

Konverentsi “Terve loom ja tervislik toit 2014” korraldustoimkond:  
Riho Gross, Ülle Jaakma, Piret Kalmus, Marko Kass, Liis Käosaar,  
Katrín Laikoja, Laurits Leima, Kristi Praakle

Toimetuskolleegium: Merike Henno, Hanno Jaakson, Ivi Jõudu,  
Helgi Kaldmäe, Marko Kass, Katrin Laikoja, Ragnar Leming, Mati Roasto,  
Toomas Orro, Tiit Paaver, Kristi Praakle

Kaane kujundus ja küljendus Imre Heero  
Trükk Paar OÜ  
©Eesti Maaülikool

ISBN 978-9949-536-17-7

EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

# TERVE LOOM JA TERVISLIK TOIT

Konverentsi “**Terve loom ja tervislik toit 2014**” kogumik

Tartu 2014

## Saateks

Koos esimeste kevademärkidega on taas saabunud aeg, mil Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi korraldusel leiab aset järjekorras kuues teaduslik konverents „Terve loom ja tervislik toit“.

Julgelt võib kinnitada, et see kahepäevane üritus on leidnud kindla koha instituudi töötajate akadeemilises kalendris, loodetavasti on see nii ka meid alati rõõmustanud rohkearvulise auditooriumi osas.

Instituudi teadustegevus on möödunud aasta jooksul kenasti arenenud ja toiminud. Jätkuvalt rõõmustab see, et meie inimesed juhivad ning täidavad kaht suurt riigi rahastatavat institutsionaalset uurimisprojekti. Neisse on integreeritud nii uurimistemaatilisel kui teadlaste spetsialiteedist tulenevalt ülikooli akadeemilise tegevuse mitme vastutusvaldkonna teaduspotsiaal, mis lubab projektide edukuse suhtes kindlust tunda.

Ühe avalik-õigusliku ülikooli teadustulemuste esimeseks kuuljaks on üliõpilaskond, keda aegunud loengumaterjalidega kaua narrida ei saa – eriti tänases informatsioonist tiines maailmas. Sestap ei tohi me muu hulgas õppekavade arendamist ja kaasajastamist unustada.

Aastateks 2013-2015 sõlmitud Haridus- ja Teadusministeeriumi ning EMÜ vaheline haldusleping sätestab, et meie ülikool vastutab kõrgel tasemel ja ühiskonna vajadustele vastava õppe läbiviimise, kvaliteedi ja arendamise eest põllumajanduse, metsanduse ja kalanduse ning veterinaaria õppekavagruppides.

Loomakasvatuse valdkonnana on peidetud põllumajanduse õppekavagrupi sisse, selle õpetamise korraldus püüab tööturu ootusi/vajadusi võimalikult hästi eriala lõpetajatesse kinnistada. Uudsenähtena on halduslepingus rõhutatud kalandusõppe arendamise tähtsust. Viimase osas olemegi samme astunud, et uuest õppeaastast eriala õpetamist ühiskonnale paremini teadvustada ning et õppekohad täidaks pühendunud sihtgrupp.

Ülikool peab oluliseks ka toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia edenemist, mida toetavaks ülikooliväliseks jõuks on praktiliselt kogu Eesti toiduainetetööstus koos oma toorme tarnijatega. Pärast pikaks veninud arutelusid on käivitunud „Toidumaja“ projekteerimine, mille tulemus peaks aasta lõpuks käes olema. Edasi on vaja mõelda plaanitud ruumide sisustamise rahastamise ja kogu kompleksi edasise jätkusuutliku majandamise peale. Võimalik, et siin ülikool toiduvaldkonna arendamise initsiaatorina siiski ilma häid partnereid - eelkõige Tallinna Tehnikaülikooli ja Tartu Ülikooli – ühistegevusse kutsumata hakkama ei saa.

Halduslepingus eraldi märkimist leidnud suurema rahvusvahelistumise soovitus leiab meie instituudis täitmist eelmise aasta septembris alustanud veterinaarmeditsiini ingliskeelse õppekava kaudu, mille esimene semester on minu arust edukas olnud. See lubab arvata, et huvi just meil inglise keeles loomaarstiks õppida toob uusi tudengeid juurde. Tõsi on, et õppejõududel tuleb rohkem pingutada, aga usun, et lõppkokkuvõttes on see erialale suure positiivse mõjuga samm teel nii rahvusvahelise akrediteerimise kui ka Eesti haridusmaastikul eduka püsimise poole.

Huvitavat ning nauditavat tänast-homset konverentsi ja rõõmsat omavahelist suhtlemist meile kõigile!

Andres Aland  
Direktor  
EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

# Sisukord TERVE LOOM

- 7 Eesti piimanduse konkurentsivõimest  
*Ants-Hannes Viira*
- 9 Eestis kasvatatavate vutibroilerite lihajõudlusest  
*Aleksander Lember, Irje Nutt, Anna-Jaana Vanderflit*
- 19 Q-palavik – haigus, millega tuleb arvestada ka Eestis  
*Kädi Neare, Annely Aleksejev, Marilyn Janson, Lea Tummeleht, Pirje Hütt, Brian Lassen, Arvo Viltrop*
- 29 E-hepatiit – uus zoonoos Eestis  
*Tiiu Saar, Diivi Põdersoo, Arvo Viltrop, Irina Golovljova, Valentina Tefanova*
- 33 Platsilüpsi lüpsisageduse ja automaatse lüpsiseadme mõju piimatoodangule ja kvaliteedinäitajatele erinevatel laktatsioonidel  
*Alo Tänavots, Tanel Kaart, Heli Kiiman*
- 48 Markerselektiooni võimalustest piima kvaliteedi parandamisel  
*Tanel Kaart, Mirjam Vallas, Sirje Värvi, Ivi Jõudu, Haldja Viinalass, Dorel Sabre, Elli Pärna*
- 59 Loomade heaolu hindamine täppispidamisel mõõdetuna toodangu-, sigivus- ja tervisenäitajate põhjal  
*Maria Soonberg, David Arney*
- 61 Mycotoxins in animal production – their risks and implications  
*Walter Nies*
- 65 Viljastatud kalamarja importimisega kaasnevad terviseprobleemid Eesti kalakasvandustes  
*Priit Pääk*
- 67 Kahe erineva sööda mõju marmorvähi (*Procambarus fallax f. virginalis*) kasvule, kooriku värvusele, suguküpsuse saabumisele ning surevusele  
*Katrin Kaldre, Kerli Haugjärvi, Mari Liiva, Riho Gross*
- 68 Eesti vesiviljeluse seisund ja Arenguperspektiivid  
*Tiit Paaver, Heiki Jaanuska*
- 70 Lüpsilehmade metaani produktsiooni prognoosimine ja sõltuvus glükogeensest lisandist  
*Marko Kass, Meelis Ots*
- 72 Piim kui toit, töötlemise mõju toitainete kvaliteedile  
*Tiiu-Maie Laht*

## Sisukord TERVISLIK TOIT

- 74 Analüüsid tomatiga rikastatud lihatoodetest  
*Dea Anton, Riina Soidla, Tõnu Püssa*
- 83 Taimeekstraktide kasutamine toidus ja kosmeetikatoodetes  
*Piret Raudsepp*
- 92 *Listeria monocytogenes* toidupatogeenina, seonduvad riskifaktorid ning Eestis teostatud uuringud  
*Mihkel Mäesaar, Mati Roasto, Toomas Kramarenko*
- 98 Uurimistöö ja tootearenduse suundadest võitehnoloogias  
*Katrin Laikoja*
- 109 Termofiilsed kampülobakterid toidupatogeenina, seonduvad riskifaktorid ning Eestis teostatud uuringud  
*Mati Roasto, Mihkel Mäesaar, Kadrin Meremäe, Toomas Kramarenko, Kaisa Muutra*
- 119 Ülevaade toorpiima ohutuse alastest uuringutest ning toorpiimaga seonduvatest terviseriskidest  
*Mati Roasto, Kadrin Meremäe, Piret Kalmus*
- 130 Jätkusuutlik piimandus – müüt või tegelikkus?  
*Tiina Saron*
- 132 Liha oksüdatsioon – mehhanismid ning mõju toodete kvaliteedile ja keemilisele ohutusele  
*Tõnu Püssa*
- 147 Kitsepiim ja selle väärindamise võimalused  
*Vilma Tatar*
- 153 Sinu farm, sinu tulevik! Kelaadid: selgus segaduses  
*Andris Pliksa, Richard Murphy*
- 156 Automaatsöötmise süsteem - Lely Vector  
*Toomas Rüütel*

# EESTI PIIMANDUSE KONKURENTSIVÕIMEST

Ants-Hannes Viira  
Eesti Maaülikool, majandus- ja sotsiaalinstituut

Ajastul, kus inimeste sissetulekute ja majanduse kasv on tagasihoidlik, on loomulik, et pööratakse enam tähelepanu kasvuvõimaluste otsimisele. Kui võrrelda tänast Eesti põllumajandusmaa pindala, põllumajandusloomade arvu ning põllumajandustoodangu näitajaid 1930-ndate ning 1980-ndate lõpuaastate näitajatega, on ilmne, et Eesti põllumajanduses, sh piimanduses on kasvupotentsiaal olemas. Kasvupotentsiaali realiseerimisel on üheks võtmeküsimuseks konkurentsivõime.

Piimanduse all ei peeta alljärgnevalt silmas vaid kitsalt piima tootmist, vaid piimandust käsitletakse tarneahelana, mille erinevad lülid (sisendite hankijad, piimatootjad, piima kokkuostjad ja vahendajad, piimatöötlemisettevõtted, toidukaubandus ning tarbijad) on omavahel seotud. Tarneahela toimimisloogika põhjal eeldatakse, et liikudes suunal sisendite hankijad – tarbijad lisandub tootele igas ahela lülis väärtust.

Kui konkurentsivõime seisneb lihtsustatult kellestki parem, kiirem, osavam ja edukam olemises, siis majanduslikust aspektist lähtuvalt ei ole üht ja parimat konkurentsivõime määratlust ja mõõdupuud. Seetõttu vaadeldakse konkurentsivõimet analüüsides tihti tervet hulka erinevaid indikaatoreid. Näiteks Jansik ja Irz (2012) on Soome toidusektori konkurentsivõimet käsitledes jaganud konkurentsivõimet iseloomustavad näitajad viide rühma: tootlikkus; ekspordisuutlikkus; ettevõtete majanduslik edukus, omandi- ja turgude struktuur; kasvuvõime ning; innovatsioon.

Kuna Eesti piimasektor on rahvusvahelisele turule eksportiv sektor, siis tuleb piimanduse konkurentsivõimet käsitledes arvesse võtta ka laiemat majanduspoliitilist konteksti. 2014. aasta kevadel oleme tunnistanud Euroopa Liidu uuenenud ühise põllumajanduspoliitika rakendumist, mis piimasektorile toob kaasa 30 aastat kehtinud tarnekvootide režiimi kadumise 2015. aastal. Eeldatavasti toob piima tootmispiirangu kadumine Euroopa Liidus kaasa tootmise kasvu, piima hinna mõningase languse ning piimatootmise piirkondliku ümberpaiknemise.

Muutusi on oodata ka otsetoetuste süsteemis. Võttes arvesse, et Eestis toodavad suurema osa piimast suhteliselt suured farmid, mille maakasutusest omakorda moodustavad enam kui poole renditud maad, võib oluliseks muutuseks osutada mõningane otsetoetuste ümberjagamine suunaga suurematelt põllumajandustootjatelt väiksematele. Toetuste mõju analüüsimisel tuleb aga lisaks toetuste summa ümberjagunemisele üha enam arvestada toetuste põllumajandusmaa turul hindu moonutava mõjuga.

Üha olulisemaks on muutumas ka erinevad tolliliidud. Kuuludes ise Euroopa Liidu nimelisse tolliliitu on mitmete riikide, sh Balti riikide piimatööstustel tekkinud probleeme piimatoodete ekspordiga Venemaa, Valgevene ja Kasahstani tolliliitu. Käimas on ka läbirääkimised Euroopa Liidu ja USA võimaliku kaubandus- ja investeerimislepingu üle.

Seega võib eeldada, et lähiaastatel teravneb piimanduses rahvusvaheline konkurents. Selleks, et üleilmastunud ning üha enam kontsentreerunud konkurentsisis edukas olla, tuleb Eesti piimanduse tarneahelas tegutsejatel ära kasutada oma tugevamaid ning järgi aidata nõrgemaid külgi.

## **Kasutatud kirjandus**

Jansik, C., Irz, X. 2012. Measuring competitiveness in the food supply chain. Maataloustieteen Päivät 2012, 10.-11.1.2012 Viikki, Helsinki. Toim. Nina Schulman ja Heini Kauppinen. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 28: 6.

# EESTIS KASVATATAVATE VUTIBROILERITE LIHAJÕUDLUSEST

Aleksander Lember\*, Irje Nutt, Anna-Jaana Vanderflit  
Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut  
\* aleksander.lember@emu.ee

## Sissejuhatus

Kaasaegse vutikasvatuse emamaaks on Jaapan, kust ta levis teistesse idamaadesse ja hiljem, 1930–1950-ndatel ka Euroopasse ja Ameerikasse. Tänapäeval peetakse farmilinnuna aasia e jaapani põldvutti (*Coturnix coturnix japonica*), kes arvatavasti kodustati algselt 11. saj Hiinas, sealt edasi jõudis ta Jaapanisse, kus kirjalikud andmed kodustatud vuttidest dateeritakse 12. sajandisse (Hoffmann, 2000). Teist põldvuti alamliiki – euroopa põldvutti (*Coturnix coturnix coturnix*) pidasid teadaolevalt vanad egiptlased.

Eestisse toodi esimesed vutid 1967. aastal ja EPA eriloomakasvatuse kateedris hakati uurima põldvuttide bioloogilisi karakteristikuid, munemisbioloogiat jne, kuid paraku polnud tol ajal põllumajandusministeerium asjast huvitatud ja asi jäi soiku.

Uus katse Eestisse vutte tutvustada tehti kümme aastat hiljem, kui Kaarepere metsakatsejaamas rekonstrueeriti vuttide pidamiseks vana pardifarm. Venemaalt ja hiljem ka Poolast sissetoodud vutipopulatsioonide baasil toimus aastatel 1977–1987 aretustöö eesti vutitõu loomiseks, mis kulmineerus 1988. a tõu tunnustamisega.

Eesti vutt on muna-lihatõug, kes lisaks heale munevusele peaks olema ka piisavalt hea lihajõudlusega.

Eestis kasvatatavate vutipopulatsioonide lihajõudluse kontroll teostati 2012. aastal. Eesmärgiks oli uurida eesti vuti liha- ja munatüübiliste perekondade ja prantsuse päritoluga lihavuttide lihajõudlusnäitajaid.

## Materjal ja meetodika

Lihajõudluse võrdlev kontroll viidi läbi Järveotsa vutifarmis. Hindamisele võeti neli katserühma – eesti vuti munatüübiline perekond (perekond nr 4) ja lihatüübiline perekond (perekond nr 8), vaaraovutid ning valged prantsuse lihavutid.



Iga katserühma haudemune – 350 muna – inkubeeriti eraldi ning vastkoorunud tibud paigutati katserühmiti eraldi boksi.

Tibusid peeti võrdsetes söötmis- ja pidamistingimustes sügavallapanul. Noorlinde söödeti koorumisest kuni 6 nädala vanuseni segajõusöödaga, mis sisaldas 1,18 MJ/100 g metaboliseeruvat energiat ja 26,0% toorproteiini.

Vahetult enne tapmist märgistati emas- ja isaslinnud individuaalsete tiivanumbritega. Katsevutid tapeti 42-päevaselt, selleks valiti igast katserühmast (kokku neli) 30 vutti (15 ♂ ja 15 ♀), kokku 120 lindu.

Päev enne katsetapmist linde ei söödetud ega joodetud. Tapmine toimus farmi tapamajas. Igast katserühmast valiti viis keskmise suurusega emas- ja viis isasvutti. Katselinnud kaaluti, igal tapetud linnul määrati lihakeha mass (g) ning rinna- ja jalalihaste mass (g). Tapasaagis (%) arvutati saadud andmete põhjal. Katsetulemusi võrreldi t-testi abil. Tunnustevahelised erinevused loeti olulisteks, kui  $p < 0,05$ .

## Tulemused ja arutelu

### Katselindude söötmine ja toitefaktorite tarve

Vutid on kiire kasvu, intensiivse ainevahetuse ja kõrge munatoodangu tõttu väga nõudlikud sööda koostise ja kvaliteedi osas (Tikk, 2003). Soovitused vuttide ratsioonide metaboliseeruva energia sisalduse osas varieeruvad piirides 1,1–1,3 MJ/100 g (Tikk, 2003). 2012. aasta ratsioonis (tabel 1) oli metaboliseeruva energia sisaldus 1,18 MJ/100 g, mis on madalam kui Eestis kehtivates noorvuttide söötmisnormides – 1,26 MJ/100 g (Tikk, Piirsalu, 1997). Ilmselt oleks otstarbekas kasutada sööda energiasisalduse suurendamiseks veidi rohkem rapsiõli (3%). Vutid vajavad söödas kõrgemat proteiinisaldust kui teised põllumajanduslinnud (Howes, 1964). Noorvuttide proteiinivajaduse kohta on samuti eriarvamused – nii on pakutud parimaks vutitibude sööda toorproteiinisalduseks 27–28% (Panda, Shrivastav, 1980) ja 24–26% (Nutrient..., 1994). Samuti on andmeid, et ainult 22%-se toorproteiinisalduse puhul söödas täheldati tibudel ja noorvuttidel suguelundite alaarengut (Chaves, Lopez, 1980). Peale proteiinisalduse on söödaratsiooni koostamisel oluline jälgida ka aminohappelist koostist. On kindlaks tehtud, et kuni kolme nädala vanused vutitibud vajavad optimaalseks kasvuks ratsiooni 1,37% lüsiini- ja 0,74% metioniinisaldust (Svacha *et al.*, 1970). Ratsiooni

proteiinisaldus oli 26% ja sööda metioniini sisaldus 0,5% vastavalt Eestis kehtivatele normidele (tabel 1). Eestis kehtestatud vuttide söötmisnormides nähakse ette noorvuttidele 0,80–0,70% üldfosforit ehk 0,45–0,40 omastatavat fosforit (Tikk, Piirsalu, 1997).

**Tabel 1.** Katsevuttide söödaratsioon

Söödad	Sööta, g	ME, kcal	TP, g	TR, g	TK, g	Ca, g	P, g	Lüsiin, g	Metioniin, g
Nisu	36,30	105,63	4,17	0,40	1,27	0,01	0,17	0,14	0,06
Oder	10,00	26,70	1,16	0,28	0,55	0,01	0,03	0,04	0,02
Sojasrott	41,00	121,77	17,63	0,21	2,54	0,23	0,29	1,11	0,25
Premix*	10,00	26,75	3,00	0,40	0,29	0,32	0,39	0,20	0,17
Lubjakivi	1,70	–	–	–	–	0,58	–	–	–
Rapsiõli	1,00	9,0	–	–	–	–	–	–	–
Kokku	100	290,75	25,96	1,28	4,65	1,14	0,88	1,50	0,50
Norm		300,00	27,50	–	3,00	1,10	0,80	1,39	0,50
Vahe		–9,25	–1,54	–	1,65	0,04	0,08	0,11	0,00

\* koostis: denkalac, söödapärm, monokaltsiumfosfaat, sojasrott, sirelin, rapsikook, söödalisandite eelsegu, keedusool, M. toks. +, metioniin, söödaõli, koliinkloriid, vitamiin E, ensüümid

## Eesti vutipopulatsioonide lihajõudlus

### Eesti vutt

Eesti vutipopulatsioonis on kaks eritüübilist perekonda: muna- ja lihatüübiline. Munatüübilise perekonna lihajõudluse andmed on esitatud tabelis 2. Kuigi tulemused ei ole statistiliselt oluliselt erinevad, on ikkagi näha, et isasvuttide tapasaagis oli suurem kui emaslindudel (2,06% võrra). Emasvuttide elusmass ja lihakeha mass oli isaslindude omast suurem.

Statistiliselt oluline erinevus ilmnis lihatüübiliste emas- ja isasvuttide elusmassi võrdlemisel. Emaslinnud olid isastest 30,8 grammi raskemad ( $p=0,0416$ ). Lihatüübiliste vuttide lihajõudlusandmed on esitatud tabelis 3. Vaatamata sellele, et emasvuttide lihakehad kaalusid 12,4 grammi rohkem kui isaslindudel, oli isasvuttide tapasaagis 3,7% suurem. Emaste rinna- ja jala- lihased olid vastavalt 3,6 ja 2,8 grammi raskemad kui isastel, kuigi rinna- ja jalalihaste protsent lihakehast oli mõlemil peaaegu ühesugune. Rinnalihaste osakaal lihakehas oli nii emas- kui ka isasvuttidel ligikaudu 11% suurem kui jalalihaste osakaal.

**Tabel 2.** Eesti munatüübiliste noorvuttide (perefond 4) lihajõudlusnäitajad

Nr	Elusmass, g	Liha- keha, g	Tapa- saagis, %	Rinnalihased			Jalalihased		
				½	1	%	½	1	%
<b>Isasvutid</b>									
412	176	115	65,34	16,9	33,8	29,39	11,2	22,4	19,48
413	178	118	66,29	19,3	38,6	32,71	12,8	25,6	21,69
416	184	114	61,96	17,7	35,4	31,05	10,7	21,4	18,77
418	206	133	64,56	21,0	42,0	31,58	13,3	26,6	20,00
420	192	120	62,50	18,7	37,4	31,17	13,6	27,2	22,67
$\bar{x}$	187,2	120,0	64,13	18,72	37,44	31,18	12,32	24,64	20,52
<b>Emasvutid</b>									
402	182	118	64,84	19,0	38,0	32,20	12,4	24,8	21,02
403	220	141	64,09	22,5	45,0	31,91	14,4	28,8	20,43
404	212	128	60,38	19,5	39,0	30,47	13,2	26,4	20,63
405	198	122	61,62	20,5	41,0	33,61	13,6	27,2	22,30
408	212	126	59,43	22,6	45,2	35,87	12,2	24,4	19,37
$\bar{x}$	204,8	127,0	62,07	20,82	41,64	32,81	13,16	26,32	20,75

**Tabel 3.** Eesti lihatüübiliste noorvuttide (perefond 8) lihajõudlusnäitajad

Nr	Elusmass, g	Liha- keha, g	Tapa- saagis, %	Rinnalihased			Jalalihased		
				½	1	%	½	1	%
<b>Isasvutid</b>									
511	170	114	67,06	18,7	37,4	32,81	11,9	23,8	20,88
513	208	131	62,98	20,6	41,2	31,45	14,3	28,6	21,83
515	172	109	63,37	15,2	30,4	27,89	11,7	23,4	21,47
518	180	121	67,22	19,5	39,0	32,23	11,8	23,6	19,50
519	178	116	65,17	19,4	38,8	33,45	10,5	21,0	18,10
$\bar{x}$	181,6	118,2	65,16	18,68	37,36	31,57	12,04	24,08	20,36
<b>Emasvutid</b>									
501	220	130	59,09	20,5	41,0	31,54	12,7	25,4	19,54
503	218	123	56,42	18,8	37,6	30,57	11,8	23,6	19,19
504	180	112	62,22	17,6	35,2	31,43	10,3	20,6	18,39
505	200	128	64,00	20,6	41,2	32,19	14,4	28,8	22,50
509	244	160	65,57	25,0	50,0	31,25	18,0	36,0	22,50
$\bar{x}$	212,4	130,6	61,46	20,50	41,0	31,39	13,44	26,88	20,42

## Prantsuse valge lihavutt

Valgete lihavuttide lihajõudlusnäitajad on toodud tabelis 4. Emasvuttide keskmised jõudlusnäitajad, v.a tapasaagis, olid isasvuttide omadest suuremad – elusmass 41,2, lihakeha 16,0, rinna- ja jalalihased vastavalt 8,4 ja 4,2 grammi võrra; rinna- ja jalalihaste osa lihakehas 1,65 ja 0,60% võrra. Tapasaagis on aga ainus näitaja, mis on statistiliselt oluliselt erinev ( $p=0,0213$ ) – isasvuttidel 3,38% suurem kui emaslindudel. Emas- ja isaslindude tapasaagise erinevus selles vanuses tuleneb emasvuttide juba peaaegu lõpliku suuruse saanud munasarjast ja munajuhast (Eesti..., 2011).

