Listeria monocytogenes'e kasvu pidurdamise võimalused taimsete lisanditega hakklihatoodetes

Mati Roasto[1]*, Kadrin Meremäe[1], Julia Koskar[1], Terje Elias[1], Reelika Rätsep[2,3]

[1]*EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, veterinaarse biomeditsiini ja toiduhügieeni õppetooli toiduhügieeni ja –ohutuse üksus*

[2]*EMÜ põllumajandus- ja keskkonna instituut, aianduse õppetool, Polli aiandusuuringute keskus*

[3]*EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, ERA õppetool VALORTECH*

*mati.roasto@emu.ee

Sissejuhatus

Listerioos on Euroopa Liidus (EL) viies kõige sagedamini registreeritud zoonoos inimestel ja üks tõsisemaid toidutekkelisi haigusi. 2021. aastal vajas EL-s 96,5% listerioosi haigestunutest haiglaravi ning 13,7% listerioosi haigusjuhtudest lõppes surmaga (EFSA, 2022). Listerioosi riskigruppi kuuluvad rasedad, vastsündinud, vanurid ja immuunpuudulikkusega inimesed. 2021. aastal teatati kõige sagedamini *L. monocytogenes*´e infektsioonidest vanuserühmades „üle 64-aastased“ ja „üle 84-aastased“ (EFSA, 2022).

Valmistoitudele[1] on EL-s kehtestatud toiduohutuskriteeriumid. Valmistoitudes, milles *L. monocytogenes* võib paljuneda, ei tohi patogeeni esineda 25 grammis tootes enne selle tootnud toidukäitleja vahetu kontrolli alt väljaviimist (enne toidu turustamist)[2]. Valmistoitudele, milles *L. monocytogenes* ei paljune, on kehtestatud arvuline kriteerium 100 pmü/g ehk kogu toidu säilimisaja vältel peab patogeeni arvukus grammi toidu kohta jääma alla 100 bakteri. Juhul, kui toidu valmistaja suudab pädevale asutusele piisavalt tõendada, et kogu säilimisaja jooksul kriteerium 100 pmü/g ei saa ületatud, kuid samas on tegemist toiduga,

1 Valmistoit on toit, mida tootja või valmistaja on kavandanud otsetarbimiseks ja mis ei vaja kuumtöötlemist või muul viisil töötlemist asjaomaste mikroorganismide tõhusaks kõrvaldamiseks või nende taseme vähendamiseks vastuvõetava piirini

2 Määrus (EÜ) nr 2073/2005

milles *L. monocytogenes* võib teatud määral paljuneda, kehtib nõue, et *L. monocytogenes´*e arvukus ühes grammis valmistoidus ei tohi ületada 100 pmü-d kogu toidu säilimisaja vältel[2].

Juhul, kui toidukäitleja soovib rakendada valmistoidule, milles *L. monocytogenes* võib paljuneda, kriteeriumi 100 pmü/g, tuleb teostada nõuetekohane[3] nakatamiskatse. Viimane eeldab laboratoorseid analüüse, et hinnata toitu tahtlikult viidud (inokuleeritud) *L. monocytogenes´*e võimet toidus konkreetsetes säilitamistingimustes ellu jääda ja/või paljuneda (Roasto ja Laikoja, 2019).

Tingituna *L. monocytogenes´*e olulisusest valmistoitude toiduohutust mõjutava tegurina ning toidukäitlejate toiduohutuse tagamise kohustusest[4] on vajadus hinnata toidu sisemiste, väliste ja kaudsete tegurite mõju *L. monocytogenes´*e kasvule selles, eriti valmistoitudes, millel on pikk säilimisaeg. Valmistoite, mille säilimisaeg on kuni 5 päeva, peetakse toitudeks, milles *L. monocytogenes* ei paljune ohtliku määrani.

Käesoleva artikli eesmärgiks on anda ülevaade *L. monocytogenes*'e kasvu pärssimise võimalustest taimsete lisanditega rikastatud hakklihatoodetes.

