos šiam procesui [29]. Eksperimentai kultivuojant *L. monocytogenes* mitybos terpėje parodė, kad 5 °C temperatūroje ir sorbatas slopina šio mikroorganizmo augimą esant žemesniam terpės pH [30], nors duomenų apie sorbato įtaką *L. monocytogenes* augimui šaltai rūkytoje žuvyje nėra.

L. monocytogenes augimas yra slopinamas rūgščioje aplinkoje (esant mažam terpės pH), todėl kai kurios rūgštys (acto, pieno, citrinų) gali būti panaudojamos šio mikroorganizmo prevencijai mėsos produktų gamyboje [31, 32]. Šaltai rūkytos žuvies gamyboje šių rūgščių panaudojimas nėra priimtinas, nors *L. monocytogenes* augimą slopina kai kurios šių rūgščių druskos. Pavyzdžiui, natrio laktatas stabdo *L. monocytogenes* augimą 5 °C temperatūroje [33]. Reikia pažymėti, kad šios bei kitų organinių rūgščių druskų panaudojimo klausimai šaltai rūkytos žuvies gamyboje nėra visiškai ištirti, nenustatyta jų įtaka produkto juslinėms savybėms bei technologiniai panaudojimo aspektai [14].

L. monocytogenes augimą slopina ir kai kurie bakteriocinai – tai daugelio bakterijų rūšių produkuojami biologiškai aktyvūs baltymai, turintys antimikrobinį poveikį. Daugelio bakteriocinų veikimo spektras yra gana siauras, bet kai kurių iš jų, ypač išskirtų iš pienarūgščių bakterijų, antimikrobinio aktyvumo spektras yra platus [34]. Iš antibakterinį poveikį turinčių bakteriocinų reikėtų pažymėti lactociną 705, niziną, pediociną AcH, reuteriną, sakaciną, diverciną ir kt. Kai kurie iš jų (nizinas, divercinas, bakteriocinai, išskirti iš *Carnobacterium spp.*) efektyviai stabdo *L. monocytogenes* augimą šaltai rūkytoje žuvyje [35]. Nustatyta, kad apdorojus pakavimo medžiagų paviršių pieno terpės pagrindu pagamintais nizino bei pediocino milteliais, efektyviai stabdomas *L. monocytogenes* augimas mėsos paviršiuje [36]. Bakteriocinų panaudojimą stabdo tai, kad ES bakteriocinai šiuo metu nėra įtraukti į leistinų šaltai rūkytos žuvies gamyboje maisto priedų sąrašą, jie

nėra pakankamai stabilūs, o aktyvumas priklauso nuo daugelio pašalinių faktorių.

Bakteriocinus galima panaudoti *L. monocytogenes* kontrolei maisto produktuose ne pridėdant jų tiesiogiai, bet panaudojant bakteriocinus produkuojančias bakterijas, kurios augdamos išskirtų bakteriocinus betarpiškai produktuose. Šis metodas efektyviai naudojamas *L. monocytogenes* slopinti šaltai rūkytų dešrų gamyboje, kadangi pienarūgštės bakterijos yra naudojamos suintensyvinti dešrų fermentacijos procesus [37, 38]. Šaltai rūkytos žuvies gamyboje *L. monocytogenes* augimą visiškai slopina *Carnobacterium piscicola* ir *Carnobacterium divirgens* bakterijų priedai [39]. Šios bakterijos neturi neigiamos įtakos juslinėms produkto savybėms, kai tuo tarpu panaudojus *Lactobacillus sake* šaltai rūkytoje lašišoje atsiranda stiprus sieros kvapas [40].

Apibendrinant galima konstatuoti, kad: *L. monocytogenes* yra vienas iš pavojingiausių šaltai rūkytoje žuvyje galinčių būti mikroorganizmų. *L. monocytogenes* sukelta listeriozė yra potencialiai mirtinas susirgimas (mirtingumas 20–30 %), ypač pavojingas žmonėms su nusilpusia imunine sistema, nėščioms moterims, vaikams. Todėl šio mikroorganizmo kontrolei bei prevencijai šaltai rūkytuose žuvies produktuose turi būti kreipiamas ypatingas dėmesys.