**Tabel 4.** Valgete lihavuttide lihajõudlusnäitajad

Nr	Elus- mass, g	Liha- keha, g	Tapa- saagis, %	Rinnalihased		Jalalihased			
				1/2	1	%	1/2	1	%
<b>Isasvutid</b>									
622	264	175	66,29	30,3	60,6	34,63	17,4	34,8	19,89
623	252	165	65,48	25,5	51,0	30,91	16,4	32,8	19,88
624	242	158	65,29	25,4	50,8	32,15	15,4	30,8	19,49
625	264	167	63,26	27,0	54,0	32,34	17,1	34,2	20,48
628	284	184	64,79	28,2	56,4	30,65	19,6	39,2	21,30
$\bar{x}$	261,2	169,8	65,02	27,28	54,56	32,14	17,18	34,36	20,21
<b>Emasvutid</b>									
421	282	178	63,12	28,8	57,6	32,36	18,0	36,0	20,22
422	254	157	61,81	24,9	49,8	31,72	17,2	34,4	21,91
423	372	215	57,80	37,5	75,0	34,88	22,0	44,0	20,47
426	286	183	63,99	33,0	66,0	36,07	21,0	42,0	22,95
429	318	196	61,64	33,2	66,4	33,88	18,1	36,2	18,47
$\bar{x}$	302,4	185,8	61,67	31,48	62,96	33,78	19,26	38,52	20,80

## Vaaraovutt

Vaaraovuttide lihajõudlusnäitajad on toodud tabelis 5. Sellest nähtub, et emaslindude elusmass, lihakeha, rinna- ja jalalihased olid raskemad kui isasvuttidel, vastavalt 25,6, 16,4, 8 ja 1,6 grammi võrra. Tapasaagis oli mõlemal sugupoolel peaaegu võrdne (~66%). Jalalihaste osakaal lihakehas oli suurem isaslindudel 1,26% võrra.

**Tabel 5.** Vaarao noorvuttide lihajõudlusnäitajad

Nr	Elus- mass, g	Liha- keha, g	Tapa- saagis, %	Rinnalihased			Jalalihased		
				1/2	1	%	1/2	1	%
<b>Isasvutid</b>									
612	216	144	66,67	22,6	45,2	31,39	14,8	29,6	20,56
613	222	148	66,67	22,9	45,8	30,95	16,3	32,6	22,03
614	240	160	66,67	26,3	52,6	32,88	17,6	35,2	22,00
615	224	152	67,86	26,2	52,4	34,47	18,3	36,6	24,08
618	230	147	63,91	19,7	39,4	26,80	15,2	30,4	20,68
$\bar{x}$	226,4	150,2	66,35	23,54	47,08	31,30	16,44	32,88	21,87
<b>Emasvutid</b>									
601	228	159	69,74	25,2	50,4	31,70	16,4	32,8	20,63
602	268	162	60,45	27,7	55,4	34,20	15,7	31,4	19,38
604	228	152	66,67	25,5	51,0	33,55	15,8	31,6	20,79
607	222	153	68,92	25,4	50,8	33,20	15,0	30,0	19,61
608	314	207	65,92	33,9	67,8	32,75	23,4	46,8	22,61
$\bar{x}$	252	166,6	66,34	27,54	55,08	33,08	17,26	34,52	20,60

## Erinevate vutipopulatsioonide võrdlus

### Kehamass

Eestis olevast vutipopulatsioonist olid kõige raskemad prantsuse valged lihavutid, kaaludes kahe sugupoole keskmisena 76,8 grammi rohkem kui eesti vutid ja 34,8 grammi rohkem kui lihatüübilised vaaravutid. E. Hoffmann peab 42-päevaste prantsuse lihavuttide optimaalseks kehamassiks 260–280 grammi ja vaaravuttidel 240–260 grammi (Hoffmann, 2000). Prantsusmaa firmade standardi järgi pidid 42-päevaste vaarao- ja valgete lihavuttide kehamassid jääma aga 300–340 grammi piiridesse (Tikk jt, 2009). 1997. aasta andmetel oli vaaravuttide keskmine kehamass 228,2 grammi (Hämmal, Tikk, 1997). 2012. aasta katses olid valgete vuttide kehamass 261–302 grammi ja vaaravuttide kehamass 226–252 grammi. Muna- ja lihatüübilise eesti vuti lihajõudlusnäitajad oluliselt ei erinenud ( $p > 0,05$ ), mistõttu nende tulemused ühendati eesti vuti nimetuse alla. Nende elusmass oli 42 grammi võrra väiksem kui vaaravuttidel.

Võrreldes kogu Eesti populatsiooni emas- ja isasvuttide elusmassi, olid emasvutid statistiliselt oluliselt raskemad ( $p = 0,0419$ ).

## Lihakeha

Prantsuse valgete lihavuttide lihakehad olid kõige raskemad. Tabelis 6 on võrreldud erinevate populatsioonide lihakehade masse.

Prantsuse valgete lihavuttide lihakehad olid 50,7 ja 57,0 grammi raskemad kui eesti isas- ja emasvuttidel. Vaaraovuttide lihakehade mass oli isasvuttidel 19,6 ja emaslindudel 19,2 grammi kergem kui valgetel lihavuttidel. Eesti vuttide lihakeha mass oli 31,1 grammi võrra kergem kui vaaraovuttidel.

Võrreldes kogu Eesti populatsiooni emas- ja isasvuttide lihakeha kaalu statistiliselt olulist erinevust ei täheldatud ( $p>0,05$ ).

**Tabel 6.** Prantsuse valgete lihavuttide lihakeha massi võrdlus vaarao- ja eesti vutiga

Tõug/teisend	Lihakeha mass, g	Vahe, g	Olulisuse tõenäosus, p
Prantsuse valge lihavutt ♂	169,8	×	×
Vaaraovutt ♂	150,2	-19,6	0,0058
Eesti vutt ♂	119,1	-50,7	<0,001
Prantsuse valge lihavutt ♀	185,8	×	×
Vaaraovutt ♀	166,6	-19,2	0,2098
Eesti vutt ♀	128,8	-57,0	<0,001

## Tapasaagis

Tabelis 7 on näidatud eesti-, prantsuse valgete ja vaaraovuttide tapasaagis. Vaatamata sellele, et valged lihavutid olid suurima elusmassi ja lihakeha massiga, oli kõrgeim tapasaagis vaarao vuttidel (emaslindudel 66,34% ja isaslindudel 66,35%). Statistiliselt oluliselt erinevaks osutus vaarao emasvuttide tapasaagis võrreldes eesti emasvuttide ( $p=0,0207$ ) ja valgete lihavuttide emastega ( $p=0,0432$ ), ületades neid vastavalt 4,57 ja 4,67% võrra. Võrreldes kogu Eesti populatsiooni emas- ja isasvuttide tapasaagiseid, oli isasvutibroilerite tapasaagis statistiliselt oluliselt suurem ( $p=0,0126$ ). See asjaolu näitab, et noorvutte võiks realiseerida veidi nooremalt – 39–40-päevastena, mitte pidada neid 6 nädala vanuseni. Sel ajal ei ole munasari ja munajuha veel muna moodustamiseks nii välja arenenud (Tikk jt, 2009).

**Tabel 7.** Vaaraovuttide tapasaagise võrdlus prantsuse valgete- ja eesti vuttidega

Tõug/teisend	Tapasaagis, %	Vahe, %	Olulisuse tõenäosus, p
Prantsuse valge lihavutt ♂	65,02	1,33	0,1438
Vaaraovutt ♂	66,35	×	×
Eesti vutt ♂	64,65	1,70	0,1013
Prantsuse valge lihavutt ♀	61,67	4,67	0,0432
Vaaraovutt ♀	66,34	×	×
Eesti vutt ♀	61,77	4,57	0,0207

### Rinna- ja jalalihaste mass

Kõikide vutipopulatsioonide emaslindude rinna- ja jalalihased olid raskemad kui isasvuttidel, kuigi statistiliselt mitte oluliselt ( $p > 0,05$ ). Prantsuse valgetel lihavuttidel olid Eestis kasvatatavatest vutipopulatsioonidest kõige raskemad rinna- ja jalalihased. Prantsuse lihavuttide rinna- ja jalalihaste massi võrdlus vaarao- ja eesti vuttidega on esitatud tabelis 8. Vaarao- ja valgetel lihavuttidel oli statistiliselt ustav vahe vaid isaslindude rinnalihaste massi poolest ( $p = 0,0414$ ), valgetel isasvuttidel kaalusid rinnalihased 7,48 grammi rohkem. Oluline erinevus ilmnes eesti vuttide ja lihavuttide rinna- ja jalalihaste võrdlemisel. Eesti emasvuttide rinna- ja jalalihased kaalusid 21,64 ja 11,92 grammi vähem kui valgete lihavuttide emaslindudel ja 13,76 ja 7,92 grammi vähem kui vaaraovuttide emastel. Eesti isasvuttidel olid rinna- ja jalalihased prantsuse lihavuttidest 7,16 ja 10,0 ning vaaraovuttidest 9,68 ja 8,52 grammi võrra kergemad.

**Tabel 8.** Prantsuse lihavuttide rinna- ja jalalihaste massi võrdlus vaarao- ja eesti vutiga

Tõug/teisend	Rinna- lihas, g	Vahe, g	Olulisuse tõenäosus, p	Jala- lihased g	Vahe, g	Olulisuse tõenäosus, p
Prantsuse valge lihavutt ♂	54,56	×	×	34,36	×	×
Vaaraovutt ♂	47,08	7,48	0,0414	32,88	1,48	0,4665
Eesti vutt ♂	37,40	17,16	<0,001	24,36	10,0	<0,001
Prantsuse valge lihavutt ♀	62,96	×	×	38,52	×	×
Vaaraovutt ♀	55,08	7,88	0,1838	34,52	4,0	0,3023
Eesti vutt ♀	41,32	21,64	<0,001	26,6	11,92	<0,001

## Kokkuvõte ja järeldused

Käesolevas töös käsitletakse eesti muna-lihavuttide, vaaraovuttide ja prantsuse valgete lihavuttide lihajõudlusnäitajaid.

Läbiviidud uurimistulemustest selgus:

1. Eesti koguvutipopulatsioonis olid emasvutid statistiliselt oluliselt raskemad kui isasvutid ( $p=0,0419$ ).

2. Erinevaid vutipopulatsioone eraldi analüüsides ilmnes, et emaslindude elusmassid erinesid isaslindude omadest statistiliselt oluliselt ( $p=0,0416$ ) ainult eesti vuti lihatüübilisel perekonnal.

3. Kõige raskemad olid prantsuse valged lihavutid, eesti vutid olid ka vaaraovuttidest kergemad.

4. Vaaraovutid olid Eesti vutipopulatsioonidest suurima tapasaagisega, mis oli erinevalt teistest vutipopulatsioonidest mõlemal sugupoolel peaaegu võrdne.

5. Valgetel isaslihavuttidel oli tapasaagis võrreldes emaslindudega statistiliselt olulisemalt suurem ( $p=0,0213$ ).

6. Prantsuse valgetel lihavuttidel olid Eestis kasvatatavatest vutipopulatsioonidest kõige raskemad rinna- ja jalalihased.

7. Eesti vuttide rinna- ja jalalihased olid lihavuttidega võrreldes kõige kergemad.

8. Isastel vaaraovuttidel oli kõige suurem jalalihaste osakaal lihakehas, mis aga statistiliselt oluliselt erines vaid valgete isasvuttide jalalihaste massist ( $p=0,0474$ ).

9. Eesti vutid sobivad keskmise raskusega vutibroilerite tootmiseks.



## Kasutatud kirjandus

Chavez, M. A., Lopez, P. L. 1980. Protein requirements of quails (*Coturnix coturnix japonica*) at varying levels of dietary energy. Philippine Journal of Veterinary and Animal Science, Vol. 6, No. 4: 477–483.

Eesti vuttide jõudluskontroll ja nende geneetilise jõudlusvõime säilitamine aastatel 2008–2012. Eesti Linnukasvatuse selts. Vahearuanne, 2011, Tartu.

Hoffmann, E. 2000. Coturnix Quail. Second Edition. Taipei, 126 pp.

Howes, J. R. 1964. Japanese quail as found in Japan. Quail Quarterly, 1: 19–30.

Hämmal, J., Tikk, V. 1997. Prantsuse vutid Eestis. Tõuinfo, juuli, 1997, 4.

Nutrient requirements of poultry. 1994. Subcommittee on Poultry Nutrition, National Research Council. IX Revised Edition, p. 45.

Panda, B., Shrivastav, A. 1980. Protein requirement of starter Japanese quail. – Zootechnica international, No. 11, p. 44.

Siregar, A. D., Farrell, D. J. 1980. A comparison of the energy and nitrogen metabolism of fed ducklings and chickens. – British Poultry Science, Vol. 21, p. 213.

Svacha, A., Weber, C. W., Reid, B. L. 1970. Lysine, methionine and glycine requirements of Japanese quail to five weeks of age. – Poultry Science, Vol. 49, p. 54–59.

Tikk, H., Lember, A., Kaldmäe, H., Kuusik, S., Tikk, V., Hämmal, J., Piirsalu, M., Reimand, O. 2009. Erinevate vutipopulatsioonide ristamise tulemusi. – Agraarteadus, nr 1, Tartu, lk 41–47.

Tikk, H., Piirsalu, M. 1997. Põllumajanduslindudele soovitatavad söötmisnormid Eestis. – Tartu, 90 lk.

Tikk, V. 2003. Vutikasvatus. – Tartu, lk 7–20.

# Q-PALAVIK – HAIGUS, MILLEGA TULEB ARVESTADA KA EESTIS

Kädi Naere<sup>1\*</sup>, Annely Aleksejev<sup>1</sup>, Marilyn Janson<sup>1</sup>, Lea Tummeleht<sup>1</sup>, Pirje Hütt<sup>2</sup>, Brian Lassen<sup>1</sup>, Arvo Viltrop<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

<sup>2</sup>Tartu Ülikool, mikrobioloogia instituut

\* kadi.naere@emu.ee

## Sissejuhatus

Q-palavik on rakusisese bakteri *Coxiella burnetii* (*C. burnetii*) poolt põhjustatav zoonoos, mis on levinud üle maailma (Maurin ja Raoult, 1999). Selle leviku kohta Eestis on varasemast väga vähe andmeid. Nakkus on tuvastatud veistel seroloogilisel uurimisel (VTL, 2001), kuid seni puudusid andmed nakkuse levimusest ja selle esinemisest teistel põllumajanduslooma liikidel (lambad, kitsed) ning inimesel. Mäletsejalisi loetakse üheks olulisemaks nakkusallikaks inimesele. Q-palavik levib inimesele peamiselt aeroogeenselt aerosoolide vahendusel või otsese kontakti korral tekitajat eritava looma eritistega. Q-palaviku tekitaja eritub lakteerivatel loomadel ka piimaga, mistõttu võib nakatumine toimuda pastöriseerimata lehma- või kitsepiima tarbimisel (Spickler, 2007).

Loomadel on Q-palavikku diagnoositud peaaegu kõikjal maailmas, välja arvatud Uus-Meremaal (Spickler, 2007). Mäletsejalistel põhjustab haigus eelkõige abordilaineid, nõrkade ja elujõuetute järglaste sündi (Maurin ja Raoult, 1999; Eibach jt, 2012), samuti platsentiiti, endometriiti ja sigimatust. Nakkuse mõju mastiidi avaldumusele on ebaselge. Kuigi *C. burnetii* nakkus kodumäletsejaliste hulgas on levinud, esineb haigestumist harva. Sellest võib järeldada, et Q-palaviku mõju loomade tervisele Euroopas on piiratud. Nakkuse kulg (sealhulgas kestus ja tekitaja eritumine, kliiniline avaldumine) varieerub loomaliigiti, mis võib mõjutada antikehalevimust ja nakkuse püsivust karjas. Kliiniliselt haiged ja nakkuskandjad loomad levitavad patogeeni enim poegimisel platsenta ning lootevedelikega, aga ka rooja, uriini, piima ja tupenõredega, mis kuivamise järgselt võivad lenduda tolmuosakestena. Hulk loomaliike, sealhulgas kassid, koerad, võimalik, et ka rebased ja rotid, võivad omada rolli nakkuse levitamises. On tõenäoline, et haigustekitajaga saastunud väljaheidetel on olulised haiguse püsimiseks kodumäletsejaliste hulgas (EFSA, 2010).

Inimestel on Q-palavikku diagnoositud peaaegu kõikjal maailmas (Spickler, 2007; Maurin ja Raoult, 1999). Sageli on inimese haigestumise juhtumid seotud puhangutega loomadel (EFSA, 2010).

Haiguse kulg on inimeste puhul äge või krooniline. Enamus juhtudel kulgeb nakkus inimesel sümptomiteta (60% nakatunuist) või põhjustades kergekujulist gripilaadset haigust, mis möödub ravita (Maurin ja Raoult, 1999; Bacci jt, 2012). Kõige sagedasemad kliinilised tunnused on jõuetus, lihasvalu, palavik ( $>38^{\circ}\text{C}$ ), hingamisteede põletiku tunnused ning peavalu (Bacci jt, 2012). Üksikjuhtudel võib tekkida atüüpiline kopsupõletik või hepatiit. Rasedatel võib tekkida abort või enneaegne sünnitus (Maurin ja Raoult, 1999; Roest jt, 2011). 1-5% haigestunutest võib välja areneda krooniline nakkus, mille tulemusena võib tekkida endokardiit, mis võib lõppeda surmaga (Roest jt, 2011). Inimestel on tuvastatud *C. burnetii* spontaanne eritumine rooja ning rinnapiimaga (Mediannikov jt, 2010).

Inimeste puhul on nakatumise riskiteguriteks eelkõige otsene või kaudne kokkupuude mäletsejalistega, nende platsenta ja lootevedelikega (Maurin ja Raoult, 1999; Bacci jt, 2009; Roest jt, 2011), saastunud keskkonna või loomsete saadustega, näiteks toorpiima või villaga (Maurin ja Raoult, 1999; EFSA, 2010), samuti reisimine piirkondades, kus esineb haiguspuhanguid loomadel (Jensenius jt, 2009). *C. burnetii*'t sisaldavad inimese väljaheited võivad olla nakkuse allikaks teistele inimestel. Inimeselt inimesele levimise juhud on aga haruldased. Eelnevast tulenevalt on ohustatud elanikkonnarühmadeks eelkõige mäletsejalistega kokkupuutuvad inimesed: loomakasvatajad, farmitöölised, tapamajade personal ja veterinaarid. Ohustatud on ka nõrgema immuunsusega inimgrupid: lapsed, vanurid ning kroonilisi ja/või immuunsust pärssivate haiguste põdejad (EFSA, 2010).

Käesoleva uuringu eesmärgiks on selgitada *C. burnetii* nakkuse levimus Eesti kodumäletsejalistel ning inimesel, nakkuse leviku riskitegureid loomadel ja inimesel ning selgitada, millised *C. burnetii* tüved on Eestis enam levinud ja hinnata nende virulentsust ja tüvede jaotumist erinevatel loomaliikidel. Käesolev artikkel kirjeldab antud uuringu esmaseid tulemusi kodumäletsejalistel ning inimesel.

## Materjal ja metoodika

Uuringuks kasutati Veterinaar- ja Toiduameti (VTA) poolt riikliku järelevalve raames kogutud kodumäletsejaliste vere- ja piimaproove. Lisaks koguti väikemäletsejaliste proove omalt poolt 40 lambakarjast ja kahest kitsekarjast.

Uuringusse valiti 355 piimaveisekarja ning 155 lihaveise- ja segakarja. Karjade valim jaotati maakonniti proportsionaalselt veisekarjade arvule vastavas karja-kategoorias maakonnas.

Piimaveisekarjaks loeti kari, kus kõik või enamus loomi olid piimaveise tõugu (kuni neli lihatõugu ammlehma karjas). Lihaveisekarjaks loeti kari, kus kõik või enamus loomi oli lihatõugu (kuni neli piimalehma karjas). Ülejäänud karjad loeti segakarjadeks.

Lammaste ja kitsede puhul uuriti kõiki karju, kust proovid olid kogutud (kokku 102 lambakarja ja 21 kitsekarja)

Piimaveisekarjade puhul uuriti *C. burnetii* antikehadele piimakoondproove, igast karjast üks maksimaalselt 50 looma hõlmav koondproov. Lihaveise- ja segakarjade puhul uuriti seerumiproove. Iga karja kohta uuriti maksimaalselt 30 juhuslikult valitud proovi. Seerumiproove uuriti koondproovidenä, igas koondproovis maksimaalselt viie looma seerumiproov. Lammaste ja kitsede puhul uuriti proove sama skeemi kohaselt, kui lihaveiste puhul.

Eesti elanikkonna kogupopulatsiooni esindava populatsioonina käsitleti Eesti Geenivaramule proove annetanud isikuid. Nende hulgast võeti juhuvalim ( $n=500$ ), mis jaotati maakonniti proportsionaalselt elanike arvuga maakonnas ning sooti vastavalt elanikkonna soolisele jaotumisele maakonnas. Elanikkonna demograafilised andmed 2011 aasta kohta saadi Eesti Statistika Ametist.

Q palaviku potentsiaalsetest riskirühmadest uuriti loomaarste ja loomaarstiabilisi (ühise rühmana), piimaveisepidajaid ning kütte. Nende vereproovid koguti mugavusvalimina (vabatahtlikud), vastavate huvirühmade kogunemistel järgmiselt:

- loomaarstid ja loomaarstiabilised ( $n=158$ ): konverentsil Veterinaaria 2012;
- piimaveisepidajad ( $n=194$ ): Jõudluskontrolli Keskuse infopäevade raames kevadel 2013;
- kütid ( $n=144$ ): 33. jahimeeste kokkutuleku raames suvel 2013.

Kõiki kodumäletsejaliste koondproove uuriti ensüüm-immuunsorb-tiooni (ELISA) meetodil antikehade esinemise suhtes. Proovide uurimiseks kasutati LSIVet™ testi Ruminant Q Fever – Serum/Milk ELISA vastavalt tootjapoolsetele juhenditele.

Antikehapositiivseks osutunud piimakoondproovidest (n=97) eraldati Chelex® meetodil kogu bakteriaalne DNA, mida uuriti PCR-meetodil *C. burnetii* spetsiifilise **IS1111 geeni** esinemise suhtes. Uuringuks kasutati Trans1 / Trans2 praimereid, mis on avaldatud Berri jt. (2000) poolt ning ning samade praimeritega edasi arendatud PCR programmi, mis on kirjeldatud Vaidya jt. (2008) poolt.

Inimese antikehauuring viidi läbi testiga *Coxiella burnetii* Phase 2 IgG ELISA (Virion/Serion) vastavalt tootjapoolsetele juhenditele.

Statistiline analüüs (usaldusvahemike arvutus ja proportsioonide võrdlus) tehti tarkvaraga EpiTools (Sergeant, 2013). Proportsioonide võrdlus tehti paarikaupa, kasutades kahe valimi z-testi. Korduvatest võrdlustest tuleneva vea korrigeerimiseks kasutati Bonferroni paranduse meetodit.

## Tulemused

Kõikidest uuritud veisekarjadest 20,4% (CI 95%; 16,9 - 23,9) osutus *C. burnetii* antikehadele positiivseks.

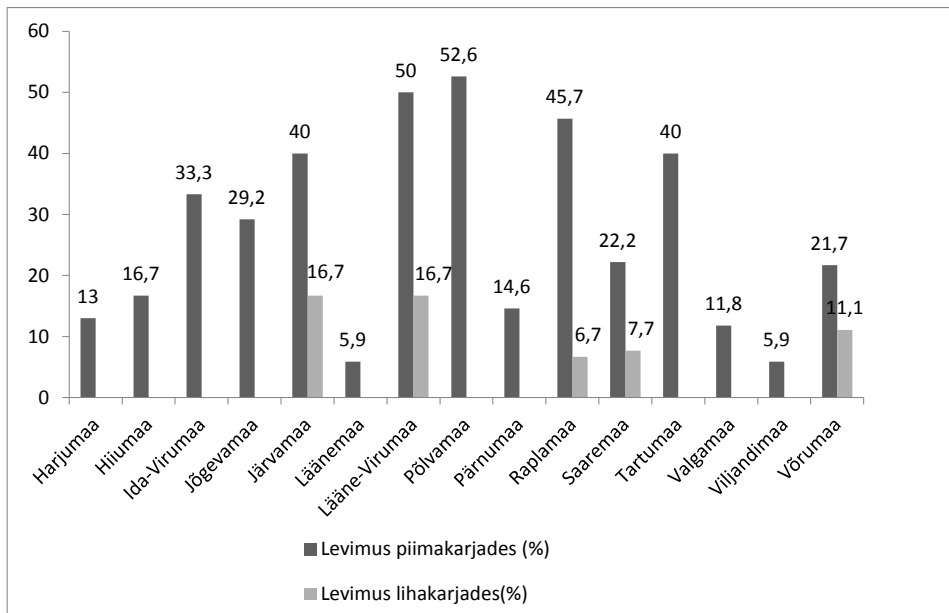
Võrdleva ülevaate *C. burnetii* nakkuse karjalevimusest piimaveise, lihaveise, lamba ja kitse populatsioonides annab tabel 1. Joonisel 1 on esitatud karjalevimus veisepopulatsioonis maakonniti.