Materjal

Toiduproovide koostises kasutati hakkliha, mille rasvasisaldus oli 27%. Gaasikeskkonda pakendatud värske seahakkliha osteti jaemüügist ja transporditi külmakastides laborisse, kus säilitati +4 °C juures. Liha värskuse tagamiseks toimus katseseeria toiduproovide ettevalmistamine hakkliha ostmisega samal päeval.

Taimse materjalina kasutati puuviljade, marjade või köögiviljade töötlemise kõrvalsaadusi, nt mahlatootmise pressjääke v.a sibul ja küüslauk, mille puhul kasutati terveid köögivilju. Taimsed materjalid konvektsioon- või külmkuivatati ja lisati hakklihale pulbrina. Pulbrid segati ühtlaselt hakklihasse ja vormiti lihapallideks.

Katsete läbiviimiseks valiti uuringusse järgmise koostisega hakklihatooted: (1) hakkliha ilma lisanditeta (kontroll); (2) hakkliha + 3% õun + 1% sibul + 2% must sõstar; (3) hakkliha + 3% õun + 1% küüslauk + 2% tomat; (4) hakkliha + 3% õun + 2% tomat + 1% rabarberi vars; (5) hakkliha + 2% küüslauk; (6) hakkliha + 2% sibul ja (7) hakkliha + 2% rabarberi vars.

3 Vastavalt standardile EVS-EN ISO 20976-1:2019 ja/või EURL *Lm*, 2019 tehnilisele dokumendile

4 Määrus (EÜ) nr 178/2002

Hakklihatooted küpsetati sisetemperatuurini 75 °C ja pakendati jahutatult. Proovid jagati analüüsipäevade ning uuritavate näitajate järgi keeratava kaanega silindrilistesse steriilsetesse plastiktopsidesse ning säilitati temperatuuril +4 °C.

Nakatamiskatse viidi läbi *L. monocytogenes*'e referenttüvedega 12MOB045LM ja 12MOB089LM, mis hangiti Veterinaar- ja Toidulaboratooriumist (alates 2013. aastast Riigi Laboriuuringute ja Riskihindamise Keskus), mis on *L. monocytogenes*'e referentlaboratoorium Eestis.

Metoodika

Taimsete lisanditega hakklihatoodete nakatamiskatsed teostati EMÜ VLI veterinaarse biomeditsiini ja toiduhügieeni õppetooli toiduhügieeni ja -ohutuse üksuse laborites. Analüüsid teostati vastavalt Euroopa Liidu *L. monocytogenes´*e referentlaboratooriumi tehnilisele juhenddokumendile (EURL Lm, 2021) ja EVS-EN ISO 20976-1:2019 standardile, kus on esitatud juhendid ja/või nõuded *L. monocytogenes´*e suhtes kestvuskatsete, k.a nakatamiskatsete läbiviimiseks.

Nakatamiskatsete raames määrati standardis EVS-EN ISO 4833-2:2013 kirjeldatud metoodikale vastavalt ka aeroobsete mesofiilsete mikroobide arv. Mikroorganismide loendamiseks kasutati *Plate Count Agar* (PCA, LAB010, Lab M, Lancashire, UK) söödet. Samuti määrati toiduproovide pH ja veeaktiivsus. pH-d mõõdeti toatemperatuuril pH-meetriga (SI Analytics, HandyLab680). Veeaktiivsust määrati temperatuuril 25 °C, kasutades veeaktiivsuse määramise seadet (Aqualab, Decagon 3TE, Decagon Devices Inc., Pullman, USA). Analüüsid teostati 0., 6. ja 12. päeval, kus 0 päev on ka toiduproovide (hakklihatoodete) valmistamise päev.