Šiuo metu neįmanoma pagaminti šaltai rūkytos žuvies, kurioje visiškai nebūtų *L. monocytogenes*, kadangi gamybos procesas nepakankamai efektyvus listericidiniu požiūriu, o mikroorganizmas yra nepaprastai gyvybingas, gali augti gamybos aplinkoje bei pakartotinai užkrėsti produktą. Todėl daugelyje šalių priimtas reikalavimas, kad 25 g produkto nebūtų aptinkama *L. monocytogenes* (taip vadinamas „nulinės tolerancijos“ kriterijus) nėra realus.

Gamintojams nustatant šaltai rūkytos žuvies vartojimo trukmę laikant produktą aukštesnėje nei 0 °C temperatūroje, būtina iširti produkcijos užterštumą *L. monocytogenes*, įvertinti savo gamybos proceso ypatumus ir šio mikroorganizmo augimo produkte galimybes ir atsižvelgti į tai, kad visuotinai yra manoma, jog minimali žmogui pavojinga *L. monocytogenes* koncentracija produkto vartojimo metu yra 100 KSV/g.

L. monocytogenes augimą šaltai rūkytoje žuvyje laikymo metu galima sustabdyti produktą sušaldant. Esama šaltai rūkytos žuvies gamybos technologija neužtikrina visiškos produkto saugos, *L. monocytogenes* augimo požiūriu, laikant jį aukštesnėje nei 0 °C temperatūroje.

Išvados

1. Organinių rūgščių druskų ir bakteriocinus produkuojančių bakterijų panaudojimas šaltai rūkytų žuvies produktų gamyboje yra perspektyvūs *L. monocytogenes* augimo slopinimo produkte metodai. Šiuo metu aktyviai tiriami šių faktorių praktiniai panaudojimo aspektai, jų įtaka *L. monocytogenes* inaktyvavimui bei produkto juslinėms savybėms.
2. Įvairių sušaldymo režimų įtaka *L. monocytogenes* inaktyvuoti nėra pakankamai iširta. Tikslinga iširti sušaldymo režimų ir organinių rūgščių druskų trapusavio sąveikos antilisterinį poveikį.

Literatūra

1. **Lovett J.** Isolation and identification of *Listeria monocytogenes* in dairy products// Journal of Association of Analytical Chemists. 1988. Vol. 71. P. 658–660.
2. **Rorvik L. M., Indestad M.** *Listeria monocytogenes* in foods in Norway// International Journal of Food Microbiology. 1991. Vol. 13. P. 97–104.
3. **Farber J. M., Peterkin P. I.** *Listeria monocytogenes*// Lund B. M, Baird-Parker T. C, Gould G. W. The Microbiological Safety and Quality of Foods. Gaithersburg (MD): Aspen, 2000. P. 1178–1232.
4. Bacterial pathogen growth and inactivation// Fish and fisheries products hazards and controls guidance. 3rd ed. June 2001. U. S. Food and Drug Administration.
5. **Broome C. V., Gellin B., Schwatz B.** Epidemiology of listeriosis in the United States// Miller A. J., Smith J. L., Somkuti G. A. Foodborne Listeriosis. Elsevier Science Pub., New York, 1990. P. 61–65.
6. **Pinner R. W. et al.** Role of foods in sporadic listeriosis// Journal of the American Medical Association. 1992. Vol. 267. P. 2046–2050.
7. **Nrung B., Andersen J. K., Schlundt J.** Incidence and control of *Listeria monocytogenes* in foods. Denmark// International Journal of Food Microbiology. 1999. Vol. 53. P. 195–203.
8. Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods: interpretative summary. Microbiological risk assessment series, No. 4. WHO/FAO, 2004. 78 p.
9. Opinion of the Scientific Committee on Veterinary Measures relating to public health on *Listeria monocytogenes*. European Commission, Health and Consumer Protection Directorate-General (SANCO). 23 September 1999.
10. Quantitative assesment of the relative risk to public health from food-borne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods. FDA/FSIS (U. S. Food and Drug Administration/USDA Food Safety and Inspection Agency). 2003. www.foodsafety.gov/~dms/lmr2-toc.html.
11. **Ben Embarek P. K.** Presence, detection and growth of *Listeria monocytogenes* in sea-foods// International Journal of Food Microbiology. 1994. Vol. 23. P. 17–34.