Tabelist nähtub, et karjalevimus piimaveiste seas on oluliselt suurem kui lihaveistel ning lambakarjades. Karjalevimus lihaveise ja lamba populatsioonis ei erine oluliselt.

**Tabel 1.** Q-palaviku karjalevimus Eesti mäletsejaliste karjades.

Karja kategooria	Uuritud karjade arv	Positiivsete karjade arv*	Karjalevimus (CI95%)	Kahe proportsiooni võrdlus
Piimaveised	355	97	27,3 (22,7 - 32,0)	} p<0,0001
Lihaveised	155	7	4,5 (1,2 - 7,8)	
Lambad	102	1	1,0 (0 - 2,9)	} p=0,1138
Kitsed	21	0	X	

\* kahtlased tulemused juurde arvatud



**Joonis 1.** *Coxiella burnetii* nakkuse levimus piima- ja lihakarjades maakonniti.

Maakondade lõikes on *C. burnetii* nakkuse levimus suurim Põlva- ja Lääne-Viru-, väiksem Lääne- ja Viljandimaa piimaveisekarjades. Suurim oli *C. burnetii* nakkuse levimus Järva- ja Lääne-Virumaa lihaveisekarjades. 10 maakonna lihaveisekarjade hulgast positiivseid karju ei leitud.

Antikehapositiivne lambakari tuvastati Lääne-Virumaal. Seropositiivseid kitsekarju antud uuringus ei tuvastatud.

97-st antikehapositiivsest piimakoondproovist kaheksa proovi sisaldas ka *C. burnetii* DNA-d.

Võrdleva ülevaate Q-palaviku nakkuse serolevimusest neljas Eesti täiskasvanud inimeste rühmas annab tabel 2.

**Tabel 2.** Q-palaviku nakkuse serolevimus neljas Eesti täiskasvanud inimeste rühmas.

Uuringugrupp	Uuritute arv	Positiivsed n; % (CI95%)	Positiivsed ja kahtlased n; % (CI95%)
Loomaarstid ja loomaarstiabilised	158	2; 1,3 (0,2 - 4,5)	5; 3,2 (1,0 - 7,2)
Piimaveisekasvatajad	194	4; 2,1 (0,4 - 4,1)	10; 5,2 (2,1 - 8,3)
Kütid	144	1; 0,7 (0 - 2,1)	4; 2,8 (0,1 - 5,5)
Kogupopulatsioon	500	7; 1,4 (0,6 - 2,9)	21; 4,2 (2,6 - 6,3)

Proportsioonide võrdlused nelja Eesti täiskasvanud inimeste rühma vahel:  $p > 0,05$

Tabelist selgub, et levimus Eesti täiskasvanud inimeste eri rühmades ei erine oluliselt, jäädes vahemikku 0,7 - 2,1%.

Seitsmest selgelt positiivsest üldpopulatsiooni inimesest neli olid naissoost, kaks elasid maapiirkonnas ja nende vanus jäi 19 ja 70 eluaasta vahele. Kahest positiivsest loomaarstist üks oli suurlooma- ning teine väike-loomaarst, mõlemad olid naissoost. Positiivne kütt oli meessoost, vanuseks 47 aastat. Kõik neli positiivset piimaveisekasvatajat olid naissoost, vanuses 39 kuni 60 eluaastat.

## Arutelu

Käesolev uuring uurib esmakordselt *C. burnetii* nakkuse levimust Eesti kodumäletsejaliste- ning inimpopulatsioonides.

Uurimistulemustest selgub, et võrreldes meie põhjapoolsete naaberriikidega (Norra, Rootsi ja Soome) on Eestis nakkuse levimus veiste hulgas suurem. 2012. aastal tankipiimast ning seerumiroovidest läbi viidud uuringu järgi Norra lõuna- ja keskosas mäletsejalistel *C. burnetii* nakkust ei esine (Kampen jt, 2012), Rootsis on levimus piimaveise karjade hulgas 8,2% (Lindberg jt 2010), Soomes vaid 0,2% (EVIRA, 2013). Võrreldes lõuna- ja läänepoolsete EL- riikidega on levimus Eestis sarnane või väiksem. Näiteks Šveitsis oli tankipiimaproovide põhjal levimus piimaveisekarjade hulgas 29,6% (Fretz jt, 2007). Taani veiste tankipiimaproovidel baseeruvast

uurimusest selgub, et antikehapositiivseid karju oli 59%, (Agger jt, 2010) ja Hispaanias 75% (Alvarez jt, 2012).

Karjalevimus piimaveise karjade hulgas oli oluliselt suurem kui lihakarjade hulgas. Sama täheldati Kesk-Hispaanias Madridi regioonis läbi viidud uuringus, kus nakkuse karjalevimus piimaveisekarjade hulgas oli 75% ning lihaveisekarjadel 24% (Alvarez jt, 2012).

Käesoleva uuringu raames tuvastati üks seropositiivne lambakari, mis viitab *C. burnetii* nakkuse väga väikesele levimusele lambakarjades. Samas vajab veel selgitamist, kas tegemist oli tegelikult positiivse, mitte valepositiivse tulemusega. Kitsekarjade hulgast antikehapositiivseid karju ei tuvastatud. Ometi ei saa väita, et nakkust kitsekarjades üldse ei esine, sest uuritud karjade arv on senini väga väike. Küll võib järeldada praeguste uurimistulemuste põhjal, et nakkuse (kui seda üldse eksisteerib) levimus kitsekarjades on pigem väike. Sarnaseid tulemusi on saadud ka Šveitsis, kus lamba- ning kitsefarmide hulgast nakatunud karju ei leitud (Fretz jt, 2007). Samas Saksamaal oli seropositiivsete karjade levimus kliiniliste tunnusteta lambakarjade hulgas 28% (Hilbert jt, 2012).

Q-palavikku inimesel Eestis suure tõenäosusega esineb. Antikehadega inimeste osakaal Euroopa Liidu ning sellega piirnevates riikide elanikkonna seas varieerub suuresti mõnest üksikjuhtumist kuni üle 50% levimuseni (EFSA, 2010). Eesti täiskasvanud elanikkonna seas on serolevimus suhteliselt madal ning ei erine oluliselt erinevates elanike rühmades (kaasa arvatud uuritud riskirühmad). Näiteks Taanis oli serolevimus elanikkonna seas üldiselt 2006. aastal 9,6% ning 2007. aastal 11,1% (Bacci jt, 2012), mis on kõrgem, kui seni Eestis tuvastatud serolevimus. Antikehalevimus Hollandi veterinaaride hulgas oli 65,1%, suurloomaarstide hulgas aga 69,2% (Van den Brom jt, 2013). Hollandi loomakasvatajate ja nende perekonnaliikmete hulgas oli *C. burnetii* antikehalevimus 68,7% (Schimmer jt, 2012). Norras vahemikus 1996-2008 välismaal reisinud ning seejärel haigestunud inimeste hulgas oli *C. burnetii* antikehalevimus 3,6% (Jensenius jt, 2009), mis sarnaneb Eestis saadud tulemustega.



## Kokkuvõte

*C. burnetii* nakkus tuvastati Eesti veistel ning lammastel, kuid kitsekarjades mitte. Piimaveisekarjades on levimus oluliselt suurem kui lihaveisekarjades. Samuti tuvastati *C. burnetii* vastaste antikehade esinemine Eesti täiskasvanud inimestel, samas levimus ei erine oluliselt erinevate elanikkonna rühmade seas kaasaratud uuritud riskirühmad.

Järgnevatel aastatel on plaanis selgitada *C. burnetii* nakkuse karjasisene levimus erinevatel loomaliikidel ning nakatumise tõenäosust suurendavad riskifaktorid nii kodumäletsejalistel kui ka inimesel.

## Tänuavaldused

Uuringut rahastab Eesti Teadusagentuur, tervishoiuteaduste võimekuse edendamise programm TerVE. Eesti elanikkonna kogupopulatsiooni esindavate isikute plasmaproovid saadi Eesti Geenivaramust. Täname Eesti Veterinaar- ja Toiduametit ja Veterinaar- ja Toidulaboratooriumit loomaseerumite ning tankipiimaproovide kasutamise võimaluse eest. Täname kõiki vabatahtlikke, kes loovutasid proovi käesoleva uuringu heaks.

## Kasutatud kirjandus

Agger, J. F., A.-B. Christoffersen, E. Rattenborg, J. Nielsen, J. S. Agerholm. 2010. Prevalence of *Coxiella burnetii* antibodies in Danish dairy herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 52:5.

Alvarez, J., A. Perez, F.O. mardones, M. Pérez-sancho, T. Garcia-seco, E. Pagés, F. Mirat, R. Diaz, J. Carpintero, L. Dominguez. 2012. Epidemiological factors associated with the exposure of cattle to *Coxiella burnetii* in the Madrid region of Spain. *The Veterinary Journal*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.02.022>

Bacci, S., S. Villumsen, P. Valentiner-Branth, B. Smith, K. A. Krogfelt, K. Mølbak. 2012. Epidemiology and Clinical Features of Human Infection with *Coxiella burnetii* in Denmark During 2006–07. *Zoonoses Public Health*, 59:61–68.

Berri, M., K. Laroucau, A. Rodolakis. 2000. The detection of *Coxiella burnetii* from ovine genital swabs, milk and fecal samples by the use of a single touchdown polymerase chain reaction. *Vet. Microbiol.*, 72:285–293.

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). 2010. Scientific Opinion on Q Fever. *EFSA Journal*; 8(5):1595, 114 pp.: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)

Eibach, R., F. Bothe, M. Runge, S. F. Fischer, W. Philipp, M. Ganter. 2012. Q fever: baseline monitoring of a sheep and a goat flock associated with human infections. *Epidemiol. Infect.*, 140, 1939–1949.

Elintarviketurvallisuusvirasto (EVIRA), Q-kuume,

<http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet/elainten+terveys+ja+elaintaudit/elaintaudit/usealle+elainlajille+yhteiset+taudit/q-kuume/>, [20.12.2013]

Fretz, R., W. Schaeren, M. Tanner, A. Baumgartner. 2007. Screening of various foodstuffs for occurrence of *Coxiella burnetii* in Switzerland. *International Journal of Food Microbiology*, 116:414–418 .

Hilbert, A., G. Schmoock, H. Lenzko, U. Moog, R. Diller, A. Fröhlich, L. Hoffmann, S. Horner, M. Elschner, H. Tomaso, K. Henning, H. Neubauer, L. D. Sprague. 2012. Prevalence of *Coxiella burnetii* in clinically healthy German sheep flocks. *BMC Research Notes*, 5:152.

Jenseniuss, M., X. Davis, F. Von sonnenburg, E. Schwartz, J. S. Keystone, K. Leder, R. Lopéz-véléz, E. Caumes, J. P. Cramer, L. Chen, P. Parola. 2009. Multicenter GeoSentinel Analysis of Rickettsial Diseases in International Travelers, 1996–2008. *Emerging Infectious Diseases*, 15 (11).

Kampen, A. H., P. Hopp, G. M. Grøneng, I. Melkild, A. M. Urdahl, A.-C. Karlsson, J. Tharaldsen. 2012. No indication of *Coxiella burnetii* infection in Norwegian farmed ruminants. *BMC Veterinary Research*, 8:59.

Lindberg, A., G. Bölske, A. Aspán. 2010. Q-fever in Swedish dairy cattle. Poster presentation at Annual Meeting of the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine; 24-26 March 2010, Nantes, France.

Maurin, M., D. Raoult. 1999. Q Fever. *Clinical Microbiology Reviews*, 0893-8512/99/\$04.0010, Oct. 1999, p. 518–553.

Mediannikov, O., F. Fenollar, C. Socolovschi, G. Diatta, H. Bassene, et al., 2010. *Coxiella burnetii* in Humans and Ticks in Rural Senegal. *PLoS Negl Trop Dis* 4(4), doi:10.1371/journal.pntd.0000654

Roest, H. I. J., J. J. H. C. Tilburg, W. Van der Hoek, P. Vellema, F. G. Van Zijderveld, C. H.W. klaassen, D. Raoult. 2011. The Q fever epidemic in The Netherlands: history, onset, response and reflection, *Epidemiol. Infect.*, 139, 1–12.

Schimmer, B., A. Lenferink, P. Schneeberger, H. Aangenend, P. Vellema, J. Hautvast, Y. Van Duynhoven. 2012. Seroprevalence and Risk Factors for *Coxiella burnetii* (Q Fever) Seropositivity in Dairy Goat Farmers' Households in The Netherlands, 2009–2010. 7(7), doi: 10.1371/journal.pone.0042364.

Sergeant, E. S. G. 2013. Epitools epidemiological calculators. AusVet Animal Health Services and Australian Biosecurity Cooperative Research Centre for Emerging Infectious Disease, <http://epitools.ausvet.com.au>

Spickler, A. R. 2007. Q-Fever. Center for Food Security and Public Health (CFSPH), Iowa State University College of Veterinary Medicine,

<http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php>

Vaidya, V. M., S. V. S. Malik, S. Kaur, S. Kumar, S. B. Barbuddhe. 2008. Comparison of PCR, Immunofluorescence Assay, and Pathogen Isolation for Diagnosis of Q Fever in Humans with Spontaneous Abortions. *Journal of Clinical Microbiology*, 46(6): 2038–2044.

Van Den Brom, R., B. Schimmer, P. M. Schneeberger, W. A. Swart, W. Van Der Hoek, P. Vellema. 2013. Seroepidemiological Survey for *Coxiella burnetii* Antibodies and Associated Risk Factors in Dutch Livestock Veterinarians. doi: 10.1371/journal.pone.0054021.

Veterinaar- ja toidulaboratooriumi aastaaruanne 2001, VTL, Tartu (2002).

# E-HEPATIIT – UUS ZOONOOS EESTIS

Tiiu Saar<sup>1\*</sup>, Diivi Põdersoo<sup>1</sup>, Arvo Viltrop<sup>1</sup>, Irina Golovljova<sup>2</sup>, Valentina Tefanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

<sup>2</sup> Tervise Arengu Instituut

\* Tiiu.saar@emu.ee

Inimese E-hepatiit esineb endeemiliselt kogu maailmas, eriti Aasias, kus viirus levib vee kaudu. Hiinas on E-hepatiidi viiruse (EHV) serolevimus >60% (Li RC jt, 2006), Lääne-Euroopas (Bendall jt, 2010) ja USAs 4%-10% (Kuniholm jt, 2009). Neis piirkondades esineb haigus peamiselt sporaadiliselt, kuid on esinenud ka epideemiaid. E-hepatiidi viirus kuulub *Hepeviridae* sugukonda *Hepevirus* perekonda. Viirusel on neli genotüüpi: 1. ja 2. genotüübi viirused nakatavad inimesi, 3. ja 4. genotüübi viirused esinevad sigadel, kuid need nakatavad ka inimesi, kusjuures 3. genotüübi viirused on ülemaailmse levikuga, 4. genotüübi viiruseid on diagnoositud valdavalt Aasia riikides, kuid üksikjuhtudena on seda esinenud ka mujal. Euroopas on inimeste haigestumist põhjustanud peamiselt 1. genotüübi (g1) viirus. See on olnud seotud inimeste reisimisega g1 viiruse levikupiirkondadesse. 2011. a diagnoositi Itaalias 4. genotüübi E-hepatiidi puhang inimestel. Sama viirust on isoleeritud sigadelt Hiinas ja inimestel levib see endeemilisena Hiinas, Jaapanis, Indias ja Indoneesias (Hu GD jt, 2010). Inimeste haigestumine E-hepatiiti on Euroopas ja ka mujal sagenenud (Vasicova jt, 2011; La Rosa jt, 2011).

Paljud uurimused on tõestanud, et EHV kandub kodu – ja metssigadelt inimesele vähe kuumutatud maksa, maksavorsti ja liha süües. Viirusega nakatumise risk on suurem ka farmitöötajate ja loomaarstide seas. USAs tehtud uuringutes selgus, et 23-26% loomaarstidest oli nakatunud EHVga (Davis, 2002).

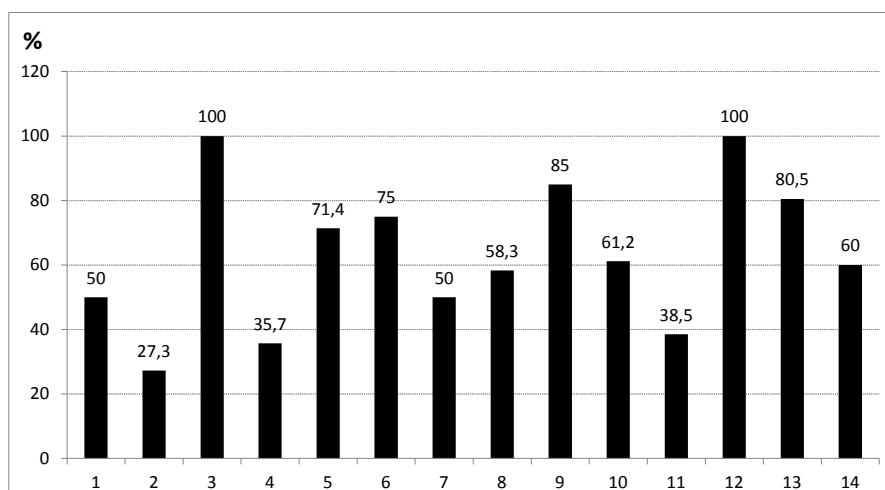
Uuringud näitavad, et Euroopa kodusead on ulatuslikult nakatunud ja eritavad kolmanda genotüübi viirust. Hispaanias (Colson jt, 2010), Itaalias (Di Bartolo jt, 2011), Prantsusmaal (Rose jt, 2011) ja Tšehhi Vabariigis (Di Bartolo jt, 2012) on EHV avastatud tapasigade maksast ja lihast. Hollandis ja Saksamaal on viirust avastatud vastavalt 6,5% ja 4% tapaloomade maksas. EHV g3 vastaseid antikehi on sigadel avastatud kogu maailmas, Suurbritannias 85%, Hollandis 23,5% (Banks jt, 2004).

Hoolimata E-hepatiidi kolmanda genotüübi viiruse ulatuslikust esinemisest sigadel, on seda inimestel suhteliselt harva diagnoositud võrreldes 1. genotüübi tüvedega. Seda ilmselt seetõttu, et inimene ei ole g3 EHV looduslik peremees (Pavio jt, 2010, Purcell jt, 2010).

Kuna EHV on sigadel kindlaks tehtud paljudes riikides uuriti Eesti tervishoiuteaduste edendamise programmi TerVE projekti: „Zoonooside nakatumisrisk Eestis: puukidega ülekantavad haigustekitajad ja E-hepatiidi viiruse looduskollete ning endeemiliste piirkondade kaardistamine ja iseloomustamine“, raames E-hepatiidi viiruse levikut Eesti seakarjades. Projekti raames uuritakse ka E-hepatiidi viiruse levikut Eesti elanikkonna seas, muuhulgas ka erinevates riskirühmades.

Viiruse leviku selgitamiseks seakarjades uuriti sigade vereproove viiruse antikehade tuvastamiseks. Tervise Arengu Instituudi viroloogia osakonnas uuriti kuue maakonna 14 farmi sugusigadelt kogutud vereproove - kokku 380 proovi. Seerumeid uuriti 1. ja 3. genotüübi E-hepatiidi viiruse antikehadele ELISA meetodiga PrioCHECK® HEV Ab porcine (Šveits).

Uurimistulemustes selgus, et kõigis 14 farmis avastati sigadel E-hepatiidi viiruse antikehad 380-st uuritud proovist osutus 234 positiivseks (61,6%), kusjuures serolevimus varieerus karjades 27,3-100%-ni (vt joonis 1).



**Joonis 1.** E-hepatiidi antikehade esinemine vereseerumis (%) 14 uuritud seakarjas.

Meie uuringu tulemused näitavad, et E-hepatiidi viirus on laialt levinud Eesti sigade hulgas. Seega eksisteerib potentsiaalne risk nakkuse ülekandumiseks sigadelt inimesele. Edasiste uuringutega püüame selgitada kas ja mil määral on see risk realiseerunud ning milline on viiruse levik Eesti elanikkonna hulgas.

## **Tänuavaldused**

Täname Veterinaar- ja Toiduametit järelevalveks kogutud proovide kasutamise võimaldamise eest uuringuteks ja Veterinaar- ja Toidulaboratooriumit koostöö eest proovide ettevalmistamisel. Uuringut rahastati programmi TerVE, projektist 3.2.1002.11-0002 ZOONRISK.

## **Kasutatud kirjandus**

S.S., King D.P., Gresham A., Girones R., Widen F., Harrison T.J. Evidence for the presence of hepatitis E virus in pigs in the United Kingdom. *Veterinary Rec.* 2004;154, 223-227.

Bendall R, Ellis V, Ijaz S, Ali R, Dalton H. A comparison of two commercially available anti-HEV IgG kits and a re-evaluation of anti-HEV IgG seroprevalence data in developed countries. *J Med Virol.* 2010;82:799–805.

Colson P, Borentain P, Queyriaux B, Kaba M, Moal V, Gallian P, Pig liver sausage as a source of hepatitis E virus transmission to humans. *J Infect Dis.* 2010;202:825–834.

Davis, S. DVMs more vulnerable to HEV-positive pigs. In: *DVM Newsmagazine* April 1, 2002. [www.dvmnewsmagazine.com/dvm/](http://www.dvmnewsmagazine.com/dvm/)

Di Bartolo I, Ponterio E, Castellini L, Ostanello F, Ruggeri FM. Viral and antibody HEV prevalence in swine at slaughterhouse in Italy. *Vet Microbiol.* 2011;149:330–338.

Di Bartolo Marta Diez-Valcarce; Marta Hernandez; Petr Kralik; Fabio Ostanello; Ivo Pavlik; David Rodríguez-Lázaro; Giorgia Angeloni; Martijn Bouwknegt; Petra Vasickova; Franco Maria Ruggeri Hepatitis E virus in pork production chain in Czech Republic, Italy, and Spain, 2010. *Emerging infectious diseases* 2012;18 (8):1282-1289.

Hu GD, Ma X. Detection and sequences analysis of bovine hepatitis E virus RNA in Xinjiang autonomous region. *Bing Du Xue Bao.* 2010;26:27–32.

Kuniholm MH, Purcell RH, McQuillan GM, Engle RE, Wasley A, Nelson KE.

Epidemiology of hepatitis E virus in the United States: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988–1994. *J Infect Dis.* 2009;200:48–56.

La Rosa G, Muscillo M, Vennarucci VS, Garbuglia AR, La Scala P, Capobianchi MR. Hepatitis E virus in Italy: molecular analysis of travel-related and autochthonous cases. *J Gen Virol.* 2011;92:1617–1626.

Li RC, Ge SX, Li YP, Zheng YJ, Nong Y, Guo QS, Seroprevalence of hepatitis E virus infection, rural southern People's Republic of China. *Emerg Infect Dis.* 2006;12:1682–1688.

Pavio N, Meng XJ, Renou C. Zoonotic hepatitis E: animal reservoirs and emerging risks. *Vet Res.* 2010;41:46.

Purcell RH, Emerson SU. Hidden danger: the raw facts about hepatitis E virus. *J Infect Dis.* 2010;202:819–821.

Rose N, Lunazzi A, Dorenlor V, Merbah T, Eono F, Eloit M, High prevalence of hepatitis E virus in French domestic pigs. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis.* 2011;34:419–427.

Vasickova P, Slany M, Chalupa P, Holub M, Svoboda R, Pavlik I. Detection and phylogenetic characterization of human hepatitis E virus strains, Czech Republic. *Emerg Infect Dis.* 2011;17:917–919.