Tulemused ja arutelu

Erinevate taimsete lisandite mõju hakklihatoodete füüsikalis-keemilistele ja mikrobioloogilistele näitajatele on esitatud tabelis 1. Tulemustest selgus, et mesofiilsete aeroobsete mikroorganismide arvukus küpsetatud hakklihatoodetes oli madal ning varieerus vahemikus 1,00–3,16 log pmü/g[5]. Kõrgeim mikroorganismide arvukus määrati kontrollproovis, kus algselt oli mikroobide arv 1,93 log pmü/g, ja 12. päevaks tõusis see näitaja kuni 3,16 log pmü/g. Kõige madalamad mikroorganismide kontsentratsioonid olid hakklihatoodetes, mis sisaldasid 2% rabarberivarre pulbrit või 2% sibula pulbrit. Eelmainitud proovides jäi mesofiilsete mikroorganismide arv kogu säilitamisperioodi jooksul

5 Selgituseks: 1,00 log pmü/g on 10 bakterit grammis toidus; 2,00 log/pmü/g on 100 bakterit grammis toidus; 3,00 log/pmü/g on 1000 bakterit grammis toidus.

alla 1,55 log pmü/g. Aeroobsete mesofiilsete mikroorganismide arvu määramist kasutatakse toidu mikrobioloogilise kvaliteedi hindamiseks, kusjuures piirväärtused sõltuvad toidu kategooriast ning ei ole ühtmoodi rakendatavad sama toidugrupi erineval viisil valmistatud ja pakendatud toodetele (Roasto ja Laikoja, 2020). Mikrobioloogiliselt riknenud toidus on aeroobsete mesofiilsete mikroorganismide arvukus reeglina üle 6,00 log pmü/g, kuid säilimisaja määramisel tuleb lisaks mikrobioloogilistele näitajatele arvesse võtta ka toidu sensoorsete analüüside tulemusi. Antud uurimuses jäid aeroobsete mesofiilsete mikroorganismide arvukused kogu katseseeria jooksul kõikides proovides madalaks, mistõttu saab väita, et toiduproovide mikrobioloogiline kvaliteet oli väga kõrge ka tinglikult kehtestatud toidu säilimisaja lõpus (12. päev). Uurimuse põhieesmärgiks oli hinnata *L. monocytogenes´*e kasvupotentsiaali erineva koostisega hakklihatoodetes, mistõttu paralleelselt mikroobide üldarvu määramisele teostati valimisse kuulunud toiduproovidega nakatamiskatsed. Nakatamiskatsete tulemusena leiti, et *L. monocytogenes´*e kasvupotentsiaal kõikides toiduproovides oli suurem kui 0,5 $\log_{10}$ pmü/g. Sellest saab järeldada, et kontrollproov ja taimsete lisanditega rikastatud hakklihatooted toetasid *L. monocytogenes*'e kasvu. Erineva koostisega hakklihatoodetes oli *L. monocytogenes´*e kasvupotentsiaal erinev (tabel 1). Kõrgeim kasvupotentsiaal määrati ilma taimsete lisanditeta hakklihatoote proovis (δ=8,00 log pmü/g), millele järgnesid hakkliha + 2% sibula (δ=7,92 log pmü/g) ja hakkliha + 2% küüslaugu (δ=7,85 log pmü/g) proovid. Neid proove iseloomustas ka kõrgem pH (vahemikus 6,58–6,72), samal ajal kui teistes hakklihatoodetes jäi pH alla 6,00.

*L. monocytogenes´*e kasvupotentsiaal oli kõige madalam (δ=2,74 log pmü/g) proovis, kus hakklihale oli lisatud 2% rabarberivarre pulbrit. Sellele järgnesid hakkliha + 3% õuna + 1% sibula + 2% musta sõstra (δ=3,63 log pmü/g) ja hakkliha + 3% õuna + 2% tomati + 1% rabarberivarre (δ=3,74 log pmü/g) proovid. Neid proove iseloomustas ka madalam pH. Hakkliha + 2% rabarberivarre proovis oli pH 5,2–5,4 ning teistes toodetes, kus *L. monocytogenes´*e kasvupotentsiaal oli madalam, jäi pH vahemikku 5,5–5,8.