12. **Fenlon D. R., Wilson J., Donachie W.** The incidence and level of *Listeria monocytogenes* contamination of food sources at primary production and initial processing// *Journal of Applied Bacteriology*. 1996. Vol. 81 P. 641–650.
13. **Huss H. H., Ben Embarek P. K., Jeppesen V. C.** Control of biological hazards in cold-smoked salmon production// *Food Control*. 1996. Vol. 6(6) P. 335–40.
14. Processing parameters needed to control pathogens in cold-smoked fish// *Journal of Food Science*. 2001. Vol. 66. P. 1058–1128.
15. **Hood S. K., Zottola E. A.** Adherence to stainless steel by foodborne microorganisms during growth in model food systems// *International Journal of Food Microbiology*. 1997. Vol. 37. P. 145–153.
16. **Heinitz M. L., Johnson J. M.** The incidence of *Listeria* spp., *Salmonella* spp., and *Clostridium botulinum* in smoked fish and shellfish// *Journal of Food Protection*. 1998. Vol. 61(3). P. 318–323.
17. **Fonnesbech Vogel B., Jorgensen L. V., Ojeniyi B., Huss H. H., Gram L.** Diversity of *Listeria monocytogenes* isolates from cold-smoked salmon produced in different smoke houses as assessed by randomly amplified polymorphic DNA analyses// *International Journal of Food Microbiology*. 2001. Vol. 65. P. 83–92.
18. **Eklund M. W., Poysky F. T., Paranjpye R. N., Lashbrook L. C., Peterson M. E., Pelroy G. A.** Incidence and sources of *Listeria monocytogenes* in cold-smoked fishery products and processing plants// *Journal of Food Protection*. 1995. Vol. 58(5). P. 502–508.
19. **Jorgensen L. V., Huss H. H.** Prevalence and growth of *Listeria monocytogenes* in naturally contaminated seafood// *International Journal of Food Microbiology*. 1998. Vol. 42. P. 127–131.
20. **El-Kest S. E., Yousef A. E., Marth E. H.** Fate of *Listeria monocytogenes* during freezing and frozen storage// *Journal of Food Science*. 1991. Vol. 56(4). P. 1068–1071.
21. **Peterson M. E., Pelroy G. A., Paranjpye R. N., Poysky F. T., Almond J. S., Eklund M. W.** Parameters for control of *Listeria monocytogenes* in smoked fishery products: sodium chloride and packaging method// *Journal of Food Protection*. 1993. Vol. 56(11). P. 938–943.
22. **Nedziela J. C. at all.** Control of *Listeria monocytogenes* in salmon-antimicrobial effect of salting, smoking and specific smoke compounds// *Lebensmittel Wissenschaft Technol*. 1998. Vol. 31(2). P. 155–161.
23. **Poysky F. T. at all.** Inactivation of *Listeria monocytogenes* on hot smoked salmon by the interaction of heat and smoke or liquid smoke// *Journal of Food Protection*. 1997. Vol. 60(6). P. 649–654.
24. **Ben Embarek P. K., Huss H. H.** Heat resistance of *Listeria monocytogenes* in vacuum packaged pasteurized fish fillets// *International Journal of Food Microbiology*. 1993. Vol. 20. P. 85–95.
25. **Sunen E.** Minimum inhibitory concentration of smoke wood extracts against spoilage and pathogenic microorganisms associated with foods// *Letters of Applied Microbiology*. 1998. Vol. 27. P. 45–48.
26. **Golden D. A., Arroy Gallyoun L.** Relationship of frozen food quality to microbial survival// *Quality in Frozen Food*. Ed. M. C. Erickson and Y. C. Hung, New Yourk. 1997. 484 p.
27. **Nilsson L., Huss H. H., Gram L.** Inhibition of *Listeria monocytogenes* on cold-smoked salmon by nisin and carbon dioxide atmosphere// *International Journal of Food Microbiology*. 1997. Vol. 38. P. 217–227.
28. **Philips C. A.** Review: Modified atmosphere packing and its effects on the microbiological quality and safety of produce// *International Journal of Food Science and Technology*. 1996. Vol. 31(6). P. 463–479.
29. **Pelroy G. A., Peterson M. E., Paranjpye R., Almond J., Eklund M.** Inhibition of *Listeria monocytogenes* in cold-process (smoked) salmon by sodium nitrite and packaging method// *Journal of Food Protection*. 1994. Vol. 57(2). P. 114–119.
30. **Moir C. J., Eyles M. J.** Inhibition, injury and inactivation of four psychrotrophic foodborne bacteria by the preservatives methyl p-hydroxybenzoate and potassium sorbate// *Journal of Food Protection*. 1992. Vol. 55(5). P. 360–366.
31. **Vasseur C., Bayerel L., Hebraud M., Labadie J.** Effect of osmotic, alkaline, acid or thermal stresses on the growth and inhibition of *Listeria monocytogenes*// *Journal of Applied Microbiology*. 1999. Vol. 86(3). P. 469–476.
32. **Podolack R. K., Zayas J. F., Kastner C. L., Fung D.Y.C.** Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* 0157-H7 on beef by application of organic acids// *Journal of Food Protection*. 1996. Vol. 59(4). P. 370–373.
33. **Pelroy G. A., Peterson M. E., Holland P. J., Eklund M. W.** Inhibition of *Listeria monocytogenes* in cold-processed (smoked) salmon by sodium lactate// *Journal of Food Protection*. 1994. Vol. 57(2). P. 108–113.
34. **Barefoot S. F., Nettles C. G.** Antibiosis revisited: Bacteriocins produced by dairy starters cultures// *Journal of Dairy Science*. 1993. Vol. 76. P. 2366–2379.
35. **Nilsson L., Chen Y., Chikindas M. L., Huss H. H., Gram L., Montville T. J.** Carbon dioxide and nisin act synergistically on *Listeria monocytogenes*// *Applied Environmental Microbiology*. 2000. Vol. 6(2). P. 769–774.
36. **Ming X. T., Weber G. H., Ayres J. W., Sandine W. E.** Bacteriocins applied to food packing materials to inhibit *Listeria monocytogenes* on meats// *Journal of Food Science*. 1997. Vol. 62(2). P. 413–415.
37. **Schilinger U., Kaya M., Lucke F. K.** Behaviour of *Listeria monocytogenes* in meat and its control by a bacteriocin-producing strain of *Lactobacillus sake*// *Journal of Applied Bacteriology*. 1981. Vol. 70(6). P. 473–478.
38. **Vilani F. at all.** Portal characterization of an antagonistic substance produced by *Staphylococcus xylosus* IE and determination of the effectiveness of