# PLATSILÜPSI LÜPSISAGEDUSE JA AUTOMAATSE LÜPSISEADME MÕJU PIIMATOODANGULE JA KVALITEEDINÄITAJATELE ERINEVATEL LAKTATSIOONIDEL

Alo Tänavots<sup>1,2\*</sup>, Tanel Kaart<sup>1,2</sup>, Heli Kiiman<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

<sup>2</sup> OÜ Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskus

\* alo.tanavots@emu.ee

**Kasutatud lühendid:** ALS – robotlüksiseade, PLS – platsilüksiseade, 2x – kahekordne; 3x – kolmekordne; SRA – soomaatiliste rakkude arv, SRS – soomaatiliste rakkude skoor

## Sissejuhatus

Üks tähtsamaid otsuseid piimakarja majandamisel on lehmade lüpsitehnoloogia valik, kuna sellest sõltub ööpäevane lüpsirutiin. Platsilüksiga piimakarjafarmides lüpsitakse lehma tavaliselt kaks või kolm korda ööpäevas. Eesti piimakarjafarmides on peamiselt kasutusel 2x lüps, seevastu umbes 20% farmides 3x lüps (Inno Maasikas, Jõudluskontrolli Keskus, isiklik suhtlus). Lehmade lüpsikordade arv mõjutab mitmeid näitajaid, millest piimatoodang on üks tähtsamaid (Wagner-Storch ja Palmer, 2003). Mitmed lüpsisageduse uurimused (Barnes jt, 1990; Klei jt, 1997; Sapru jt, 1997) pärinevad möödunud sajandi kaheksa- ja üheksakümnendatest aastatest, mil piimakarjafarmides toimus aktiivne üleminek kahekordselt lüpsilt kolmekordsele – eesmärgiga suurendada lehmade piimatoodangut. Erdman ja Varner (1995) võrdlesid 19 kirjandusallikat, kus hinnati kahe ja kolme lüpsikorra piimatoodangu ja koostisosade erinevust, ning märkisid, et 3x lüpsil oli piimatoodang lehma kohta päevas keskmiselt  $3,5 \pm 0,2$  kg suurem. Samas aga alanes 3x päevalüpsil piima rasva- ja valgusisaldus, kuid suurenenud lüpsisagedus tõstis piima rasva- ja valgutoodangut. Leal (2012) vaatles piimatoodangu muutust farmis, kus suurendati lüpsisagedust päevas kahelt kolmele, ning leidis, et piimatoodang suurenes kolme kuu kestel keskmiselt 5,7%, seejuures vähenes aga rasva- ja valgusisaldus piimas.



Lüpsisageduse suurendamisel tuleb arvestada, et 3x lüpsi kasutades peavad lüpsiseadmed olema võimelised käitlema ja hoiustama suuremat piimatoodangut kui 2x lüpsil. Piiravateks faktoriteks võivad olla ka mõningad teised tegurid (täisväärtusliku sööda olemasolu, stress, tööjõud, lüpsiseadmete suurem amortisatsioon ning vee- ja energiakulu). Seega, lüpsisageduse suurendamisel, peavad piimatootjad hindama, kas suurenenud piimatoodangu müügist saadav tulu katab kaasnevad kulud.

Tootjad investeerivad automaatlüpsiseadmetesse (ALS) enamasti põhjustel, et tööjõukulu väheneb ning tänu suuremale lüpsisagedusele tõuseb lehmade piimatoodang (Wagner-Storch ja Palmer, 2003). Robotlüpsi kasutamisel, kus lehmadel on lüpsiseadmele vaba juurdepääs, lüpstakse lehmi keskmiselt kuni kolm korda päevas (Baines, 2002; de Koning jt, 2002; Castro jt, 2012). Mitmed kirjandusallikad viitavad suuremale piimatoodangule lehma kohta robotlüpsil tänu lüpsisageduse suurenemisele võrreldes 2x lüpsiga platsil (Hogeveen jt, 2001; Davis ja Reinemann, 2002; Shoshani ja Chaffer, 2002; Wagner-Storch ja Palmer, 2003; De Koning ja Rodenburg, 2004; Speroni jt, 2006), kuid on saadud ka vastupidine tulemus (Wirtz jt, 2002) või pole piimatoodangu erinevust täheldatud (Svennerstein-Sjaunja jt, 2000; Ordolff ja Artmann, 2000). ALS puudustest töid Rotz jt (2003) esile selle suurt esialgse investeeringu vajaduse, mis võib olla kaks või kolm korda suurem võrreldes tavapärase PLSga. ALS puhul on lüpsiintervallid väga erinevad, kuna lehmad ei külasta robotlüpsiseadet laktatsiooni kestel sama arv kordi ega ka igal päeval samal kellaajal. Ebakorrapärased lüpsisagedused ja -ajad vähendavad omakorda piimatoodangut (Bach ja Busto, 2005). Artmann (2004) täheldas, et enam kui üle 45 kõrgetoodangulise lehma lüpsimisel ühe robotiga vähenes nende lüpside arv ööpäevas. Kui lehm seostab lüpsirobotit söödaga, motiveerib see teda robotit sagedamini külastama. Umbes 30–56% robotikülastustest pole seotud lüpsimisega, vaid ilmselt sooviga ligi pääseda jõusöödale (Morita jt, 2000; Wendl jt, 2000).

Lehmade lüpsiroboti külastuse aktiivsus on madalam öösel ja varahommikul (Olofsson jt, 2000; Wendl jt, 2000; Wagner-Storch ja Palmer, 2003).

Üks piima kvaliteedi ja udara tervise indikaatoreid on piima somaatiliste rakkude arv (SRA) (Sawa ja Piwczyński, 2003), mida võivad mõjutada nii lüpsiseade kui ka –sagedus ööpäevas. Lüpsikordade suurendamisel on positiivne mõju udara tervisele ja piima kvaliteedile (Dahl jt, 2004).

Eestis oli paigaldatud 2013. a jaanuari seisuga 184 robotlüksiseadet 46 farmi, mistõttu seati uurimistöö eesmärgiks võrrelda piimatoodangu ja piima kvaliteedinäitajate muutusi laktatsiooniti nii ALSga kui ka PLSga farmides sõltuvalt lüksisagedusest ja seadmest.

## **Materjal ja meetodika**

Jõudluskontrolli Keskuse andmebaasi väljavõte sisaldas juhuslikult valitud 102 piimatootmisettevõtte 51 276 lehma kontroll-lüksi andmeid, kellelt registreeriti 2012. aastal kokku 345 642 kontroll-lüksi. Igakuiselt toimuva kontroll-lüksi andmetest kasutati uurimistöös piimatoodangu, -rasva, -valgu ja SRA näitajaid.

Robotlüksiseade oli kasutusel 34 laudas, millest DeLaval VMS ALS oli 20 laudas, Lely Astronaut 11 ja Insentec Galaxy-Starline kolmes. Edaspidi on tulemuste kirjeldamisel lüksiseadmete margid kodeeritud (Robot 1, 2 ja 3) ning nende margid ei vasta siintoodud järjestusele. PLSga lüksiti 81 laudas lehma kaks korda ja 19 kolm korda ööpäevas. Enamuses farmides kasutati DeLaval firma lüksiplatse, kuid esindatud oli ka Boumatic, Impulsa ja Westfalia firma lüksiplatsid.

Robot- ja platsilüksi kasutatavate farmide näol oli tegemist vabapidamislautadega. Robotlüksi kasutatavates farmides toimus lüksimine juhuslikel kellaaegadel, vastavalt lehmade tahtele. Antud uurimistöös ei fikseeritud lüksisagedust robotlüksil, vaid käsitleti seda kui vabalüksi.

Kajastamaks tegelikku olukorda Eesti farmides, ei jäetud andmetest välja vähemlevinud tõugu lehma, kelle arv andmestikus oli väike. Analüüsi võeti lehmad, kelle laktatsiooni number oli seitse või väiksem, sealjuures grupeeriti need viiendast kuni seitsmenda laktatsioonini ühtegruppi. Esimese laktatsiooni lehma oli andmestikus 35,4%, teise 26,2%, kolmanda 18,3% ja neljanda 10,9% ning viienda ja suurema laktatsiooni numbriga lehma 9,2%. Uurimisalustes farmides kasvatati valdavalt eesti holsteini tõugu lehma (84,0%), kellele järgnes eesti punane tõug 15,8%-ga ning ülejäänud tõugude osakaal oli ainult 0,2%.

**Statistiline analüüs.** Võtmaks arvesse uuringusse kaasatud piimatootmisettevõtete loomade erinevat tõulist ja vanuselist struktuuri, rakendati piimatoodangu- ja kvaliteedinäitajate keskmiste väärtuste hindamiseks lüpsiseadmete kaupa üldist lineaarset mudelit kujul:

$$Y_{ijklmno} = \mu + MS_i + P^j + MS*P_{ij} + CM_k + LM_l + MS*LM_{il} + B_m + F_n +$$

*eijklmno*?

kus suurus MS väljendab lüpsiseadme, P laktatsiooninumbri, CM poegimiskuu, LM laktatsioonikuu, B tõu ja F farmi mõju ning MS\*P lüpsiseadme ja laktatsiooninumbri ja MS\*LM laktatsioonikuu ja lüpsiseadme koosmõju. Toodud mudelis käsitleti farmi mõju juhuslikuna ning kõigi teiste faktorite mõjusid fikseerituna. Tulemused on esitatud ülejäänud faktorite mõjude ja andmete ebakorrapärase struktuuri suhtes korrigeeritud vähimruutkeskmistena. Andmed analüüsiti statistikapaketiga SAS 9.1 (SAS, 2003).

Somaatiliste rakkude arv (SRA) teisendati somaatiliste rakkude skooriks (SRS), et tagada selle väärtuste jaotumine vastavalt normaaljaotuse seaduspäradele, kasutades valemit  $SRS = \log_2 (SRA / 100\ 000) + 3$ .

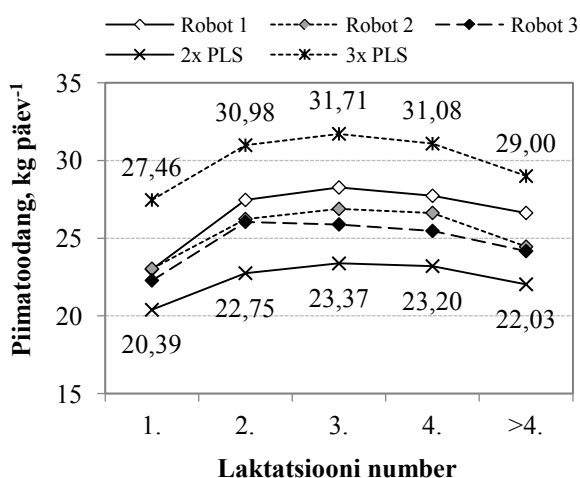
## Tulemused

Lehmade piimatoodang suurenes kuni kolmanda laktatsioonini nii ALS kui ka PLS farmides, kusjuures tõus oli suurim esimesest teise laktatsioonini. Alates neljandast laktatsioonist täheldati piimatoodangu langust. Piimatoodangu muutuse erinevus laktatsioonide lõikes oli suur 3x PLS ja ALS farmide lehmadel, jäädes 2x PLS farmides tagasihoidlikumaks (joonis 1).

Laktatsioonidesisesel võrdlusel võib märgata, et 3x platsilüpsil lüpsitud keskmine piimakogus päevas ületas oluliselt 2x PLSga ja ALSga lüpsitud kogust. Esimesel laktatsioonil lüpsiti 3x platsilüpsil keskmiselt ööpäevas 7,07 kg, teisel 8,23, kolmandal 8,34, neljandal 7,88 ja hilisematel laktatsioonidel 6,70 kg piima enam kui 2x platsilüpsil.

Kirjandusallikate põhjal on ALS farmides keskmiseks lüpsisageduseks kaks kuni kolm korda ööpäevas (Svennersten-Sjaunja jt, 2000; Davis ja Reinemann, 2002; Rasmussen, 2002; Shoshani ja Chaffer, 2002; Wirtz jt, 2002; Wagner-Storch ja Palmer, 2003; Gygax jt, 2007, Neijenhuis jt, 2008; Løvendahl, 2011). Hogeveen jt (2001) väidavad, et optimaalne lüpsisagedus,

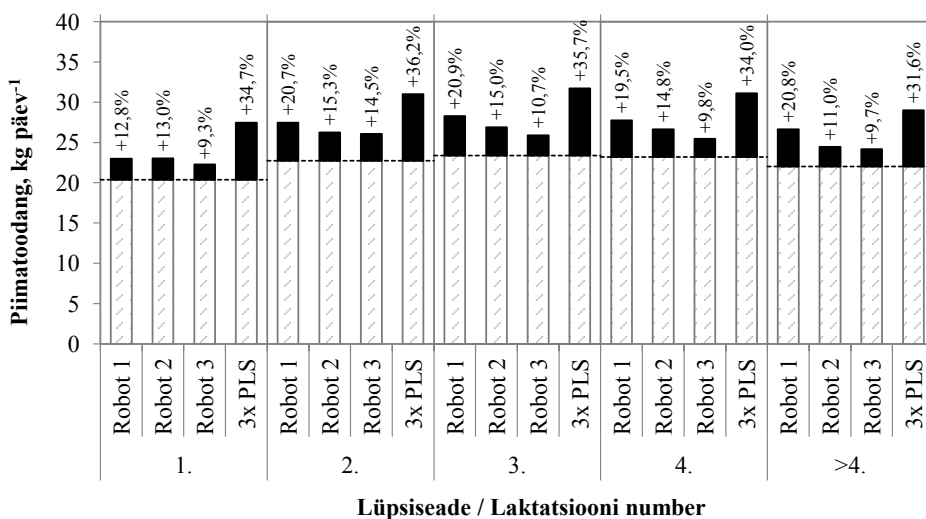
mis tagab piimatoodangu suurenemise ja ei mõju negatiivselt udara tervisele on 2,5–3 korda ööpäevas. Antud töös lüpsisagedust robotlüpsil ei registreeritud, kuid vastavalt eeltoodule, jäi ALS lüpsitud keskmine piima päeva- toodang 2x ja 3x platsilüpsil lüpsitud piimatoodangu vahele. Alates teisest laktatsioonist lüpsiti Robot 1 ALS keskmiselt oluliselt rohkem piima lehma kohta päevas (28,26–26,62 kg päev<sup>-1</sup>), kui teiste ALS seadmetega. Selle põhjuseks võis olla asjaolu, et antud ALS puhul oli lüpsisagedus lehma kohta suurem kui teistel. Robot 3 seadmega lüpsitud keskmine piimatoodang oli ALSst aga madalaim kõikidel laktatsioonidel, vastavalt 22,28, 26,05, 25,89, 25,47 ja 24,17 kg ööpäevas.



**Joonis 1.** Piimatoodangu vähimruutkeskmised laktatsiooniti

Suurema lüpsikordade arvuga (3x) PLS farmides lüpsiti lehma kohta ööpäevas keskmiselt 6,96–8,34 kg (31,6–36,2%) rohkem piima, kui 2x lüpsi kasutatavates PLS farmides (joonis 2). Olulisemalt tagasihoidlikumad tulemused said aga Kristensen (2004) ning Hart jt (2013), kes hindasid lüpsikordade arvu tõstmisel ööpäevas kahelt kolmele piimatoodangu suurenemiseks vastavalt 3,5 ja 2,9 kg. Smith jt (2002), McNamara jt (2008) ning Wall ja McFadden (2008) leidsid, et suurendades lüpsikordi kahelt kolmele, suureneb piimatoodang 14–15%. Võrreldes lehmade esimese nelja laktatsiooni toodangu erinevust, märkisid Allen jt (1986), et 3x lüps

suurendas piimatoodangut vastavalt 19, 13, 11 ja 13%. Antud töö tulemused aga ületavad eelneva omi ligi kaks korda, kus esimesel neljal laktatsioonil toodeti 3x lüpsiga PLS farmides piima vastavalt 34,0–36,2 0% rohkem kui 2x lüpsiga PLS farmides. Samuti peab mainima, et piimatoodangu erinevuste vahe esimesel neljal laktatsioonil oli suhteliselt väike, erinedes 2,2%, mis näitab, et piimatoodangu muutus erinevatel laktatsioonidel oli sarnane 2x ja 3x platsilüpsi kasutatavates farmides.



**Joonis 2.** Lehmade keskmine piimatoodang kolmekordse platsi- ja robotlüpsiga farmides võrreldes kahekordse platsilüpsiga farmidega (tulpade alumised osad ja punktiirjoon näitavad lehmade keskmist piimatoodangut kahekordse platsilüpsiga farmides, tulpade ülemised osad ja arvuliselt esitatud protsendid näitavad toodangu erinevust teiste lüpsiseadmetega farmides)

ALS farmides toodeti erinevatel laktatsioonidel keskmiselt enam piima lehma kohta ööpäevas (Robot 1 – 2,61–4,89 kg; Robot 2 – 2,42–3,51 kg; Robot 3 – 1,89–3,30 kg) kui 2x PLS farmides. Davis ja Reinemann (2002) leidsid, et piimatoodangu suurenemine lehma kohta robotlüpsil oli tagasihoidlik (0,6 kg), kuid siiski statistiliselt oluline. Wagner-Storch ja Palmer (2003) võrdlesid 2x lüpsiga kalasaba PLS lehmade piimatoodangut (25,8 kg päev<sup>-1</sup>) ALSga (Boumatic) (26,4 kg päev<sup>-1</sup>), mille lehmade keskmine lüpsisagedus oli 2,4 korda ööpäevas. Piimatoodangu väikest, 0,6 kg-st, erinevust põhjendasid nad sellega, et ALSga lauda osas olid ülekaalus esimese laktatsiooni lehmad, kelle piimatoodang oli madalam. Hinnates lüpsisageduse

suurenemist statistilise mudeli abil, leidsid nad, et lüpsisageduse suurenemine robotlüpsil ühelt korralt kahele tõstab piimatoodangut 10 kg, kahelt kolmele 6,4 kg ja kolmelt neljale 3,2 kg.

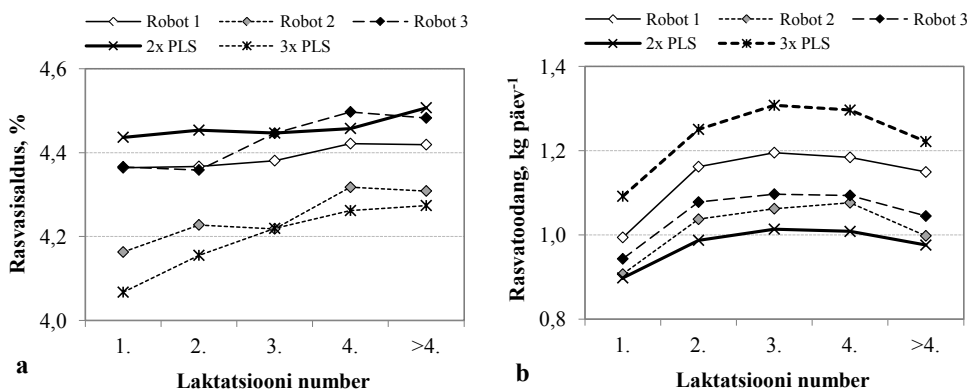
Robot 1 ALSga lüpsitud piimatoodangute erinevus 2x PLS lüpsitud piimatoodangust suurenes oluliselt alates teisest laktatsioonist, olles kõrgeim võrreldes teiste ALSga. Robot 3 ALSga lüpsitud piimatoodang aga erines 2x PLS piimatoodangust kõige vähem, olles esimesel laktatsioonil 1,89 (9,3%), teisel 3,30 (14,5%), kolmandal 2,51 (10,7%), neljandal 2,27 (9,8%) ja hilisematel laktatsioonidel 2,14 kg (9,7%) suurem.

Laktatsiooni numbri kasvamisega, suurenes ka piima rasvasisaldus, kusjuures kõige järsem tõus leidis aset 3x PLS kasutatavates farmides. Laktatsioonide rasvatoodangu muutus sarnanes eelkõige piimatoodangu kõveraga. Kõigil laktatsioonidel oli madalaim piima rasvasisaldus 3x platsilüpsiga farmide lehmadel (4,07–4,27%) (joonis 3), kellel oli ka kõige kõrgem piimatoodang (joonis 1). Samas, piima rasvatoodang ööpäevas oli kõrgeim 3x platsilüpsiga farmide lehmadel (1,092–1,308 kg päev<sup>-1</sup>). 2x lüpsiga PLS farmides oli piima rasvasisaldus kõrgeim (4,44–4,51%) ja –toodang madalaim (0,898–1,014 kg päev<sup>-1</sup>), olles sarnane erinevatel laktatsioonidel.

Lüpsisageduse mõju kohta piima koostisele on teadlased saanud erinevaid tulemusi. Allen jt (1986) leidsid, et 3x PLS lüpsil oli piima rasvasisaldus veidi väiksem kui 2x, samas Sapru jt (1997) ning Smith jt (2002) järeldavad, et lehmade piima rasvasisaldus oli 3x lüpsil oluliselt madalam. Seevastu DePeters jt (1985) näitasid, et lüpsisagedus ei mõjuta oluliselt piima koostist.

Suurema piimatoodangu tõttu oli ALS farmides lüpsitud piima rasvasisaldus väiksem, kuid toodang kõrgem kui 2x lüpsiga PLS farmides. Sealjuures peab mainima, et Robot 1 ja 3 ALS farmides lüpsitud piima rasvasisaldus oli sarnasem 2x platsilüpsil lüpsitud piima rasvasisaldusega ning Robot 2 ALS puhul 3x PLS tulemustega. Robot 2 ja 3 farmides toodetud piima rasvatoodang aga sarnanes enam 2x PLS farmides toodetule. Shoshani ja Chaffer (2002) järeldasid samuti, et suurema piimatoodangu tõttu on piima rasvasisaldus ALS farmides madalam kui 2x PLS lautades. Seevastu Nogalski jt (2011) leidsid, et ALSga lüpsitud piima rasvasisaldus (4,08%) oli oluliselt suurem kui 2x PLS (3,97%) kasutamisel, mille põhjuseks lugesid nad sarnast piimatoodangut mõlema lüpsiseadmega lüpsmisel.

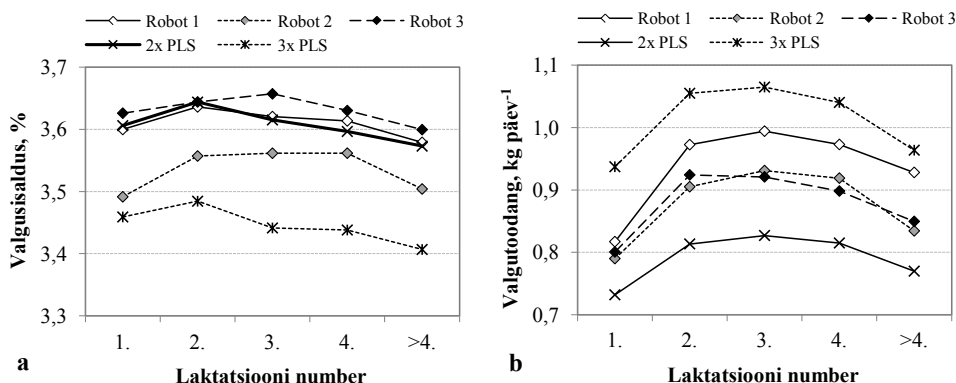
Ehkki Robot 2 ALS farmide lehmade piimatoodang polnud ALS hulgas kõrgeim, osutus seda lüpsiseadet kasutatavate farmide lehmade piima rasvasisaldus (4,16–4,32%) ja ka –toodang (0,907–1,076 kg päev<sup>-1</sup>) ALS seas madalaimaks. Robot 1 ja 3 ALS farmides lüpstud piima rasvasisaldus oli esimesel ja teisel laktatsioonil sarnane. Hilisematel laktatsioonidel oli Robot 3 ALS lüpstud piima rasvasisaldus aga suurem, mille põhjuseks oli ilmselt piimatoodangu järsem langus võrreldes Robot 2 ALS farmide lehmade piimatoodanguga. ALS farmidest toodeti kõige rohkem piimarasva keskmiselt lehma kohta ööpäevas Robot 1 ALS farmides (0,994–1,195 kg päev<sup>-1</sup>) (joonis 3b). Seevastu Robot 2 ja 3 ALS farmide lehmade piimarasvatoodang oli sarnane.