Tabel 1. Erineva koostisega hakklihatoodete füüsikalis-keemilised ja mikrobioloogilised näitajad (Koskar jt, 2022)

Proovid	Päev	pH	Vee-aktiivsus	MO üldarv (log pmü/g)	LM üldarv (log pmü/g)	δ ($\log_{10}$ pmü/g)
Hakkliha (kontroll)	0	6,66	0,991	1,93	2,00	8,00
	6	6,68	0,990	2,16	6,00	
	12	6,63	0,989	3,16	10,0	
Hakkliha + 3% õun + 1% sibul + 2% must sõstar	0	5,75	0,987	< 2,00	2,27	3,63
	6	5,70	0,985	< 2,00	3,41	
	12	5,72	0,984	2,00	5,58	
Hakkliha + 3% õun + 1% küüslauk + 2% tomat	0	5,93	0,986	< 2,00	0,53	5,35
	6	5,87	0,990	2,00	3,94	
	12	5,95	0,979	2,30	6,37	
Hakkliha + 3% õun + 2% tomat + 1% rabarberi vars	0	5,51	0,988	< 2,00	1,96	3,74
	6	5,42	0,987	< 2,00	3,00	
	12	5,48	0,977	2,18	5,60	
Hakkliha + 2% küüslauk	0	6,68	0,986	1,18	2,12	7,85
	6	6,73	0,990	1,74	6,00	
	12	6,72	0,987	2,00	10,00	
Hakkliha + 2% sibul	0	6,48	0,986	1,30	2,13	7,92
	6	6,58	0,984	1,55	6,00	
	12	6,60	0,979	1,48	9,67	
Hakkliha + 2% rabarberi vars	0	5,24	0,980	1,00	2,00	2,74
	6	5,31	0,987	1,54	4,26	
	12	5,41	0,979	1,00	4,47	

MO, mesofiilsed aeroobsed mikroorganismid
LM, *Listeria monocytogenes*
δ, kasvupotentsiaal

Veeaktiivsuse (a_w) väärtused jäid vahemikku 0,977–0,991, olles kõrgemad kontrollproovis (0,989–0,991) ja madalamad 2% sibula (0,979–0,986) ja 2% rabarberi varrega (a_w0,979–0,987) rikastatud hakklihatoodetes.

Käesolevas uurimuses kasutati hakklihatoodete koostises erinevaid puu- ja köögiviljade pulbreid ja nende segusid. *L. monocytogenes´*e kasv oli kõige rohkem pidurdatud hakklihatootes, kuhu oli lisatud 2% rabarberivarre pulbrit. Rabarberi toimet saab osaliselt põhjendada ka segu madala pH väärtusega, mis

säilimisaja jooksul langeb, samuti oblikhappe raua ioone kelateeriva toimega (Püssa jt, 2022). Rabarberi antibakteriaalset toimet on tõestatud ka varasemate uuringutega (Kosikowska jt, 2010; Raudsepp jt, 2013). Rabarberi (*Rheum rhaponticum* L.) varred sisaldavad fenoolhappeid, katehhiine, antotsüaniine, flavonoole, orgaanilisi happeid ning võivad sisaldada ka suures koguses nitraadi- ja nitritiioone (Colla jt, 2018). Seega sisaldab rabarber mitmeid ühendeid, mis pidurdavad mikroobide, k.a patogeenide kasvu, mis selgus ka antud uuringus.

Nakatamiskatsete tulemuste põhjal võib esile tuua ka hakklihatoote, kuhu oli lisatud 3% õuna, 1% sibulat ja 2% musta sõstart. Antud proovis jäi *L. monocytogenes´*e kasvupotentsiaal kordades madalamaks kui kontrollproovis (taimsete lisanditeta hakklihatoode). Musta sõstra viljad (*Ribes nigrum* L.) on tuntud oma suure C-vitamiini, fenoolhapete, antotsüaniinide ja teiste flavonoidide sisalduse poolest (Raudsepp jt, 2010; Kikas jt, 2020) ning on näidanud head antioksüdantset ja antimikroobset toimet nii *in vitro* kui ka toidukatsetes (Paunović jt, 2017). Samuti on kõnealuste kultuuride mahlapressjäägid näidanud häid antioksüdantseid omadusi (Rätsep jt, 2022).