the producer strain to inhibit *Listeria monocytogenes* in Italian sausages// Food Microbiology. 1997. Vol. 14(6). P. 555–566.

39. **Jeppesen V., Huss H. H.** Antagonistic activity of two strains of lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes* and *Yersinia enterocolitica* in a model fish product at 5 °C// International Journal of Food Microbiology. 1993. Vol. 19. P. 179–186.
40. **Duffes F., Corre C., Leroi F., Dousset X., Boyaval P.** Inhibition of *Listeria monocytogenes* by in situ produced and semipurified bacteriocins on *Carnobacterium* spp. on vacuum-packed, refrigerated cold-smoked salmon// Journal of Food Protection. 1999. Vol. 62(12). P. 1394–1403.

Pateikta spaudai 2004-09

R. Narkevičius

PROBLEMS IN ASSURING SAFETY OF COLD SMOKED FISH: *LISTERIA MONOCYTOGENES* (REVIEW)

Summary

The aim of this paper was briefly to review the studies on the properties of *Listeria monocytogenes* (the causative agent of listeriosis), prevalence of this microorganism in raw and cold-smoked fish, impact of processing operations, such as freezing, salting and smoking on the survival and growth of *Listeria monocytogenes*. The

growth inhibitory effect of frozen storage, modified atmosphere – packing, addition of preservatives and salts of organic acids, as well as use of bacteriocins and bacteriocin-producing bacteria was discussed.

Keywords: cold-smoked fish, *Listeria monocytogenes*, growth inhibitory effect.

P. Наркявичюс

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РЫБЫ ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ: *LISTERIA MONOCYTOGENES* (ОБЗОР)

Резюме

В обзоре коротко обсуждены свойства одной из самых опасных патогенных бактерий, обнаруживаемых в рыбе холодного копчения, – *Listeria monocytogenes*. Оговорены пути заражения сырья и продукта этим микроорганизмом, влияние операций технологического процесса (замораживания, посолки, холодного копчения) на выживаемость и рост *Listeria monocytogenes*. Обсуждены возможные пути превенции роста *Listeria monocytogenes* в рыбе холодного копчения, такие как замораживание продукта, упаковка продукта в модифицированной атмосфере, добавление консервантов и солей органических кислот, бактериоцинов и бактерий, продуцирующих бактериоцины.