**Joonis 3.** Piima rasvasisalduse (a) ja –toodangu (b) vähimruutkeskmised laktatsiooniti

Sarnaselt piima rasvasisaldusega oli piima valgusisaldus (3,41–3,48%) madalaim ning –toodang (0,937–1,065 kg päev<sup>-1</sup>) kõrgeim 3x PLS farmide lehmadel kõikidel laktatsioonidel, kuid vastupidiselt rasvasisaldusele, vähenes valgusisaldus laktatsiooni numbri suurenemisel (joonis 4a). Ka Sapru jt (1997) ning Smith jt (2002) leidsid, et lehmade piima valgusisaldus, keda lüpsiti 3x ööpäevas, oli märkimisväärselt madalam, kui 2x lüpsi kasutamisel. 2x PLS, Robot 1 ja 2 ALSi farmide lehmade piima valgusisaldus oli kõrgeim ja sarnane nii esimesel kui ka teisel laktatsioonil. Hilisematel laktatsioonidel oli Robot 3 ALS farmides lüpstud piima rasvasisaldus suurim (3,60–3,66%), olles sealjuures langevas trendis. Samas kõrgeim piima valgusisaldus ei tähendanud alati suuremat valgutoodangut, mis jäi Robot 3 ALS

farmide lehmadel sarnaseks Robot 2 ALS farmide lehmade valgutoodanguga. Selle põhjuseks oli ilmselt madalaim piimatoodang Robot 3 ALS farmides (joonis 1). 2x lüpsi kasutatavates PLS farmides oli piima valgusisaldus esimesel neljal laktatsioonil 3,60–3,64%, mis langes hilisematel laktatsioonidel 3,57%-ni. Seega erineb piima valgusisaldus erinevate lüpsisageduste kui ka ALS farmide vahel. Nogalski jt (2011) leidsid 2x lüpsil PLS farmides piima valgusisalduseks 3,47% ja ALS farmides 3,43% ( $p < 0,05$ ).



**Joonis 4.** Piima valgusisalduse (a) ja –toodangu (b) vähimruutkeskmised laktatsiooniti

Pikem intervall lüpsikordade vahel jätab bakteritel aega paljuneda, samas sagedasemal lüpsmisel eemaldatakse bakterid udarast tihedamini. Rasmussen jt (2001a,b) väidavad, et robotlüpsi rakendamisel on võimalik suurendada lüpsikordade arvu ööpäevas, mille tulemusena väheneb haigustekitajate kahjustav toime nende piimaga sagedasema väljutamise tulemusena. Samas rõhutavad nad, et lüpsikordade arvu suurenemisel on nisakanalid ööpäevas kauem avatud, mistõttu pääsevad haigustekitajad hõlpsamalt udarasse. Robotlüpsi eelisena toovad Rasmussen jt (2001a,b) välja ka udaraveerandite individuaalset lüpsmist, mis mõjub positiivselt udara tervisele ja nisade olukorrale.

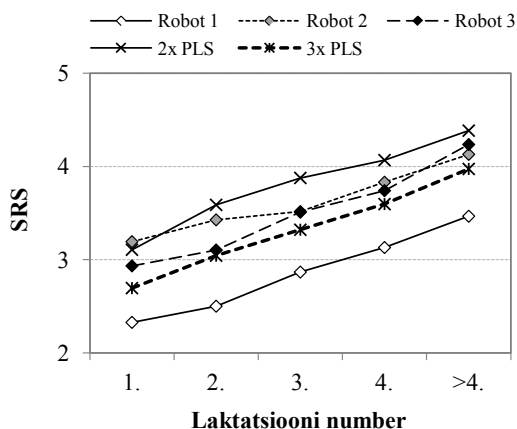
Ka antud töös leiti, et sagedasemal (3x) lüpsil on PLS farmides lüpsitud piima SRS kõigil laktatsioonidel madalaim (joonis 5). Nii 2x kui 3x platsilüpsil oli madalaim piima SRS esimesel laktatsioonil vastavalt 3,11 ja 2,70, mis suurenes laktatsiooni numbriga kasvades järkjärgult ning olles 5. ja hilisematel laktatsioonidel vastavalt 4,38 ja 3,97. Selle põhjuseks võib olla



nisa sfinkterlihaste funktsiooni nõrgenemine ealiste muutuste, vigastuste või udarahaiguste tõttu, mis avab tee haigustekitajate pääsuks udarasse. Seega sõltub SRS nii lüpsisagedusest kui ka laktatsiooni numbrist (lehma vanusest).

Smith jt (2002) ning Dahl jt (2004) märkisid, et piima SRS vähenes, kui suurendada lüpsikordade arvu ööpäevas. Hogeveen jt (2001) ja Leal (2012) täheldasid, et lüpsikordade suurendamisel kahelt kolmele vähenes piima SRA ja paranes lehmade udara tervis. Vastuolulisi tulemusi said Allen jt (1986), kus kalifornia mastiidi testi väärtus oli suurem, siis kui 1.–3. laktatsiooni lehmi lüpsiti 3x võrreldes samade lehmadega 2x lüpsil. Samas, neljanda ja hilisema laktatsiooni lehmade testi väärtus oli 3x lüpsil oluliselt väiksem.

Seega lüpsisageduse suurendamisega kasvab rasva- ja valgutoodang, kuid nende komponentide osakaal piimas väheneb piimatoodangu tõusust tingitud lahjenemise efekti tõttu.



**Joonis 5.** Piima somaatiliste rakkude skoori vähimruutkeskmised laktatsioonide lõikes

Väikseim piima SRS leiti Robot 1 ALS farmide lehmadel kõigil laktatsioonidel (2,33–3,47) (joonis 5). Erinevate laktatsioonide SRS suur erinevus, võrreldes teiste ALS farmidega, näitas, et lehmade udara tervis oli Robot 1 ALS farmides oluliselt parem. Esimesel ja teisel laktatsioonil oli piima SRS robotlüpsiseadmetega farmidest kõrgeim Robot 2 ALS farmide lehmadel (vastavalt 3,19 ja 3,43), langedes seejärel Robot 3 ALS farmide tulemustega samale tasemele. Nogalski jt (2011) väidavad, et lüpsiseadmel on oluline mõju lehma udara tervisele kuna 75,7% ALS lüpsitud piima SRAst

jäi alla 200 000, samas kui PLS puhul oli see 50,1%. Antud uuringus jäi ALS farmides piima SRS väiksemaks, kui 2x platsilüpsi kasutatavates farmides, mille põhjuseks oli ilmselt sagedasem lehmade lüpsmine. Kõikidel laktatsioonidel oli Robot 3 ALS farmides lüpstud piima SRS oli aga madalaim – isegi 3x platsilüpsiga farmide tulemustest. SRA ja lüpsisageduse vahel leidsid Köhn jt (2007) nõrga negatiivse seose kümnes ALS farmis. Nogalski jt (2011) ei leidnud laktatsiooni algul piima SRA erinevust 2x PLS ja ALS farmide vahel, kuid hiljem langes piima SRA robotfarmide piimas oluliselt enam, kui 2x PLS farmides. Seevastu Davis ja Reinemann (2002) leidsid, et ALS lüpstud lehmade piima SRA oli 58 000 võrra suurem kui 2x PLS farmides ( $p < 0,0001$ ). Siiski märgivad nad, et piima SRA oli mõlemas grupis lubatud tasemel.

## Järeldused

Antud töö tulemusena selgus, et 3x PLS ja ALS farmides oli oluliselt suurem lehmade keskmine piimatoodang kui platsilüpsil. Teiseks suurema lüpsikorra positiivseks aspektiks oli piima madalam SRS. Sagedasemal lüpsmisel alanes küll piima rasva- ja valgusisaldus, kuid samas suurenes piima rasva- ja valgutoodang.

Piimatoodangu ja kvaliteedinäitajate muutuste üldine trend laktatsiooniti oli sarnane nii ALS kui ka PLS farmides. Piimatoodang oli esimesel laktatsioonil väiksem, suurenedes seejärel teisel ja kolmandal laktatsioonil ning hakates seejärel langema. Piima rasvasisaldus tõusis laktatsiooninumbri suurenedes, seevastu valgusisaldus vähenes. SRS-i suurenemine oli pidev laktatsiooninumbri suurenemisel. ALS farmides ei põhjustanud ebakorrapäraseid lüpsiajaid suuremat piima SRS võrreldes PLS kasutatavate farmidega.

Lähtudes kirjandusallikatest ja antud uurimusest võib väita, et suuremal lüpsikordade arvul või ALS kasutamisel pole negatiivset mõju lehmade piimatoodangule, selle komponentide toodangule ja udara tervisele.

## Tänuavaldused

Projekti on toetanud Euroopa Liidu Euroopa Regionaalarengu Fond Tehnoloogia Arenduskeskuste Programmi raames. Uurimistö on läbi viidud OÜ Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskuse poolt projektide EU30002 ning Haridus- ja Teadusministeeriumi institutsionaalse uurimistoetuse IUT8-1 raames. Täname Jõudluskontrolli Keskust käesoleva uurimistö läbiviimiseks vajalike andmete eest.

## Kasutatud kirjandus

Allen, D.B., DePeters, E.J., Laben, R.C. 1986. Three times a day milking: effects on milk production, reproductive efficiency, and udder health. *J. Dairy Sci.*, 69:1441–1446.

Artmann, R. 2004. System capacity of single box ALS and effect on the milk performance. Toimetajad: A. Meijering, H. Hogeveen, C.J.A.M. de Koning. *A Better Understanding of Automatic Milking*. Wagenengen Academic Publishers, pg 474–475.

Bach A, Busto I. 2005. Effects on milk yield of milking interval regularity and teat cup attachment failures with robotic milking systems. *J. Dairy Res.* 72:101–106.

Baines, J. 2002. Managing the change to a robotic milking system. The First North American Conference on Robotic Milking, Toronto, Kanada. 3:9–17.

Barnes, M.A., Pearson, R.E., Lukes-Wilson, A.J. 1990. Effects of milking frequency and selection for milk yield on productive efficiency of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 73:1603–1611.

Castro, A., Pereira, J.M., Amiama, C. Bueno, J. 2012. Estimating efficiency in automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 95:929–936.

Dahl, G.E., Wallance, R.L., Shanks, R.D., Lucking, D. 2004. Hot topic: Effects of frequent milking in early lactation on milk yield and udder health. *J. Dairy Sci.* 87:882–885.

Davis, M.A., Reinemann, D.J. 2002. Evaluation of milking performance of cows milked with a conventional parlor compared to an automatic milking system. *ASAE Annual International Meeting / CIGR XVth World Congress*. 8 lk.

De Koning, K., Ouweltjes, W. 2000. Maximising the milking capacity of an automatic milking system. *Robotic Milking, Proc. Int. Symp.*, Lelystad, Holland, pg 38–46.

De Koning, C.J.A.M., van der Vorst, Y., Meijering, A. 2002. Automatic milking experience and development in Europe. *Proceedings of The First North American Conference on Robotic Milking*, Toronto, Kanada. 1:1–11.

- DePeters, E.J., Smith, N.E., Acedo-Rico, J. 1985. Three or two times daily milking of older cows and first lactation cows for entire lactations. *J. Dairy Sci.* 68:123–132.
- Erdman, R.A., Varner, M. 1995. Fixed yield responses to increased milking frequency. *J. Dairy Sci.* 78:1199–1203.
- Gygax, L., Neuffer, I., Kaufmann, C., Hauser, R., Wechsler, B. 2007. Comparison of functional aspects in two automatic milking systems and auto-tandem milking parlors. *J. Dairy Sci.* 90:4265–4274.
- Hogeveen, H., Ouweltjes, W., Koning, C.J.A.M., Stelwagen, K. 2001. Milking interval, milk production and flow-rate in an automatic milking system. *Livest. Prod. Sci.* 2:157–167.
- Hart, K.D., McBride, B.W., Duffield, T.F., DeVries, T.J. 2013. Effect of milking frequency on the behavior and productivity of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96:1–13.
- Klei, L.R., Lynch, J.M., Barbano, D.M., Oltenacu, P.A., Lednor, A.J., Bander, D.K. 1997. Influence of milking three times a day on milk quality. *J. Dairy Sci.* 80:427–436.
- Kristensen, T., 2004. Feeding in Relation to ALS. Landbrugsinfo. [www.lr.dk/kvaeg/informationsserier/kvaegforsk/1413.htm](http://www.lr.dk/kvaeg/informationsserier/kvaegforsk/1413.htm)
- Köhn, F., König, S., Gauly, M. 2007. Influence of milk production traits and genetic effects on milking frequency in automatic milking system. *Züchtungskunde.* 79:287–297.
- Leal, J. 2012. 2x Compared to 3x Milking Frequency in a California Dairy Herd. California Polytechnic State University. 32 pg. <http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1055&context=dscisp> Viimati külastatud 16.11.2013.
- Løvendahl, P., Chagunda M.G. 2011. Covariance among milking frequency, milk yield, and milk composition from automatically milked cows. *J. Dairy Sci.* 94:5381–5392.
- McNamara, S., Murphy, J.J., O'Mara, F.P., Rath, M., Mee, J.F. 2008. Effect of milking frequency in early lactation on energy metabolism, milk production and reproductive performance of dairy cows. *Livest. Sci.* 117:70–78.
- Morita, S., Nirasawa, E., Sugita, S., Hoshiya, S., Tokida, M., Hirayama, H., Uetake, K. 2000. Cow behavior and working time of a stockperson in a free-stall barn with an automatic milking-feeding system. *Robotic Milking: Proc. of the Int. Symp., Lelystad, Holland*, pg 188.
- Neijenhuis F., Heinen J.W.G., Hogeveen H. 2008. Research protocol on risk factors for udder health on automatic milking farms. Toimetaja: Lam, T.J.G.M. *Mastitis Control: From Science to Practice. Proc. of Int. Conf. Wageningen Academic Publishers*, pg 369.

- Nogalski, Z., Czerpak, K., Pogorzelska, P. 2011. Effect of automatic and conventional milking on somatic cell count and lactation traits in primiparous cows. *Ann. Anim. Sci.* 11:433–441.
- Olofsson, J., Pettersson, G., Wiktorsson, H. 2000. Feeding behaviour in an automatic milking system. *Robotic Milking: Proc. of the Int. Symp.*, Lelystad, Holland, pg 89.
- Ordolff, D., R. Artmann. 2000. Surface temperatures of udder and teats in conventional and automatic milking systems. *Robotic Milking: Proc. of the Int. Symp.*, Lelystad, Holland, pg 301–302.
- Speroni, M., Pirlo, G., Lolli, S. 2006. Effect of automatic milking systems on milk yield in a hot environment. *J. Dairy Sci.* 89:4687–4693.
- Rasmussen, M.D., Blom, J.Y., Nielsen, L.A.H., Justensen, P. 2001a. The impact of automatic milking on udder health. *Proc. of the 2<sup>nd</sup> Int. Symp. on Mastitis and Milk Quality*, Vancouver, Kanada, pg 397–400.
- Rasmussen, M.D., Blom, J.Y., Nielsen, L.A.H., Justesen, P. 2001b. Udder health of cows milked automatically. *Livest. Prod. Sci.* 72:147–156.
- Rasmussen, M.D. 2002. Defining acceptable milk quality at time of milking. *The First North American Conference on Robotic Milking*, Toronto, Kanada, pg 9–17.
- Rotz, C.A., Coiner, C.U., Soder, K.J. 2003. Automatic Milking System, Farm Size and Milk Production. *J. Dairy Sci.* 86:4167–4177.
- Sapru, A.D.M., Barbano, D.M., Yun, J.J., Klei, L.R., Oltenacu, P. A., Bandler D. K., 1997. Cheddar cheese: Influence of milking frequency and stage of lactation on composition and yield. *J. Dairy Sci.* 80:437–446.
- SAS. 2003. SAS OnlineDoc V9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. <http://support.sas.com/documentation/onlinedoc/91pdf/index.html> Viimati külastatud 21.11.2013.
- Sawa A., Piwczyński D. 2003. Frequency of the occurrence of cows with low somatic cell levels in milk during full lactation. *Med. Vet.* 59:630–633.
- Shoshani, E., Chaffer, M. 2002. Robotic milking: a report of a field trial in Israel. *Proc. of The First North American Conference on Robotic Milking*, Toronto, Kanada. 3:56–63.
- Smith, J.W., Ely, L.O., Graves, W.M., Gilson, W.D. 2002. Effect of milking frequency on DHI performance measures. *J. Dairy Sci.* 85:3526–3533.
- Svennersten-Sjaunja, K., Berglund, I., Pettersson, G. 2000. The milking process in an automatic milking system, evaluation of milk yield, teat condition and udder health. *Robotic Milking: Proc. of the Int. Symp.* Lelystad, Holland, pg 277–288.
- Wagner-Storch A.M., Palmer, R.W. 2003. Feeding behavior, milking behavior, and milk yields of cows milked in a parlor versus an automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 86:1494–1502.

Wall, E.H., McFadden, T.B. 2008. Use it or lose it: enhancing milk production efficiency by frequent milking of dairy cows. *J. Anim. Sci.* 86:27–36.

Wendl, G., Harms, J., Schon, H. 2000. Analysis of milking behaviour on automatic milking. *Robotic Milking: Proc. of the Int. Symp.*, Lelystad, Holland, pg 143–151.

Wirtz, N., Oechtering, K., Tholen, E., Trappmann, W. 2002. Comparison of an automatic milking system to a conventional milking parlor. *Proc. of The First North American Conference on Robotic Milking*, Toronto, Kanada. 3:50–55.

# MARKERSELEKTSIOONI VÕIMALUSTEST PIIMA KVALITEEDI PARANDAMISEL

Tanel Kaart<sup>1,2</sup>, Mirjam Vallas<sup>1,2</sup>, Sirje Värvi<sup>1,2</sup>, Ivi Jõudu<sup>1,2</sup>, Haldja Viinalass<sup>1,2</sup>,  
Dorel Sabre<sup>1,2</sup>, Elli Pärna<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

<sup>2</sup>OÜ Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskus

## Sissejuhatus

Markerseleksiooniks nimetatakse geneetiliste markerite (näiteks erinevused DNA ahelas või muud pärilikud biokeemilised polümorfismid) alusel tehtavat kaudset selektsiooni mingi aretustunnuse või haigusresistentsuse parandamiseks. Markerseleksiooni praktilisteks näideteks Eesti loomakasvatuses on lammaste skreipi-resistentsuse tõstmine ning holsteini tõugu veiste BLAD-i ja CVM-defekti vältimine. Mõlema näite puhul on teada, millised mutatsioonid vastavalt lamba ja veise genoomis näitavad eelsoodumust haiguse tekkele ja millised mitte ning sellest lähtuvalt teostatakse ka loomade valikut.

Eesti piimaveisekasvatuses on aretuseesmärgiks kvantitatiivsete (polügeensete) tunnuste parandamine, kus aretustunnuste selektsiooniedu tagamiseks valitakse loomi aretusväärtuste hinnangute järgi, mis baseeruvad rutiinselt kogutavatel põlvnemis- ja standardsetel jõudlusandmetel. Samas peab toiduturg vastama erinevatele kvaliteedinõuetele ja olema vastavuses tehnoloogiliste vajadustega. Piimatööstuses on eelkõige tähtis piima valgusisaldus ja valgu koostis, et piim laapuks hästi (st laapuks kiiresti ja moodustuks tugev kalgend) ning juustu tootmisprotsess oleks efektiivne.

Piima valguline koostis on geneetiliselt seotud erinevate piimavalgu-geenidega ning määrab osaliselt ära nii piima valgu sisalduse (Schopen jt., 2009) kui ka laapumisomadused (Comin jt., 2008; Caroli jt., 2009). Piima laapumise ja piimavalkude polümorfismide vaheliste seoste uuringuid on teostatud aastaid ja seda ka Eestis (Jõudu jt., 2007; Vallas jt., 2012). Piima laapumisomadused eesti holsteini tõugu lehmadel on küllaltki suurel määral geneetiliselt determineeritud – päritavuskoeffitsiendid kalgendi tugevusele ja laapumise kiirusele on hinnanguliselt 0,41-0,44 ja 0,28-0,34 (Kaart jt., 2010; Vallas jt., 2010). Seega on piima kalgendi tugevuse potentsiaal võimaliku

piima kvaliteeti iseloomustava aretustunnusena kõrge. Paraku on selle tunnuse määramise keerukus takistavaks teguriks andmete kogumisel ja seeläbi ka praktilise aretustöö läbiviimisel. Samas on teada, et piimavalgu kaseiini genotüübi variantidel on oluline seos piima kalgendi tugevuse ja piima laapumise kiirusega – eesti holsteini populatsioonis määrab 51% piima kalgendi tugevuse ja 13% laapumise kiiruse pärilikust aditiivgeneetilisest variatsioonist ära  $\beta$ - $\kappa$ -kaseiini komposiitgenotüüp (Vallas jt., 2012). See viitab võimalusele, et rutiinse laapumisnäitajate mõõtmise ja aretusväärtuste hindamise kõrval või asemel võiks piima laapumisomadusi eesti piimaveiste populatsioonis parandada ka selektsioon kaseiini genotüüpide alusel.

Käesoleva uuringu eesmärgiks oli hinnata  $\beta$ - ja  $\kappa$ -kaseiini alleeliefektid eesti holsteini (EHF) ja eesti punast tõugu (EPK) lehmade piima laapumisomadustele, piimatoodangule ning piima rasva- ja valgusisaldusele, kirjeldada veisepopulatsioonide geneetilist struktuuri  $\beta$ - ja  $\kappa$ -kaseiini genotüüpide osas ning hinnata markerselektsiooni mõju nimetatud piima näitajatele erinevate aretusstrateegiatega korral.

## **Materjal ja meetodika**

### **Andmed**

Uuringute aluseks olid aastatel 2005-2010 OÜ Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskuse (TPTAK) andmebaasidesse COAGENTM ja COACASTM koondatud eesti holsteini ja eesti punast tõugu lehmade piimatoodangu, piima kvaliteedi ja piima laapumise andmed ning  $\kappa$ - ja  $\beta$ -kaseiini genotüüpide andmed. Laapumisnäitajaist olid vaatluse all piima laapumisaeg (RCT, aeg minutites laapensüümi lisamisest toorpiimale kuni kalgendi moodustumise alguseni) ja kalgendi tugevus määratuna 30 minutit pärast laapensüümi lisamist (a30,V). Andmete analüüsi kaasatud kontrolllüpside ja lehmade arvud ning keskmised toodangu- ja kvaliteedinäitajad laktatsioonide kaupa on toodud tabelis 1.

**Tabel 1.** Kontroll-lüpside ja lehmade arv ning keskmised toodangu- ja kvaliteedinäitajad



TPTAK-i andmebaasis COAGEN™.

Tõug	Lakt. nr	Kontroll-lüpside/ lehmade arv	Kontroll-lüpside keskmised näitajad				
			Piim, kg	Rasv, %	Valk, %	a <sub>30</sub> , V	RCT, min
EHF	1	21049 / 5222	25,8	4,04	3,38	13,6	10,4
	2	13419 / 3673	29,1	4,09	3,40	13,4	10,0
	3	6697 / 2014	30,5	4,12	3,36	13,3	9,4
EPK	1	3275 / 816	21,1	4,30	3,54	15,6	10,9
	2	2520 / 651	23,8	4,28	3,60	15,3	10,6
	3	1577 / 450	26,3	4,17	3,54	14,6	10,0

### Alleeliefektide ja valikuedu hindamine

Piima  $\beta$ - ja  $\kappa$ -kaseiini alleelide aditiivsed mõjud piimatoodangu, piima kvaliteedi ja laapumise näitajatele hinnati üldiste lineaarsete mudelite abil statistikapaketis SAS eraldi kummagi tõu tarvis. Täiendavate faktoritena võeti arvesse laktatsiooninumber ja -kuu, poegimiskuu, omanik ja loom (kui sama looma korduva mõõtmise efekt).

Valikuedu modelleerimise aluseks on Jõudluskontrolli Keskuse aasta- raamatus avaldatud eesti holsteini ja eesti punast tõugu lehmade piimatoo- dangu trend (Jõudluskontrolli Keskus, 2013) ning senised piima laapumis- omaduste geneetilise determineerituse alased uuringud (Vallas jt., 2010; Vallas jt., 2012).

### Tulemused ja arutelu

#### Piima $\kappa$ - ja $\beta$ -kaseiini alleelide mõju piimatoodangu, piima kvaliteedi ja piima laapumise näitajatele

Tabelis 2 toodud  $\kappa$ - ja  $\beta$ -kaseiini alleelide mõjude hinnanguist väärrib eelkõige märkimist  $\kappa$ -kaseiini B-alleeli positiivne efekt nii piima kvaliteedi kui ka laapumise näitajatele, ja seda nii eesti holsteini kui ka eesti punast tõugu lehmade puhul. Näiteks eesti holsteini tõugu  $\kappa$ -kaseiini BB-genotüübiga lehma piima kalgendi tugevuse väärtus on hinnanguliselt  $2 \times 3,53 = 7,06$  voldi võrra kõrgem, kui sama tõu EE-genotüübiga lehmal, piima laapumisaeg on 0,64 minuti võrra madalam ning piima rasva- ja valguprotsent vastavalt 0,14% ja 0,07% võrra kõrgem. Veel tugevam on  $\kappa$ -kaseiini B-alleeli efekt eesti punast tõugu lehmad hulgas. Piimatoodangule on selle alleeli mõju küll negatiivne,

aga suhteliselt marginaalne, eriti eesti holsteini tõugu veiste puhul.