Kontrollproovi ja taimsete lisanditega toiduproovide tulemuste võrdlemine näitas, et taimepulbritel on *L. monocytogenes*'e kasvule inhibeeriv mõju, eriti õuna-, rabarberi-, tomati-, sibula-, küüslaugu- ja musta sõstra segudel. Mitme erineva taimse pulbri kombineeritud kasutamine hakklihatoodetes osutus *L. monocytogenes*'e kasvu pärssimisel tõhusamaks võrreldes proovidega, mis sisaldasid ainult ühe taime pulbrit (v.a rabarber) või ei sisaldanud taimseid lisandeid üldse (kontroll). *L. monocytogenes´*e kõrge kasvupotentsiaal üksnes sibula ja küüslauguga rikastatud hakklihatoodetes oli üllatuseks, sest varsematest uuringutest on teada, et erinevatel taimeekstraktidel, mis sisaldavad rohkesti väävliühendeid ja fenoole, on head antimikroobsed omadused erinevate mikroorganismide, sealhulgas patogeenide kasvu suhtes (Ortiz, 2015; Liaqat jt, 2019). Osaliselt saab seda põhjendada proovide pH-ga, mis nii 2% sibula kui ka 2% küüslaugu pulbriga rikastatud hakklihatoodetes oli >6,5. *L. monocytogenes´*e kasvu pärssimisel omab pH suurt mõju, nt on teada, et patogeeni kasv ei ole võimalik[6] toitudes, mille pH on ≤4,4. Samuti pole *L. monocytogenes´*e kasv võimalik kui toidu veeaktiivsus on ≤0,94 ja pH ≤5,0.

Arvame, et patogeenide kasvu pärssimiseks võiks lihatoodetes kasutada erinevate taimsete pulbrite segusid, sest erinevate taimede koostises on erinevad (k.a erinevas koguses) antimikroobsed ühendid, mis omavad erinevaid toimemehhanisme, mistõttu võib nende koostoime olla efektiivsem.

6 Määrus (EÜ) nr 2073/2005

Antud uuringu tulemuste põhjal saame väita, et kasutatud taimede pulbrid ja nende segud omasid antimikroobset toimet, kuid see ei olnud piisav, et peatada *L. monocytogenes´*e kasv täielikult. Ravichandran jt (2011) näitasid, et taimedes esinevatel fenoolsetel ühenditel on antibakteriaalne toime nii *L. monocytogenes´*e kui ka teiste patogeensete mikroorganismide suhtes. Ka käesoleva uuringu tulemused kinnitavad seda, kuid vaja on leida efektiivsemaid lisandeid või nende kombinatsioone ja/või kasutada kõrgemaid lisandite kontsentratsioone.

Kokkuvõte

L. monocytogenes võib kasvada erinevates valmistoitudes, sh küpsetatud hakklihatoodetes. Nakatamiskatse tulemusena saame järeldada, et *L. monocytogenes*'e kasv ei olnud hakklihatoodete säilitamisel 7 ± 1 °C juures säilimisaja jooksul piisavalt pidurdatud. *L. monocytogenes´*e kasvupotentsiaal oli >0,5 $\log_{10}$ pmü/g, mis näitab, et taimsete lisanditega rikastatud hakklihatooted toetavad *L. monocytogenes´*e kasvu. Siiski oli patogeeni kasv erinevates proovides erinev. Kõige madalam *L. monocytogenes´*e kasvupotentsiaal ning ka väikseim mesofiilsete bakterite arv oli hakklihatootes, kuhu oli lisatud 2% rabarberivarre pulbrit. Leidsime, et mõnedel taimsetel pulbritel on mikroobide kasvu pidurdavad omadused. Uurimuse tulemuste põhjal saab järeldada, et *L. monocytogenes´*e kasvu täielikuks pidurdamiseks on lisaks taimsetele lisanditele ja madalale säilitamistemperatuurile vaja rakendada ka teisi sisemisi, väliseid ja kaudseid toidus mikroobide kasvu pärssivaid tegureid, nt valmistoodete vaakumisse või gaasikeskkonda pakendamine, orgaaniliste hapete ja soola lisamine. Uute katseseeriate eesmärgiks on leida retsept ja säilitamistingimused, kus tervisele kasulike taimsete pulbrite lisamine liha- ja kalatoodetesse võimaldab peatada *L. monocytogenes´*e kasvu ja tagab piisavalt pika toidu säilimisaja, seejuures kasutades toidu koostises minimaalselt toidu lisaaineid.