Ülejäänud alleelide mõju sedavõrd ühene ei ole. Näiteks  $\beta$ -kaseiini enam levinud A1- ja A2-alleelid omavad küll positiivset mõju kalgendi tugevusele, aga samas toovad kaasa ka piima laapumisaja pikendamise.

**Tabel 2.** Piima  $\kappa$ - ja  $\beta$ -kaseiini alleelide sagedus ning mõju piimatoodangule (kg/päevas) ja piima kvaliteedi ja laapumise näitajatele.

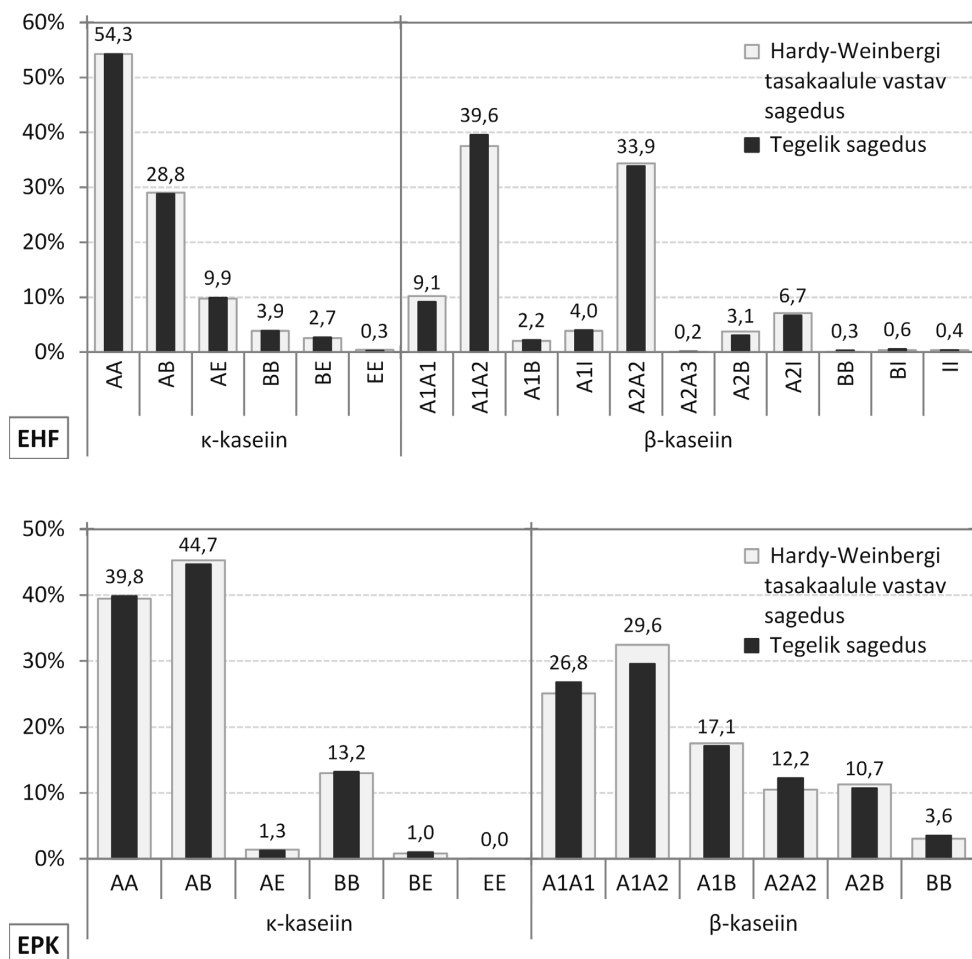
Tõug / kaseiini alleel	Alleeli- sagedus, % Piim, kg	Alleeli mõju					
		Rasv, %	Valk, %	$a_{30^\circ}$ , V	R, min		
EHF							
$\kappa$ -kaseiin	A	73,7	-0,04	+0,068	+0,014	+0,60	-0,10
	B	19,7	-0,25	+0,072	+0,037	+3,53	-0,32
	E	6,6	0	0	0	0	0
$\beta$ -kaseiin	A1	32,0	-0,93	+0,137	+0,100	+0,63	+0,68
	A2	58,6	-0,41	+0,090	+0,082	+0,93	+0,91
	A3	0,1	-2,79	+0,113	+0,161	+3,18	+0,73
	B	3,2	0	0	0	0	0
	I	6,1	-0,62	+0,115	+0,132	+0,39	+1,09
EPK							
$\kappa$ -kaseiin	A	62,8	-1,56	+0,275	+0,108	+1,43	+0,08
	B	36,0	-1,44	+0,297	+0,146	+4,86	-0,38
	E	1,1	0	0	0	0	0
$\beta$ -kaseiin	A1	50,1	-0,09	+0,014	+0,042	+1,22	+0,32
	A2	32,4	+0,21	-0,031	-0,017	+1,06	+0,35
	B	17,5	0	0	0	0	0

### Eesti holsteini ja eesti punast tõugu lehmade $\beta$ - ja $\kappa$ -kaseiini genotüüpide sagedused

Joonisel 1 esitatud genotüübisagedustest ilmneb, et eesti punast tõugu lehmadel esineb võrreldes eesti holsteini tõugu lehmadega enam nii  $\kappa$ - kui ka  $\beta$ -kaseiini B-allelele sisaldavaid genotüüpe. Selline erinevus geneetilisel tasemel peegeldub ka laapumisnäitajates –  $\kappa$ -kaseiini B-alleel suurendab kalgendi tugevust ja  $\beta$ -kaseiini B-alleel pikendab laapumisaega (Tabel 2) ning need mõlemad näitajad on kõrgemad eesti punast tõugu lehmadel (Tabel 1). Piima  $\beta$ -kaseiini I-alleeli sisaldavaid genotüüpe esineb kasutatud andmestiku põhjal vaid eesti holsteini tõugu lehmadel.

Joonisel 1 tegelike genotüübisageduste taustal esitatud

Hardy-Weinbergi geneetilisele tasakaalule vastavad genotübisagedused näitavad populatsiooni geneetilist struktuuri olukorras, kus puudub valikusurve teatud genotüüpide eelistamiseks (jättes arvesse võtmata teisi tasakaalu rikkuvaid tegureid nagu näiteks migratsioon). Sellest, et eesti holsteini ja eesti punast tõugu lehmade  $\kappa$ - ja  $\beta$ -kaseiini genotüüpide sagedused on geneetilises tasakaalus, saab järeldada, et senises aretuses ei ole markerselektiooni piimavalgude põhjal rakendatud.



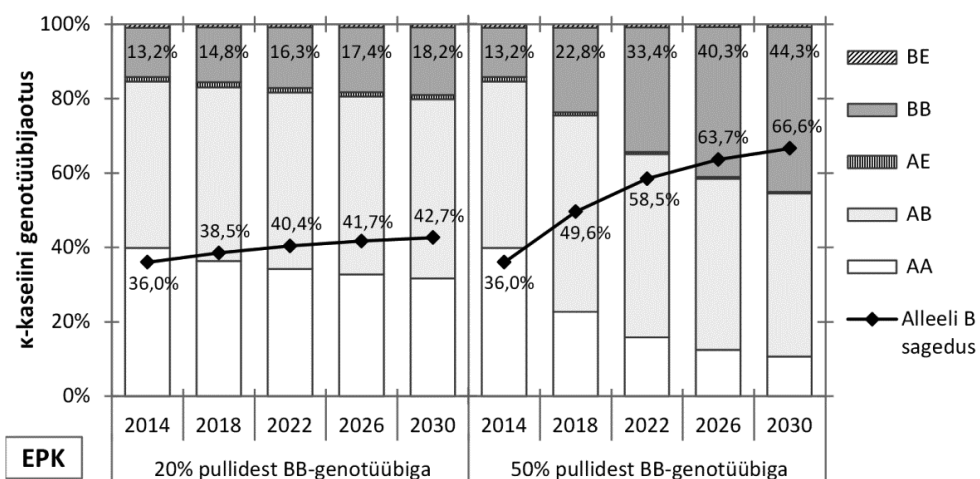
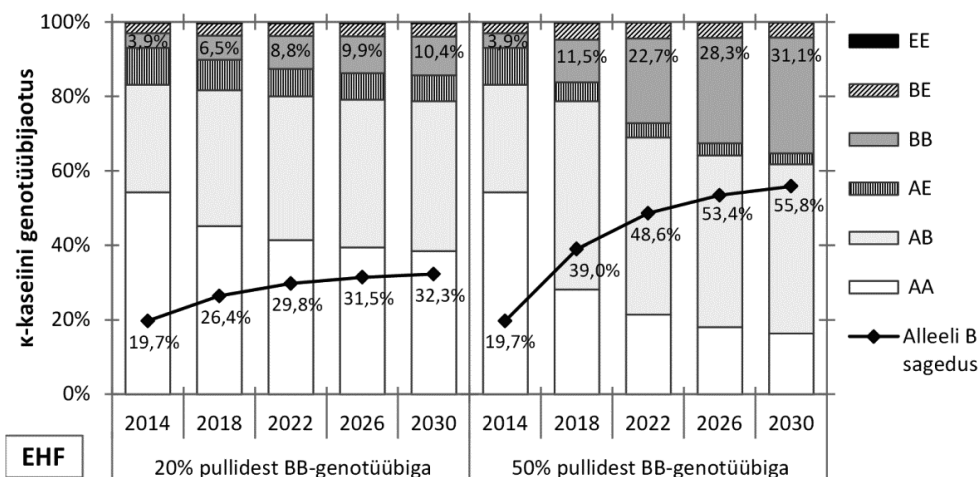
**Joonis 1.** Eesti holsteini (n=2959) ja eesti punast tõugu (n=394) lehmade  $\kappa$ - ja  $\beta$ -kaseiini genotüüpide sagedused TPTAK-i andmebaasis COACAS™ (mustad tulbad koos arvvärtustega) ja nende võrdlus Hardy-Weinbergi tasakaalule vastavate genotübisagedustega.

**Piima  $\kappa$ -kaseiini genotüübijaotuse muutus erinevate valikustrateegiatega**

## korral

Illustreerimaks, kui võrd on võimalik lihtsa markerselekttsiooniga populatsiooni geneetilist struktuuri muuta, on järgnevalt võetud vaatluse alla kõige selgema mõjuga  $\kappa$ -kaseiini B-alleel. Mõlema tõu puhul modelleeriti kolm stsenaariumit: 1) pullide valikul ei vaadata nende  $\kappa$ -kaseiini genotüüpi; 2) alates aastast 2014 on 20% valitud pullidest  $\kappa$ -kaseiini genotüübiga BB; 3) 50% valitud pullidest on  $\kappa$ -kaseiini genotüübiga BB. Genotüübijaotuseks aastal 2014 on võetud TPTAK-i andmebaasist COACASTM leitud ja joonisel 1 kujutatud sagedused (juhul, kui pullide valikul nende  $\kappa$ -kaseiini genotüüpi ei arvestata, genotüübisagedused ei muutu ja jäävad põlvkonnast põlvkonda samaks).

Kuna eesti punast tõugu veistel esineb  $\kappa$ -kaseiini B-alleeli sagedamini kui eesti holsteini tõugu veistel (vastavalt 36,0% ja 19,7%; Tabel 2 ja Joonis 2), on loomulik, et madalama selekttsiooniintensiivsuse puhul (20% pullidest BB-genotüübiga) tõuseb vastava alleeli ja seda sisaldavate genotüüpide osakaal enam eesti holsteini tõu puhul – seal on enam ruumi muutusteks. Valides aga lausa pooled pullidest  $\kappa$ -kaseiini BB-genotüübiga, suureneb nii vastava genotüübi kui ka teiste B-alleeli sisaldavate genotüüpide osakaal kiiresti mõlema tõu puhul ning  $\kappa$ -kaseiini B-alleeli sagedus jõuab eesti punast tõugu lehmadel 50%-ni juba viie-aastase markerselekttsiooni rakendamise tulemusel, eesti holsteini tõu puhul aga peale kümnet aastat valikut.



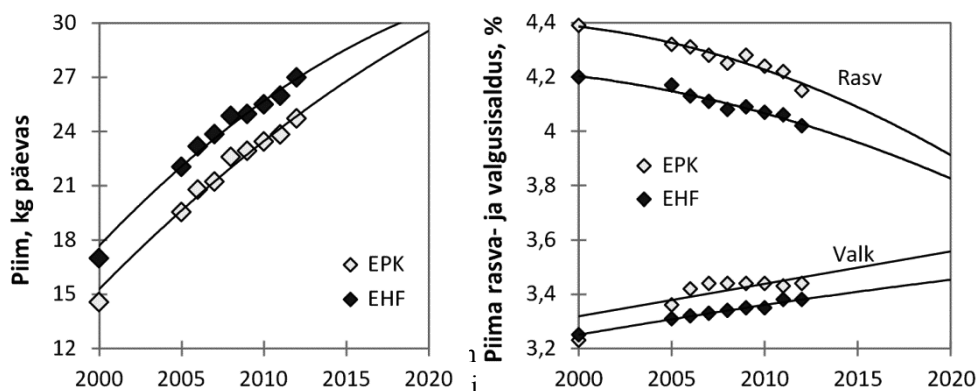
Arvuliselt on välja toodud BB-genotüübi sagedus ja eraldi joondigrammina κ-kaseiini B-alleeli sagedus.

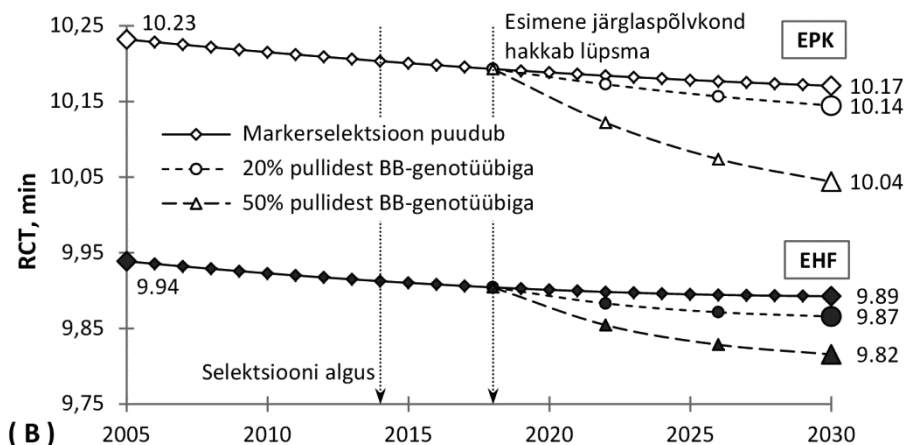
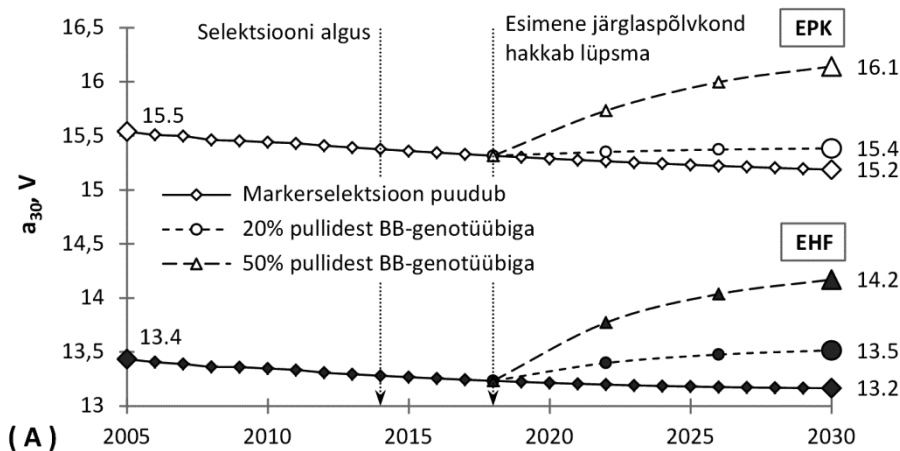
## Piima laapumisomaduste geneetiline trend erinevate valikustrateegiatega korral

Juhul, kui pullide valik jätkub ka järgnevatel aastail senise skeemi alusel, on oodata ka seniste toodangunäitajate trendide jätkumist (Joonis 3). Pullide valikul ei vaadata sel juhul nende κ-kaseiini genotüüpi, mistõttu genotüübisagedused ei muutu ning laapumisnäitajate geneetiline trend tuleneb piimatoodangu eeldatavast geneetilisest trendist ning laapumisnäitajate geneetilisest determineeritusest ja seostest piimatoodanguga. Kuna nii kalgendi tugevuse kui ka piima laapumisaja geneetiline korrelatsioon piimatoodanguga on negatiivne (vastavalt -0,29 ja -0,07; Vallas jt., 2010),

on jätkuvalt piimatoodangu tõusule orienteeritud selektsiooni puhul oodata kalgendi tugevuse ja mingil määral ka piima laapumisaja langust. Hakates pullide valikul arvestama ka nende  $\kappa$ -kaseiini genotüüpi, on võimalik peatada kalgendi tugevuse langus (kasutades 20% ulatuses  $\kappa$ -kaseiini BB-genotüübiga pulle) või pöörata kalgendi tugevuse geneetiline trend selgelt positiivseks (kasutades 50% ulatuses  $\kappa$ -kaseiini BB-genotüübiga pulle) – joonis 4A. Piima laapumisaja geneetiline langustrend  $\kappa$ -kaseiini B-alleeli sageduse suurendamisele orienteeritud markerselektsiooni puhul ainult suureneb (Joonis 4B).

Kuna  $\kappa$ -kaseiini A-alleeli mõju piimatoodangule ning rasva- ja valgusisaldusele on samas suurusjärgus kui B-alleeli mõju (Tabel 2), ei muuda mistahes  $\kappa$ -kaseiini B-alleeli sageduse suurendamisele orienteeritud markerselektsiooni strateegia piimatoodangu ning piima rasva- ja valgusisalduse üldist trendi – samas proportsioonis B-alleeli sageduse suurenemisega väheneb A-alleeli sagedus ning summaarne  $\kappa$ -kaseiini genotüübi mõju eriti ei muutu.





soituvait  $\kappa$ -kaseiini B-alleeli suhtes teostatavast valikust vastavalt kolmele modelleeritud stsenaariumile: 1) pullide valikul ei vaadata nende  $\kappa$ -kaseiini genotüüpi; 2) 20% valitud pullidest on  $\kappa$ -kaseiini genotüübiga BB; 3) 50% valitud pullidest on  $\kappa$ -kaseiini genotüübiga BB. Arvuliselt on välja toodud modelleerimise lähtekohaks olnud keskmised laapumisnäitajad TPTAK-i andmebaasi COAGEN™ alusel ning hinnangulised laapumisnäitajate väärtused aastal 2030.

## Kokkuvõte ja järeldused

Piima  $\beta$ - ja  $\kappa$ -kaseiini genotüüpide jaotused eesti holsteini ja eesti punast tõugu lehmadel viitavad neid markereid puudutava valikusurve puudumisele – välja kujunenud genotüüpide struktuur on vastavuses seniste aretuseesmärkidega. Samas on mõlema kaseiini geeni alleelid seotud piima laapumisega, mistõttu markerseleksioon võimaldab parandada piima laapumisomadusi teiste piimatoodangu näitajate geneetilist trendi märkimisväärselt muutmata. Siiski ei ole markerseleksioon „imerohi“ – nii nagu klassikalise valdavalt järglaste fenotüübiväärtustel põhineva aretuse puhul, kulub ka markerseleksiooni korral soovitud tulemuseni jõudmiseks aastaid. Lisaks ammendub markerseleksiooni läbi saavutatav efekt suhteliselt kiiresti – ühe ainukese valiku all oleva alleeli sagedus populatsioonis kasvab kiiresti teatud tasemele, millest edasine muutus sama valikustrateegia korral toimub juba aeglasemalt.

Markerseleksiooni efektiivsuse suurendamiseks on mõistlik kaasata korraga enam infot (geneetilisi markereid). Potentsiaalselt teostatava valiku mõju prognoosimiseks on vajalikud ka täiendavad uuringud geneetiliste markerite seotusest teiste majanduslikult oluliste tunnustega. Piima laapumisnäitajate ja mistahes teiste uudsete huvipakkuvate tunnuste efektiivsemaks ja ka pikemaajalisemaks geneetiliseks parandamiseks tasub lisaks kirjeldatud markerseleksiooni võimalustele kaaluda ka tunnuste väärtuste regulaarset mõõtmist ja nende alusel koos markerseleksiooniga tavalise järglastel baseeruva valiku rakendamist.

*Uurimistöö on läbi viidud OÜ Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskuse projekti EU30002 ning Haridus- ja Teadusministeeriumi institutsionaalsete uurimistoetuste IUT8-1 ja IUT8-2 raames. Täname Jõudluskontrolli Keskust uurimistöö läbiviimiseks vajalike andmete eest.*



## Kasutatud kirjandus

Caroli, A. M., Chessa, S., Erhardt, G. J. 2009. Invited review: milk protein polymorphisms in cattle: effect on animal breeding and human nutrition. *Journal of Dairy Science*, 92(11), 5335–5352.

Comin, A., Cassandro, M., Chessa, S., Ojala, M., Dal Zotto, R., De Marchi, M., Carnier, P., Gallo, L., Pagnacco, G., Bittante, G. 2008. Effects of composite  $\beta$ - and  $\kappa$ -casein genotypes on milk coagulation, quality, and yield traits in Italian Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 91(10), 4022–4027.

Jõudluskontrolli Keskus. 2013. Eesti jõudluskontrolli aastaraamat 2012. Elmatar, Tartu.

Jõudu, I., Henno, M., Värvi, S., Kaart, T., Kärt, O., Kalamees, K. 2007. Milk protein genotypes and milk coagulation properties of Estonian Native cattle. *Agricultural and Food Science*, 16, 222-231.

Kaart, T., Vallas, M., Waldmann, A., Kiiman, H., Pärna, K., Pärna, E. 2010. Associations between milk quality traits and coagulation properties and fertility in Estonian Holstein heifers and first lactation cows. In: *Proceedings of the 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP)*, Leipzig, Germany, 1-6 August 2010, 0567.

Schopen, G. C., Koks, P. D., van Arendonk, J. A. M., Bovenhuis, H., Visker, M. H. P. W. 2009. Whole genome scan to detect quantitative trait loci for bovine milk protein composition. *Animal Genetics*, 40, 524-537.

Vallas, M., Bovenhuis, H., Kaart, T., Pärna, K., Kiiman, H., Pärna, E. 2010. Genetic parameters for milk coagulation properties in Estonian Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3789 - 3796.

Vallas, M., Kaart, T., Värvi, S., Pärna, K., Jõudu, I., Viinalass, H., Pärna, E. 2012. Composite B-k-casein genotypes and their effect on composition and coagulation of milk from Estonian Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 95(11), 6760 - 6769.

# LOOMADE HEOLU HINDAMINE TÄPPISPIDAMISEL MÕÕDETUNA TOODANGU-, SIGIVUS- JA TERVISENÄITAJATE PÕHJAL

Maria Soonberg, David Arney

Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Karja vaatlused algasid juba 18. sajandil Rootsis ja Lääne- Euroopas (Porzig, 1969, Mölder, 1971 järgi). Pärast Teist Maailmasõda toimus suur revolutsiooniline pööre ühiskonnas, kus hakati muret tundma põllumajandusloomade heaolu ja moraalse staatuse pärast (Guither, 2002).

Tänapäeval on farmerid terves maailmas hakanud rohkem tähelepanu pöörama loomade heolule, sest see annab neile tervemad ja suurema toodanguga lehmad. Heaolu all peame me silmas seda, et loom on terve, tunneb end hästi ja tal on võimalus käituda liigiomaselt (Keyserlingk, 2009). Varasemalt on uuritud ühte faktorit ja selle mõju looma heolule. Selles uurimuses me analüüsime erinevate faktorite kombinatsioone ja nende mõju heolule. Peale selle, varasemalt märgatud heoluprobleemid lubavad ka varem avastada tervise, söötmise, sigivuse või toodangu probleeme. Karja täppispidamine lubab mõõta rida erinevaid parameetreid, mis mõjutavad looma toodangut, tervist ja söömust. Parem arusaamine erinevate parameetrite ja heaolu vahelistest seostest võimaldaks varem avastada ja ravida, või parandada seda probleemi. Seost loomade heaolu ja karja täppispidamisel on täheldanud ka Smith (2011), kes kirjutas „Loomade heaolu on väga uus tarbija/müüja/seadusandlik nõue ja täppispidamise meetodid, mis on seotud loomade heaoluga on tänase päevani enamikes riikides vabatahtlikud.

Doktoritöö eesmärk on uurida, kas on võimalik hinnata, loomade heaolu mõõdetuna toodangu, sigivuse ja tervisenäitajate põhjal. Me hindame looma „Welfare Quality Assessment Control for cattle“ testiga ja lisame sinna juurde lauda andmed piimatoodangu, sigivuse, tervise ja söömuse kohta. Testis pööratakse tähelepanu loomade söötmisele ja jootmisele (puudub nälgi ja janu), pidamistingimustele (mugavust, liikumisvabadust), tervisele (vigastuste, haiguste ja valu puudumine), käitumisele ja loomade emotsionaalsele seisundile (aktiivne, kartlik).

## **Kasutatud kirjandus**

Mölder, A. 1971. Eesti punast tõugu veiste mõningaid käitumisomadusi suurfarmi tingimustes. Estonian Institute of Animal Sciences. pp. 77.

Von Keyserlingk, M. A. G., rushen, J., de Passille, A. M. And Weary, D.

M. 2009. Invited review: The welfare of dairy cattle – Key concepts and the role of science. *Journal of Dairy Science*. Volume 92, Issue 9, pp. 4101- 4111.

# MYCOTOXINS IN ANIMAL PRODUCTION – THEIR RISKS AND IMPLICATIONS

*Mükotoksiinid loomakasvatustes – riskid ja mõjurid*

Dr. Walter Nies,  
BIOMIN Holding GmbH  
walter.nies@biomin.net

Due to extreme weather conditions and global warming, the worldwide occurrence of mycotoxins has become more common. There are several conditions which influence mold growth as well as the formation of mycotoxins; however, the most important ones are temperature and moisture. This causes plants to become more vulnerable to fungal infection. A further challenge is that one plant might be infected with multiple different fungal species. In addition, each fungus is able to produce many varieties of mycotoxins. Based on this, it is common to find different mycotoxins co-occurring in compound and complete feed. The recent mycotoxin survey by BIOMIN found that sixty percent of all analyzed finished feed samples contained more than one mycotoxin. Fusarium mycotoxins like deoxynivalenol and fumonisins are the most prevalent ones worldwide.

Mycotoxins cause a wide range of toxic effects on animals. These effects, known as mycotoxicoses, are observed in animals after the ingestion of mycotoxin-contaminated feeds. Depending on the mycotoxin, impacts on animals can vary from affected organs and/or tissues like the liver, kidneys, brain and mucous membranes of the gastrointestinal and respiratory system to the genital system. Aflatoxins are hepatotoxic and nephrotoxic and lead to higher incidences of cancer in exposed animals. In dairy cows, 1 – 6% of aflatoxin B1 consumed is carried-over as aflatoxin M1 into the milk which can have significant economic impacts. Effects following the ingestion of fusariotoxins-contaminated diets generally include reduced weight gain and impaired feed conversion rate along with an increased susceptibility to diseases. In particular, T-2 toxin caused reduced egg production, as well as oral lesions, necrosis and impaired nutrient adsorption. For deoxynivalenol, the inhibition of intestinal nutrient absorption, altered intestinal cell and barrier function have been demonstrated. In ruminants, trichothecenes are also known to trigger metabolic disorders and increase inflammatory

reactions in the form of mastitis and laminitis. Zearalenone have low acute toxicity but can have significant impacts on reproduction due to interaction with the estrogen receptors. Fumonisin have been connected to a series of diseases which are tremendously species-specific in terms of pathology like leukoencephalomalacia, better known as “hole-in-the-head-disease” in horses or porcine pulmonary edema. The major toxic effect of ochratoxin A is nephropathy.

Mycotoxins have been the subject of research for many years. Nonetheless, mycotoxin-related effects on animals are complex and symptoms may vary greatly depending on different interactions. However, the major problems related to mycotoxin exposure in animals are frequently not acute disease outbreaks but subclinical issues caused by low mycotoxin intake. This can lead to poor performance and reproduction, increase in disease incidences and their severity, or metabolic disorders that subsequently result in economic losses.

Several strategies have been established to reduce mycotoxin exposure like improved agricultural practices and crop management as well as plant breeding. Nevertheless, the topic of mycotoxins remains an omnipresent one worldwide and represents a significant issue for food and feed security. Research has proven that carefully selected bentonites are able to adsorb the carcinogenic aflatoxin B1 in the gastrointestinal tract of animals. Ergot alkaloids and endotoxins can also be adsorbed efficiently. The bentonite used by BIOMIN received a positive vote from the EU Standing Committee on the Food Chain and Animal Health and is the first product ever authorized in the EU for “aflatoxin-binding”. However, other agriculturally relevant mycotoxins such as deoxynivalenol and zearalenone cannot be sufficiently adsorbed and therefore need to be biologically. Only a combination of different strategies – adsorption, biotransformation and bioprotection – will lead to successful mycotoxin counteraction. An effective and long-lasting mycotoxin risk management in combination with appropriate farm management will improve the health status and consequently, the performance of animals.

## References

- Bernhoft, A., Torp, M., Clasen, P.E., Løes, A.K. and Kristoffersen, A.B. 2012. Influence of agronomic and climatic factors on *Fusarium* infestation and mycotoxin contamination of cereals in Norway, *Food Additives & Contaminants: Part A*, 29: 1129-1140.
- Berthiller, F., Crews, C., Dall'Asta, C., De Saeger, S., Haesaert, G., Karlovsky, P., Oswald, I., Seefelder, W., Speijers, G., Stroka, J. 2012. Masked mycotoxins: A review. *Mol. Nutr. Food Res.* 2012, 1–22.
- CAST, 2003. Mycotoxins-risks in plant, animal, and human systems. Council for Agricultural Science and Technology, Task Force Report No. 139: 199.
- Fink-Gremmels, J. 2008. Mycotoxins in cattle feeds and carry-over to dairy milk: a review. *Food Additives & Contaminants* 25(2): 172–180.
- Fink-Gremmels, J. 2007. The role of mycotoxins in the health and performance of dairy cows. *The Veterinary Journal* 176: 84-92.
- Heidler, D. 2004. Dealing with mycotoxins in swine feed. *Revista da Sociedade Científica de Suinicultura*: 14-20.
- Miraglia, M., Marvon, H.J.P., Kleter, G.A., Battilani, P., Brera, C., Coni, E., Cubadda, F., Croci, L., De Santis, B., Dekkers, S., Filippi, L., Hutjes, R.W.A., Noordam, M.Y., Pisante, M., Piva, G., Prandini, A., Toti, L., van den Born, G., Vespermann, A. 2009. Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food and Chemical Toxicology* 47: 1009-1021.
- Pinton, P., Accensi, F., Beauchamp, E., Cossalter, A.M., Callu, P., Grosjean, F. and Oswald, I.P. 2008. Ingestion of deoxynivalenol (DON) contaminated feed alters the pig vaccinal immune responses. *Toxicol. Lett.* 177: 215-222.
- Pinton, P., Nougayrede, J.P. and Del Rio, J.C. 2009. The food contaminant deoxynivalenol, decreases intestinal barrier permeability and reduces claudin expression. *Toxicol Appl Pharmacol* 237: 41–48.
- Quiroga, M.A., Risso, M.A. and Perfumo, C.J. 2007. T-2 mycotoxin intoxication in piglets: a systemic pathological approach and apoptotic immunohistochemical studies. *Braz. J. Vet. Pathol* 2 (1): 16–22.
- Scientific report submitted to EFSA. 2009. Review of mycotoxin-detoxifying agents used as feed additives: mode of action, efficacy and feed/food safety. (Question No EFSA-Q-2009-00839)
- Schollenberger, M., Müller, H.-M., Rühle, M., Suchy, S., Plank, S. and Drochner, W. 2006. Natural occurrence of 16 *Fusarium* toxins in grains and feedstuffs of plant origin from Germany. *Mycopathologia* 161: 43–52.

Voss, K.A., Smith, G.W. and Haschek, W.M. 2007. Fumonisin: toxicokinetics, mechanism of action and toxicity. *Animal Feed Science and Technology* 137: 299-325.

Wu, F., Bhatnagar, D., Bui-Klimke, T., Carbone, I., Hellmich, R., Munkvold, G., Paul, P., Payne, G., Takle, E. 2011. Climate change impacts on mycotoxin risks in US maize. *World Mycotoxin Journal* 4: 79 – 93.

Wyatt, R.D., Doerr, J.A., Hamilton, P.B. and Burmeister, H.R. 1975. Egg production, shell thickness, and other physiological parameters of laying hens affected by T-2 toxin. *Appl. Microbiol.*: 641-645.

Zinedine, A., Soriano, J.M., Molto, J.C. and Manes, J. 2007. Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: an oestrogenic mycotoxin. *Food Chem. Toxicol.* 1-18.

# VILJASTATUD KALAMARJA IMPORTIMISEGA KAASNEVAD TERVISEPROBLEEMID EESTI KALAKASVANDUSTES

Priit Päck

Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut  
priit.pakk@emu.ee

Eestis kasvatatakse kala traditsioonilise veekasutusega ja vee korduvkasutusega kalakasvandustes. Kalade meresumpades kasvatamisega on aeg-ajalt katsetusi tehtud aga suuremahuline toodang annab ennest siiski oodata. Kui täna jaguneb kaubakala toodang mõlema kasvatusviisi vahe võrdselt, siis paari aasta prognoos annab toodangu osakaaluks vee korduvkasutuse süsteemides juba ligi 80%.

Eesti kalakasvandustes pole pärast 1990ndate keskpaika vikerforelli paljundatud. Kogu vikerforell so 400-800 tonni kaubakala aastas, kasvatatakse naaberriikidest ostetud silmtäpp-marjast. Sama on olukord siia, arktika paalia ja tuurade kasvatamisega. Tuurasid ja paaliaid on Eestis ka edukalt paljundatud kuid väga suur kogus nende liikide viljastatud marja ostetakse täna ikkagi sisse. Eestis tõsiseltvõetav angerjakasvatus baseerub loodusest püütud klaasangerjate edasikasvatamisel ja seda nii kaubakalaks kui looduslikesse vetesse asustamiseks. Pikaajalised kogemused on meil loodusest püütud Atlandi lõhe ja Meriforelli paljundamisel.

Eesti kalakasvatavad ostavad silmtäpp-marja sealt, kus on odavam. Kahjuks on meie kalakasvatavad hakanud nägema selle valiku varjukülgi. Paari viimase aastaga on saanud selgeks, et punasuuhaiguse või sadulhaiguse jt tekitajad, mis ei olnud Eestis varem kuigi levinud, on ennast meie kalakasvandustes liigagi hästi tundma hakanud. Sellele viitavad kalade vähene stressitaluvus, ebastabiilne tervis ja ägedate septitseemiatena kulgevad haiguspuhangud. Lisaks noorjärkude ootamatu ja massiline hukkumine haudemajades või ettekasvatamise esimestel kuudel. Näiteid on veel. Kuna kalakasvatavad hangivad asustusmaterjali nii Taanist, Soomest, Iirimaaalt, Šotimaalt, Lõuna-Aafrika Vabariigist, USAst aga ka Kanadast ja teab kust veel, on ohtlike nakkushaiguste sagenemise taustal põhjust ainult endale



näpuga näida. Seda enam, et paar aastat tagasi kuskilt odavalt „ostetud“ patogeenid hakkavad oma laastamistöoga tegelema alles täna, homme või ülehommel. Ja siis üritada aru saada, kus viga tehti, on väga raske. Igatahes näeme kahjuks seda, et eksootiliste nakkushaiguste põhjustatud kahju Eesti kalakasvatusele, aina suureneb ja sellesisulist veterinaarset teenindamist vajatakse aina rohkem. Kahjuks on kalakasvatajad veterinaarteenuste kättesaadavuse osas väga skeptilised ja tõrjuvad. Kindlasti on selle põhjuseks kaladele mõeldud ravimite ja uinutite kättesaadavus Eestis.

# KAHE ERINEVA SÖÖDA MÕJU MARMORVÄHI (*PROCAMBARUS FALLAX F. VIRGINALIS*) KASVULE, VÄRVUSELE, SUGUKÜPSUSE SAABUMISELE NING SUREVUSELE

Katrin Kaldre\*, Kerli Haugjärv, Mari Liiva, Riho Gross  
Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut  
\* katrin.kaldre@emu.ee

## Kokkuvõte

Akvaariumikatsetes hinnati kahe erineva sööda mõju marmorvähi (*Procambarus fallax f. virginalis*) kasvule, kooriku värvusele, suguküpsuse saabumisele ning surevusele. Söödaks kasutati karotenoididevaba karpkala sööta ning karotenoididerikast discuse sööta. Söödakatse viidi läbi kolmes korduses 123 päeva jooksul. Kummaski söödagrupis osales 45 vähki pikkuse vahemikus 13-28 mm, kes asustati 15 isendi kaupa kuude 55 l akvaariumisse. Katsetulemused näitasid, et discuse sööta saanud vähkide kooriku värvus muutus ühtlaselt tumesiniseks samal ajal kui karpkala sööta söönud vähkide kooriku värvus varieerus heleda ja tumeda halli ning hallikaspruuni värvuse vahel. Kui katse alguses vähkide keskmised pikkused statistiliselt oluliselt ei erinenud, siis katse lõpus olid diskuse sööta söönud vähid keskmiselt 9,3 mm võrra pikemad kui karpkala söödal olnud vähid ( $p < 0,001$ ). Katse alguses Akvaariumi mõju kasvule ega sööda mõju suguküpsuse saabumisele ning surevusele ei olnud statistiliselt olulised ( $p > 0,05$ ). Seega näitas katse, et erinevad söödad mõjutavad vähkide kooriku värvust ja kasvu, kuid ei mõjuta nende suguküpsuse saabumist ning surevust.

**Võtmesõnad:** marmorvähk, *Procambarus fallax f. virginalis*, sööt, karotenoid, kooriku värvus, kasvukiirus.

# EESTI VESIVILJELUSE SEISUND JA ARENGUPERSPEKTIIVID

## *Status and prospectives of Estonian aquaculture*

Tiit Paaver\*, Heiki Jaanuska

Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

\* tiit.paaver@emu.ee

2012. aastal tegeles kalakasvatusega 23 ja vähikasvatusega 21 ettevõtet. Statistikaameti andmetel realiseeriti 2012 aastal 370 tonni toodangut. Vesiviljeluse strateegia väljatöötamise raames läbi viidud majandusaasta aruannete analüüs näitas, et 2011 aastal deklareerisid magevee-vesiviljelust põhi- või kõrvalharuna 42 ettevõtet. 16 ettevõtet omas käivet vesiviljelusest. 2011 aastal vesiviljelusega tegelevate äriühingute majandusaasta aruannete analüüs ja füüsilisest isikust ettevõtjate küsitlus andis sektori kogukäibeks ümardatuna 1,1 miljonit eurot ja kokku teeniti 0,2 miljonit eurot kahjumit.

Toodangu mitmekesistamine ehk üha uute liikide kasvatusega alustamine on aja märgiks. Edukalt on käivitunud angersäga kasvatamine Võrumaal Avo Leoki poolt. OÜ Ösel Harvest tegeletakse merisiia kasvatamisega. OÜ Simuna Ivax kasvatab juba mitmendat aastat arktika paaliat. Härjanurme kalatalu tiikides peetakse lisakalana valgeamuuri ja pakslaupa. Angerjakasvandusi oli kolm, kõige staažikamale OÜ Triton lisandusid OÜ For Angula Pärnumaal ja BM Trade Viljandimaal. Pärnumaal on rajatud ahvenakasvandus. Mitmed ettevõtted tegelevad tuurakasvatuse alustamisega. Ridamisi on rajatud vähikasvandusi. Kõik see on viinud vikerforelli osa vähenemiseni üldises tootmismahus. Kalakasvatuse kõrvalharudeks on kalavarude rikastamine ja kalaturism, mille osatähtsus on viimastel aastatel pigem langenud.

**Tabel 1.** Eesti kalakasvatuse müüginahud Statistikaameti andmetel tonnides.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Angerjas	29,0	46,0	30,0	20,3	2,0	
Jõevähk	1,3	0,7	2,0	0,4	0,6	0,1
Karpkala	27,5	52,3	45,4	39,4	37,5	38,2
Vikerforell	413,5	333,8	549,0	487,5	333,8	245,3
Muu kala	16,1	50,9	28,4	50,9	18,7	87,2
<b>Kokku</b>	<b>487,4</b>	<b>483,7</b>	<b>654,8</b>	<b>598,5</b>	<b>392,6</b>	<b>370,8</b>
Toidukalamari	7,1	6,7	7,4	4,5	0,1	4,1

Vesiviljeluse strateegia loomise järgmiseks seitsmeks aastaks algatas Eesti Kalakasvatajate Liit. Strateegia väljatöötamist toetati Euroopa Kalandusfondist. Eesti vesiviljeluse strateegia väljatöötamine toimus perioodil oktoober 2012 kuni august 2013 Tallinna Ülikooli ja Eesti Maaülikooli ühise töögrupi poolt. Koostatud vesiviljeluse strateegia on sisendiks EMKF 2014-2020 rakenduskava väljatöötamisel ja abiks sektori ettevõtetele oma strateegiate ning äriplaanide kavandamisel.

Kalakaubandus koondub üha enam suurematesse jaekettidesse, kalakasvatuse ettevõtjatele on kriitilise tähtsusega saada nende kettide tarnijateks. Viimane eeldab konkurentsivõimelist hinda ja kvaliteeti, aga ka piisavat mahtu ja järjepidevust. Kasvatatud kalade töötlemisettevõtete mahud on läbi teinud kiire tõusu. Tihti räägitakse sellest kui negatiivsest ilmingust kuid tegemist on võimalusega Eesti vesiviljeleja jaoks. Näiteks on OÜ Vettel tootmiskaht on 4200 tonni aastas. 2010 aastal valminud OÜ M.V.Wool uue tootmishoone võimsuseks on 4000 tonni lõhetooteid. punase lihaga lõhe ja forelli importi, on hüppeliselt tõus alates 2009 aastast ulatudes 10 000 tonnini.

Oluliseks arengut mõjutavaks teguriks on erialase haridusega personali kasvatamine. Eesti Maaülikoolis jätkub kalakasvatajate väljaõpe magistri tasemel. Järvamaa Kutsehariduskeskus alustas vastuvõttu „Kalakasvataja“ erialale. Kutseharidust antakse Säreveere õppekohas õppeajaga 1 aasta.

Asutati uus esindusorganisatsioon Eesti Vesiviljelejate Liit. Peale tootjate ka kalakasvatuse spetsialiste ja teadlasi ühendavas Eesti Kalakasvatajate Liidus toimus nimemuutus. Sooviti näidata ka vähikasvatajate esindamist, uueks nimeks sai Eesti Kala- ja Vähikasvatajate Liit. Tegutsemist jätkab kalakasvatajate tootjaorganisatsioon Ecofarm.

# LÜPSILEHMADE METAANI PRODUKTSIOONI PROGNOOSIMINE JA SÕLTUVUS GLÜKOGEENSEST LISANDIST

Marko Kass<sup>1,2\*</sup>, Meelis Ots<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Tervisliku Piima Biotehnoloogia Arenduskeskuse OÜ

<sup>2</sup> Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

\* marko.kass@emu.ee

Metaan on kasvuhoonegaas, mida seostatakse globaalse kliima soojenemisega (Johnson ja Johnson, 1995). Mäletsejaliste sh. lüpsilehmade vatsas mikrobiaalse fermentatsiooni tagajärjel tekkiv metaan (CH<sub>4</sub>) on seotud sööda energia kaoga. Vähendamaks metaani produktsiooni lüpsilehmadel kasutatakse nn. „suunatud“ söötmist. Kuna metaani produktsiooni otsene määramine (nt respiratsioonikambri, SF6 tehnika) on kulukas ja aeganõudev, siis kasutatakse selle hindamiseks sageli matemaatilisi valemeid, mis baseeruvad respiratsioonikambri katsetel. Antud analüüsis kasutati Kass jt. (2012) poolt saadud tulemusi, mis selgitavad odrajahu toorglütserooliga asendamise mõju (0, 1, 2, või 3 kg/p) täisratsioonilises segasöödas lüpsilehmade söömusele, piimatoodangule ja vatsa keskkonnale, samuti Ellis jt. (2007) ülevaateartiklis toodud CH<sub>4</sub> produktsiooni prognoosivõrrandeid (aastatel 1964 - 2005 avaldatud 29 artikli koondandmed). Viimaste hulgast valiti toitefaktorite söömused näitajate alusel nii lüpsilehmadele sobivaid (n=6) kui kombineeritud (n=6), mis tuginevad nii lüpsilehmade kui lihavecistega tehtud katsetele. Mõlemal juhul võtavad prognoosivõrrandid arvesse sööda kuivaine, metaboliseeruva energia, NDF-i ning ADF-i söömuse ja/või ratsiooni koresööda sisalduse. Andmete statistiliseks analüüsiks kasutati segamudeleid programmis SAS (versioon 9.2, USA).

Läbiviidud analüüsi tulemused näitavad, et kui suurendada täisratsioonilises segasöödas toorglütserooli kogust odra arvelt, siis võrrandid, mis baseeruvad energia söömusel, ADF-i söömusel, ratsiooni koresööda sisaldusel või nende kombinatsioonil, prognoosivad metaani emissiooni vähenemist (P<0,01) ning võrrandid, mis baseeruvad ratsiooni kuivaine söömusel ja/või NDF-i söömusel, prognoosivad selle metaani suurenemist (P<0,01). Viimane võib olla tingitud asjaolust, et toorglütserooli saanud loomad sõid kuivainet võrreldes kontrollrühmaga keskmiselt 0,9 kg/päevas

rohkem. Sellele võimalusele viitavad ka kirjanduses toodud andmed, kus leiti positiivne seos kuivaine söömuse ja metaani emissiooni vahel (Ellis jt, 2007). Üldistades teaduskirjanduses toodud andmeid võime väita, et enamus metaani emissiooni prognoosivatest võrranditest baseeruvad ratsiooni kuivaine söömusel. Samas ei arvesta need kõiki söödaratsiooni erisusi peegeldavaid näitajaid ning täpsemate tulemuste saamiseks tuleks kasutada ka ratsiooni toorrasvasisaldust ja piima rasvahappelist koostist.

*Uurimistöö on läbi viidud OÜ Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskuse projekti EU30002 raames.*

## **Kasutatud kirjandus**

Ellis, J.L., Kebreab, E., Odongo, N.E., McBride, B.W., Okine, E.K., France, J. 2007. Prediction of methane production from dairy and beef cattle. *J. Dairy Sci.*, 90:3456–3467.

Johnson, K.A., Johnson, D.E. 1995. Methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.*, 73: 2483-2492.

Kass, M., Ariko, T., Kaart, T., Rihma, E., Ots, M., Arney, D., Kärt, O. 2012. Effect of replacement of barley meal with crude glycerol on lactation performance of primiparous dairy cows fed a grass silage-based diet. *Livest Sci.*, 150: 240-247.

# PIIM KUI TOIT, TÖÖTLEMISE MÕJU TOITAINETE KVALITEEDILE

Tiiu-Maie Laht  
Tallinna Tehnikaülikool, keemiainstituut  
tiiu.laht@kbfi.ee

Imetajate evolutsioon on kestnud vähemasti kolmsada miljonit aastat. Nii kaua on muutunud ja täiustunud piima koostis, mis on imetaja järglase esmaseks toiduks, sisaldades kõiki rakkude ehitamiseks ja funktsioneerimiseks vajalikke aineid. Piima koostisainetena on praeguseks kvantitatiivselt määratud üle 200000 erineva keemilise aine, mis jaotuvad erinevate kolloidolekute ja tõelise lahuse vahel. Vees, mis on piima põhiline koostisaine, on lahustunud laktoos, vadakuvalgud, paljud mineraalid ja vitamiinid. Piimavalkudest on kaseiinid pakendatud vees lahustumatuteks partikliteks nn. kaseiini mitsellideks, mille struktuuri on seotud ka enamuse kaltsiumis, magneesiumis ja fosfaatidest, et tagada nende parem omastatavus: kaseiini hüdrolüüsil tekkivad peptiidid aitavad kaltsiumi ja fosfaate transportida läbi sooleseina. Hüdrofoobsed ained, lipiidid, on piimas emulgeeritud rasvagloobulitena, mis on ümbritsetud kolmekihilise membraaniga ja millede tuumas on triglütseriidid. Rasvagloobuli membraan on keerulise koostisega, selles leidub palju glüko- ja lipoproteiine, fosfolipiide, steroole ja ka mõned olulised mikroelemendid nagu vask ja seleen. Membraan kaitseb tuumas olevaid triglütseriide enneaegse lagundamise eest bakteriaalsete ja piima koostises leiduvate lipaaside poolt.