Tänusõnad

Uurimustööd on finantseerinud Eesti Teadusagentuur (PRG1441).

Projekti TAIMLOOMTOIT (F200143PKPA) elluviimist toetavad Euroopa Regionaalarengu Fond ja Eesti Teadusagentuur läbi „Ressursside väärindamise alase TA-tegevuse toetamise" programmi ResTA14.

Kasutatud kirjandus

Colla, G., Kim, H.-J., Kyriacou, M.C., Rouphael, Y. 2018. Nitrate in fruits and vegetables. Sci. Hortic., 237, 221–238.

EVS-EN ISO 20976-1:2019 Microbiology of the food chain – Requirements and guidelines for conducting challenge tests of food and feed products – Part 1: Challenge tests to study growth potential, lag time and maximum growth rate. Eesti Standardamis- ja Akrediteerimiskeskus.

EFSA, European Food Safety Authority. 2022. The European Union one health 2021 zoonoses report. EFSA Journal, 2022; 20(12): 7666, doi: 10.2903/j.efsa.2022.7666. Allikat kasutatud 17.12.2022.

EVS-EN ISO 4833-2:2013. Microbiology of the food chain - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Part 2: Colony count at 30 degrees by the surface plating technique (ISO 4833-2:2013). Eesti Standardamis- ja Akrediteerimiskeskus.

EURL Lm, European Union Reference Laboratory for *Listeria monocytogenes*. 2021. EURL Lm Technical Guidance Document on Challenge Tests and Durability Studies for Assessing Shelf-Life of Ready-to-Eat Foods Related to *Listeria monocytogenes*, Version 4 of 1 July 2021. ANSES Laboratory for Food Safety. 2021. https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-07/biosafety_fh_mc_tech-guide-doc_listeria-in-rte-foods_en_0.pdf. Allikat kasutatud 21.12.2022.

Kikas, A., Rätsep, R., Kaldmäe, H., Aluvee, A., Libek, A. V. 2020. Comparison of polyphenols and anthocyanin content of different blackcurrant (Ribes nigrum L.) cultivars at the Polli Horticultural Research Centre in Estonia. Agronomy Research, 18(S4), 2715-2726. https://doi.org/10.15159/ar.20.208

Kosikowska, U., Smolarz, H.D., Malm, A. 2010. Antimicrobial activity and total content of polyphenols of *Rheum* L. species growing in Poland. Cent. Eur. J. Biol. 5, 814-820. https://doi.org/10.2478/s11535-010-0067-4.

Koskar, J., Meremäe, K., Püssa, T., Anton, D., Elias, T., Rätsep, R., Mäesaar, M., Kapp, K., Roasto, M. 2022. Microbial Growth Dynamics in Minced Meat Enriched with Plant Powders. Appl. Sci. 12(21), 11292; https://doi.org/10.3390/app122111292.

Liaqat, A., Zahoor, T., Randhawa, M.A., Shahid, M. 2019. Characterization and antimicrobial potential of bioactive components of sonicated extract from garlic (*Allium sativum*) against foodborne pathogens. J. Food Process. Preserv., 43, e13936. https://doi.org/10.1111/jfpp.13936.

Ortiz, M. 2015. Antimicrobial activity of onion and ginger against two food borne pathogens *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. MOJ Food Process. Technol., 1, 104–112. https://doi.org/10.15406/mojfpt.2015.01.00021.

Paunović, S.M., Mašković, P., Nikolić, M., Miletić, R. 2017. Bioactive compounds and antimicrobial activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) berries and leaves extract obtained by different soil management system. Sci. Hortic., 222, 69-75. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.015.

Püssa, T., Anton, D., Rusalepp, L., Meremäe, K., Roasto, M., Kaldmäe, H., Bleive, U., Rätsep, R. 2022. Hakklihatoodete riknemise pidurdamine taimsete tootmisjääkidega. Terve Loom ja Tervislik Toit 2022. Eesti Maaülikool, Vali Press OÜ, ISBN 2674-5011. lk. 55–70.

Raudsepp, P., Kaldmäe, H., Kikas, A., Libek, A.-V., Püssa, T. 2010. Nutritional quality of berries and bioactive compounds in the leaves of black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivars evaluated in Estonia. J. Berry Res., 1, 53-59. https://doi.org/10.3233/BR-2010-006.

Raudsepp, P., Anton, D., Roasto, M., Meremäe, K., Pedastsaar, P., Mäesaar, M., Raal, A., Laikoja, K., Püssa, T. 2013. The antioxidative and antimicrobial properties of the blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.), Siberian rhubarb (*Rheum rhaponticum* L.) and some other plants, compared to ascorbic acid and sodium nitrite. Food Control, 31, 129-135. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.10.007.

Ravichandran, M., Hettiarachchy, N.S., Ganesh, V., Ricke, S., Singh, S. 2011. Enhancement of antimicrobial activities of naturally occurring phenolic compounds by nanoscale delivery against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* Typhimurium in broth and chicken meat system. J. Food Saf., 31, 462-471. https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2011.00322.x.

Roasto, M., Laikoja, K. 2019. Toidu säilimisaja määramine, I osa (täiendatud ja parandatud väljaanne). Eesti Maaülikooli toiduhügieeni ja rahvatervise õppetool. 44 lk. ISBN 978-9949-698-73-8.

Roasto, M., Laikoja, K. 2020. Toidu säilimisaja määramine, II osa (täiendatud ja parandatud väljaanne). Mikrobioloogilised näitajad toidugruppide kohta. Eesti Maaülikooli toiduhügieeni ja rahvatervise õppetool. 42 lk. ISBN 978-9949-698-52-3.

Rätsep, R.; Kaldmäe, .; Bleive, U.; Sarv, V.; Anton, D.; Püssa, T.; Roasto, M.; Venskutonis, P. R. 2022. Mahlapressimisjääkidest valmistatud pulbrite bioaktiivne potentsiaal. Terve Loom ja Tervislik Toit 2022, Eesti Maaülikool, Vali Press OÜ, ISBN 2674-5011. lk. 30–39.

***L. monocytogenes* growth inhibition possibilities in ready-to-eat minced meat products by using plant additives**

This article provides an overview of the study, which aimed to assess the L. monocytogenes growth inhibition in ready-to-eat minced meat products enriched with fruit and vegetable additives. Challenge tests revealed that in all samples, the growth potential of L. monocytogenes was > 0.5 log10 cfu/g, which indicates that ready-to-eat minced meat products enriched with plant additives support the growth of L. monocytogenes. However, the growth of L. monocytogenes in different samples was different. The biggest growth (δ=8.00 log cfu/g) was determined in minced meat sample without any additive (the control). The lowest growth (δ=2.74 log cfu/g) was in a minced meat product enriched with 2% rhubarb powder. We can conclude that some plant powders have antimicrobial properties, but for total inhibition of the growth of L. monocytogenes there is a need to use the combination of plant additives with other intrinsic, extrinsic and/ or implicit microbial growth inhibiting factors in food.

Keywords: by-product extracts, plant powders, challenge test, Listeria monocytogenes, growth potential

Corresponding author: mati.roasto@emu.ee