Domineeriva piimavalgu kaseiini primaarne funktsioon on varustada imetaja järglast aminohapete ja mineraalidega. Avatud struktuur võimaldab hea juurdepääsu seedefermentidele. Vadakuvalkudel (laktoglobuliinid, laktalbumiin, immunoglobuliinid) on mitmeid spetsiifilisi funktsioone, enne kui needki saavad aminohapete allikaks. Organismi arengu seisukohalt väga olulised valgud paiknevad rasvagloobuli membraanis, närvikasvufaktorid, rakkude kasvufaktorid, ensüümid, redokspotentsiaali modulaatorid. Süsivesikutest domineerib piimas disahhariid laktoos, leidub ka erinevaid oligosahhariide. Piim on kõige mitmekesisem ja täiuslikum toiduaine, milles koostisainete hulgad varieeruvad vastavalt järglase kasvukiirusele, kuid koostisainete funktsioonid ja struktuur säilib. Seetõttu saab inimene

kasutada toiduks teiste imetajate piima, varases eas on ainult vaja komponentide proportsioone kohandada.

Kuna rinnapiimas on oluliselt vähem valku ja mineraale, siis on vaja neid komponente lahjendada, rasva osakaal on sama, seega peaks imikusegude valmistamisel lähtuma rasvasest lehmapiimast. Piimarasv on oluline toitaine ka täiskasvanutele ja vanuritele, kellel on seedefermentide sekretsioon puudulik mõnede haiguste (ärritatud soole sündroom, pankreatiit, tsöliaakia, jt.) tõttu. Kuna piimas leidub alati baktereid, siis on kaasajal kehtestatud toorpiima varumisel ranged mikrobioloogilise kvaliteedi nõuded. Eriti rangelt kontrollitakse farme, mis turustavad toorpiima. Samas ei tohiks unustada, et toorpiimas on säilitanud funktsionaalsuse paljud valgud ja ka vitamiinide sisaldus on kõrgem, sest kuumtöötlusel muutub valkude struktuur ja lagunevad vitamiinid.

Prantsuse teadlaste uurimusest selgub, et ka piimavalkude potentsiaalne allergeensus suureneb kuumtöötlusega, sest tingituna struktuuri muutusest aeglustub nende lagundamine peensooles ja pikad peptiidid, mis põhjustavad allergilist reaktsiooni, adsorbeeritakse vereringesse. Eestis on veel säilinud toorpiima toiduks tarvitamise traditsioon. Toorpiima tarvitamisest saadav kasu kaalub kindlasti üles patogeensetest mikroobidest tuleneva potentsiaalse ohu.



# ANALÜÜSID TOMATIGA RIKASTATUD LIHATOODETEST

Dea Anton\*, Riina Soidla, Tõnu Püssa

Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

\* dea.anton@emu.ee

## Sissejuhatus

Taimsete lisanditega on võimalik muuta lihatooteid tervislikumaks, täiendades toodete koostist kiudainete, antioksidantide, vitamiinide ja bioaktiivsete ainetega (Olmedilla-Alonso jt., 2013). Tomat, sisaldades rikkalikult lükopeeni, võib olla üheks köögiviljaks, mille abil on võimalik lihatooteid rikastada nii karotenoidide kui ka polüfenoolidega. Taimsete lisandite kasutamisel tuleb meeles pidada, et oma keemiliselt koostiselt võivad erinevate aastate saagid olla erinevad. Tomatipastas on lükopeeni sisaldus tunduvalt kõrgem kui värsketes tomatites ning termilise töötamise käigus lükopeeni molekul isomeriseerub, mis omakorda muudab selle ühendi organismile paremini omastatavaks.

Tarbijate jaoks on lihatoodete välimus, värvus ja tekstuur esmamulje saamiseks ning ostuvalikute tegemisel väga oluline. Lihale ja lihatoodetele on omane teatud aja möödumisel iseloomuliku punase värvuse kadu, selle vältimiseks lisatakse toodetele lisaaineid. Naatriumnitriti lisamisel lihatoodetele tekib iseloomulik lõhn ning roosakas värvus, lisandub nitriti antioksidatiivne toime ning pärssub toidupatogeenide, eriti *Clostridium botulinum* 'i kasv. Lisaks kasulikele funktsioonidele on aga jääknitrit lihatoodetes potentsiaalseks terviseriskiks – methemoglobiini või nitrosamiinide tekkimise kaudu. Mitmetes teadusuuringutes on tehtud katseid alandada nitriti koguseid ning seda osaliselt asendada looduslike lisanditega. Deda jt. (2007) leidis oma katsetes, et lisades viineritele 12% tomatipastat on võimalik saavutada atraktiivne värvus, muuta tooteid tervislikumaks ning alandada lisatava nitriti kogust. Eyiler & Oztan (2011) katsetes lisati viineritele tomatipulbrit, et hinnata tootes oksüdeerumisprotsesside muutust ning võimalusi lisatava nitriti koguse vähendamiseks. Østerlie & Lerfall (2005) katsetest selgus, et hakklihale naturaalse, tomatipastast või -pulbri pärit lükopeeni lisamisel muutus toode punakamaks ja säilitamisel rääsus vähem. Samas alandas

happeliste omadustega tomatipasta hakkliha pH-d, pidurdas mikroobide kasvu ning tõstis säilivuse stabiilsust, toode muutus tervislikumaks ning paranes maitse ja värvus.

Termiliselt töödeldud tomatitoodetest võime kaubandusest osta konserveeritud tomateid, tomati mahla, tomatipastat, letšot, erinevaid ketšupeid ja tomatikastmeid. Kalatoodetele on tomatit lisatud peamiselt kastmena. Piimatoodetest on toodetud tomati lisandiga sulatatud juustusid. Meie turul on üksikuid lihatooteid, mille koostises on lisandina kasutatud kas tomatipastat, pastagraanuleid või tomatipulbrit, kuid need tooted püsivad turul lühikest aega. Selle üheks põhjuseks võib olla tarbija vähene teadlikkus toote lisaväärtusest. Käesoleva artikli eesmärgiks ongi teavitada tootjaid ja tarbijaid tomatipastaga rikastatud lihatoodete keemilisest koostisest, toodete lisaväärtusest ning inimese tervisele kasulikest komponentidest.

## **Materjal ja meetodid**

Katsematerjaliks olid kaubandusest ostetud tomatipastaga rikastatud lihatooted: Pasteedivõie ja Pasteedivõie tomatiga, Saiakate ning konservid Maksapasteet ja Tomatimaitseeline maksapasteet (viimased ostetud ja kromatograafiliselt analüüsitud 2011.a.). Kahte esimest toodet hinnati sensoorselt, analüüsiti keemiliselt 5 päeva enne viimast müügikuupäeva ning viimasel müügikuupäeval. Määrati toodete pH, lükopeeni ja  $\beta$ -karoteeni sisaldus, toote antioksüdantsus ning analüüsiti kromatograafiliselt tomatile iseloomulike polüfenoolide leidmiseks.

### **pH määramine**

1 g toodet homogeniseeriti 9 ml destilleeritud veega ning pH väärtus mõõdeti eelnevalt kalibreeritud pH-meetriga Consort C833.

### **Karotenoidide määramine**

Lükopeeni ekstraheerimiseks lisati 1 grammile tootele 25 ml heksaani/etanooli/atsetooni segu (mahuvahekorras 2:1:1) ning loksutati Biosan Multi RS-60 rotaatoris 30 minutit, seejärel lisati 10 ml destilleeritud vett, loksutati käsitsi veel 2 minutit ning jäeti seisma, et kihistuksid polaarne ja mittepolaarne faas. Katsuti ülemisest kihist kanti umbes 2 ml spektrofotomeetri kvartsküveti ning mõõdeti neelduvus AnalyticJena Specord 200 spektrofotomeetriga

lainepikkusel 472 nm heksaani suhtes. Tulemused arvutati kasutades lükopeeni ja  $\beta$ -karoteeni molaarset ekstinktsioonikoefitsenti.

### **Kromatograafiline analüüs**

2 grammile tootele lisati 4 ml metanooli, homogeniseeriti, loksutati Biosan Multi RS-60 rotaatoris 30 minutit, tsentrifuugiti 10 minutit kiirusel 4000 pööret minutis (Eppendorf Centrifuge 5810 R), supernatant kanti üle teise katsutisse, lisati kahel korral 2 ml heksaani, loksutati, jäeti seisma ning eemaldati pealmine heksaani kiht. Järelejäänud alumine metanoolikiht voolutati läbi SPE-koloni. Saadud ekstrakt analüüsiti Agilent 1100 vedelik-kromatograaf-mass-spektromeetriga (HPLC-DAD-ESI-MS/MS) polüfenoolsete ühendite määramiseks.

### **Antioksidantsuse määramine**

3900  $\mu$ l DPPH (1,1-difenüül-2-pikrüülhüdrosüül) metanooli lahusele ( $6,02 \times 10^{-5}$ M) lisati 100  $\mu$ l eelnevalt ettevalmistatud proovi ekstrakti ning mõõdeti neelduvus AnalyticJena Specord 200 spektrofotomeeriga lainepikkusel 515 nm metanooli suhtes. Reaktsiooni käigus proovis leiduvate antioksidantide toimel vabad radikaalid redutseeruvad, DPPH lahuse lilla värvus muutub heledamaks (kuni kollaseks) ning neelduvus langeb, olenevalt antioksidantsete ainete kontsentratsioonist. Mõõtmisi teostati 60 minuti jooksul iga 10 minuti järel kuni reaktsioon tasakaalustus. Neelduvuse pärssimise tulemused väljendati protsentides. Mida tumedamaks jäi lahuse värvus, seda vähem oli analüüsitavas proovis antioksidantseid ühendeid, mis oleks sidunud vabu radikaale.

### **Sensoorne analüüs**

Tarbija arvamuse saamiseks teostati sensoorne analüüs, millest võtsid osa toiduhügieeni ning toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna üliõpilased ja õppejõud. Kokku 30-l hindajal (25 naist, 5 meest) paluti anda oma arvamus toote välimusele, lõikepinna värvusele, konsistentsile, lõhnale ja maitsele 9-palli süsteemis.

## Tulemused ja arutelu

### Toodete pH

Modzelewska-Kapituła (2012) ning Eyiler & Oztan (2011) näitasid, et tomatipasta lisamine alandab proportsionaalselt toodete pH-d. Ka meie kaubandusest ostetud toodete koostise põhjal saame väita, et olenevalt lisatud tomatipasta kogusest alaneb ka toodete pH (Tabel 1). Tomatipasta on happeliste omadustega (pH 4,0-4,6) tulenevalt tomatite suhteliselt madalast pH-st.

**Tabel 1.** Keemiliste analüüside tulemused.

Toote nimetus	pH	Lükopeen mg/100g	β-karoteen mg/100g	Klorogeenhape mg/100g	Rutiin mg/100g	Naringeniin mg/100g
Pasteedivõie	6,67 ± 0,08	-	-	-	-	-
Pasteedivõie tomatiga	6,12 ± 0,08	1,1 ± 0,04	0,74 ± 0,02	0,10	0,50	0,73
Saiakate	5,75 ± 0,05	2,0 ± 0,12	1,41 ± 0,14	0,51	0,29	0,50

### Lükopeeni ja β-karoteeni sisaldus

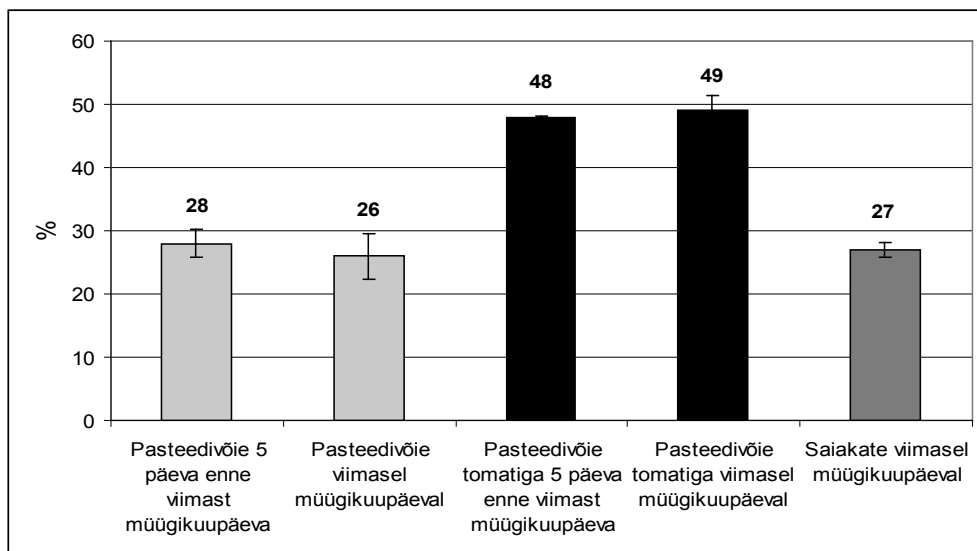
Lükopeeni ja β-karoteeni kogused lihatoodetes olenevad lisatud tomatipasta kogusest ja nende karotenoidide sisaldusest pastas. Meie analüüside põhjal (Tabel 1) võib väita, et Saiakattes oli tunduvalt rohkem tomatipastat kui tomatiga pasteedivõides.

Erinevate maade uuringute andmetel võib toiduga saadud lükopeeni kogus olla 0,5-5 mg päevas. Inimesed, kes tarbivad rohkesti tomatit või tomatitooteid (kastmed, ketšup), milles võib lükopeeni sisaldus olla 16-55 mg/100g, võivad saada kuni 20 mg päevas, mida peetakse suhteliselt suureks koguseks.

### Antioksidantsus

Kaubandusest ostetud sama viimase müügikuupäevaga tooteid Pasteedivõie ja Pasteedivõie tomatiga analüüsiti 5 päeva enne viimast müügikuupäeva ning viimasel müügikuupäeval, et hinnata toodete antioksidantsust ja selle võimalikku alanemist toodete säilivusaja lõpus. Joonisel 1 toodud tulemuste põhjal võib esialgselt väita, et tomati lisandiga toodete antioksidantsus oli kõrgem ja püsis stabiilsemana, kuid selle väite kinnitamiseks on

vaja teostada rohkem analüüse. Saiakatte madalamat antioksidantsust ei oska siinkohal selgitada, teiste analüüsides tulemused viitavad vastupidiselt kõrgematele karotenoidide ja polüfenoolide sisaldustele.



**Joonis 1.** Lihatoodete antioksidantsus DPPH vaba radikaali sidumise meetodil.

Toodete pakendimärgistuse kohaselt on Pasteedivõide koostisesse lisatud säilitusainena naatriumnitritit ning antioksidantidena ka askorbiinhapet ja naatriumaskorbaati, mis aga tomatiga pasteedivõides ja saiakattes puuduvad. Siinkohal peame rõhutama, et analüüsivad tooted ei olnud spetsiaalselt võrdluskatseteks valmistatud, vaid kaubandusest ostetud erinevate ettevõtete iseseisvad tooted, mille täpset tomatipasta lisatud kogust toote koostises märgitud pole.

### Sensoorse analüüsi tulemused

Katsematerjaliks olid ühe ettevõtte 2 toodet: Pasteedivõie ja Pasteedivõie tomatiga, mis pakendi märgistusel oleva info kohaselt on nii põhikomponentide koguste kui ka lisaainete koostise poolest väga erinevad. Toiteväärtuselt annab 100 g Pasteedivõiet 22 kcal/84 kJ rohkem energiat kui Pasteedivõie tomatiga, sisaldades 0,8 g vähem valku, 3,2 g rohkem süsivesikuid ning 2,2 g rohkem rasva.

Sensoorses analüüsil hinnati toodete omadusi 9-palli süsteemis (9 – ülihea, 8-väga hea, 7-hea, 6-üsna hea, 5-rahuldav, 4- üsna halb, 3- halb, 2-väga halb, 1-mitterahuldav). Tabelis 2 on esitatud 30 hindaja antud tulemuste keskmised väärtused. Mõlemad tooted said koondhindeks üle 6 palli (üsna hea).

**Tabel 2.** Sensoorse analüüsi tulemused.

Toote nimetus	Hindajad	Välimus	Lõikepinna värvus	Lõhn	Konsistents	Maitse	Kokku
Pasteedivõie	Naised	6,4	6,3	6,4	6,4	5,8	6,2
	Mehed	7	7,6	7,4	8	7,6	7,7
	Kokku	6,5	6,5	6,6	6,7	6,1	6,5
Pasteedivõie tomatiga	Naised	6,2	6,4	6,8	6,6	6,1	6,4
	Mehed	5,8	6,8	7,8	6	6,8	6,7
	Kokku	6,1	6,4	7,0	6,5	6,2	6,4

Mehed (M) hindasid tooteid kõrgemate hinnetega kui naised (N): pasteedivõie - N 6,2 ja M 7,7; tomatiga pasteedivõie - N 6,4, M 6,7 ning eelistasid pigem ilma tomatita varianti. Tänu meeste poolt antud kõrgematele hinnetele, olid 30 hindaja keskmised punktid tavalisele pasteedivõiele 0,1 punkti võrra kõrgemad kui tomatiga pasteedivõiele, vastavalt 6,5 ja 6,4 punkti. Toote koondhindest madalamaid punkte anti toodete maitsele, kõrgemaid aga konsistentsile ja lõhnale.

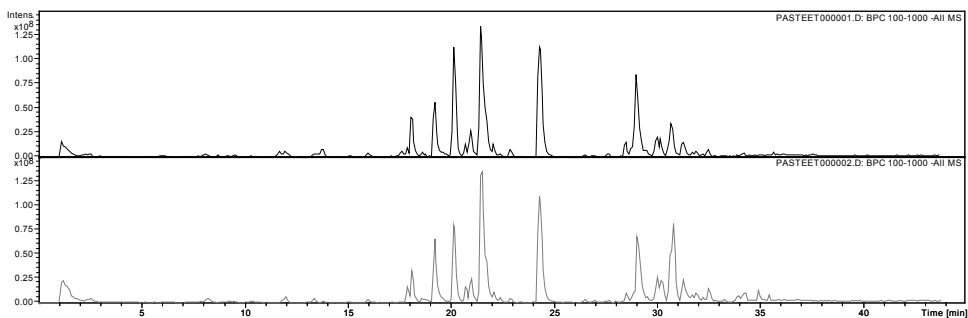
Toodete välimuse ja lõikepinna värvuse osas ei meeldinud hindajatele toodete ebauhtlane värvus (välispinnal heledad triibud; pasteedivõie liiga roosa; kesta all tumedam, hallikam kiht, seest roosakam), mis võib tuleneda vorstikesta valguse läbilaskvusest. Samas meeldis hindajatele, et tomatiga pasteedivõide värvus oli erksam, punakam.

Pasteedivõide puhul, vastupidiselt meestarbijatele (N 5,8; M 7,6), oleks naistarbijaid soovinud rohkem maitset, soolasust, toode tundus neile rasvane ning häiris maksale omane kibe, mõrkjas maitse. Ka toote lõhna osas olid naised kriitilisemad kui mehed, soovides tugevamat, iseloomulikumat lõhna. Kuigi tomatiga pasteedivõide maitset ja lõhna peeti meeldivamaks, arvasid mõned, et tomati maitset on liiast, teised pidasid aga väheseks.

Pasteedivõide konsistents oli tihedam ja toode lõigatav, mehed hindasid seda kõrgemalt (8- väga hea) kui tomatiga variandil (6- üsna hea), kuid mõlemad tooted olid hea määratavusega. Ilma tomatita pasteedivõide puhul oli tajutav maksa sõmerus ning tomatiga pasteedivõie andis suus pehmema aistingu.

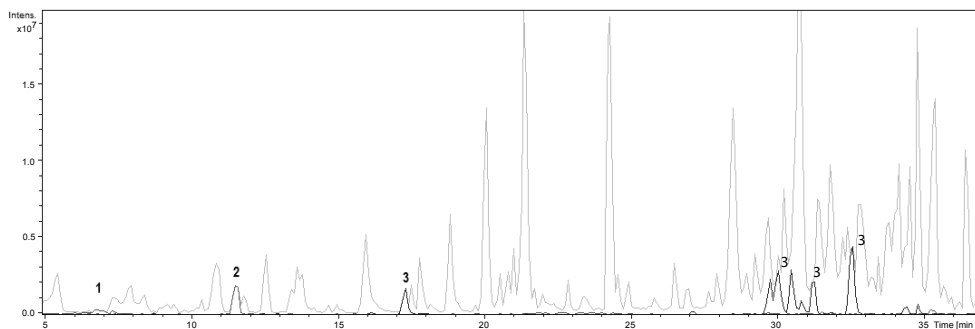
### Kromatograafilised analüüsid

Kahe konserveeritud lihatoote Maksapasteet ja Tomatimaitseeline maksapasteet kromatograafiliste analüüside tulemuste võrdlemisel (Joonis 2) ei olnud võimalik näidata, et tomatipasta lisamisel lisanduksid tootesse ka tomatis leiduvad polüfenoolid. Toodete koostised olid sarnased, ainsa erinevusena oli Tomatimaitseelise maksapasteedi koostises tomatipasta ning lisained E450 ja E621. Mõlema toote koostises oli ka porgand ja sibul, mis samuti sisaldavad flavonoide. Pakendil oli märgistamata tomatipasta kogus ning sellest võib järeldada, et lisatud tomatipasta kogus oli liiga väike, et oleks polüfenoolide kaudu selgemalt väljendunud erinevused kahe toote vahel. Samuti tuleb arvestada, et konserveerimisel töötlemisel kõrgel rõhul ja temperatuuridel võivad olla mõned ained keemiliselt muutunud.

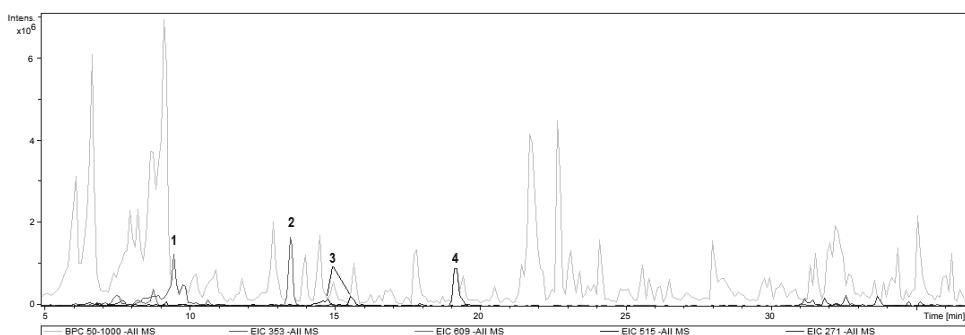


**Joonis 2.** Konserveeritud Maksapasteet (I) ja Tomatimaitseeline maksapasteet (II) kromatogrammide võrdlus.

Toodete Pasteedivõie tomatiga (Joonis 3) ja Saiakate (Joonis 4) kromatogrammides oli aga võimalik identifitseerida tomatis leiduvaid peamisi ja kõige suurema kontsentratsiooniga polüfenoolide. Identifitseeritud ühendite piigid on kromatogrammil näidatud numbritega.



**Joonis 3.** Pasteedivõie tomatiga. Tomatipastaga tootesse lisandunud polüfenoolid: 1 -klorogeenhape, 2 -rutiin (kvertsetiini rutinosiid), 3 -naringeniin.



**Joonis 4.** Saiakate. Tomatipastaga tootesse lisandunud polüfenoolid: 1 -klorogeenhape, 2 -rutiin (kvertsetiini rutinosiid), 3 -dikofeinüülkiinahappe isomeerid I ja II, 4 -naringeniin.

Tulemustest nähtub (Joonis 4 ja Tabel 1), et Saiakattes on tomatipasta kogus suurem, sellest tulenevalt oli võimalik identifitseerida, kuigi madalates kontsentratsioonides dikofeinüülkiinahappe kahte isomeeri, mis on kromatogrammis märgitud nr 3. Klorogeenhape (nr 1), rutiin (nr 2) ja naringeniin (nr 4) on peamisteks fenoolseteks ühenditeks tomatis. On hea tõdeda, et nimetatud ained on vastu pidanud tomatite tomatipastaks töötlemise ja lihatoodete valmistamise tehnoloogilistele protsessidele.



## Kokkuvõte

Tomatipasta lisamisega on võimalik muuta lihatoodete energeetilist väärtust - alandada rasvade ning suurendada valkude ja süsivesikute osatähtsust.

Lihatoodetesse tomatipasta lisamine muudab toote värvust punakamaks, lõhna meeldivamaks ja maitse mahedamaks, parandab konsistentsi, andes tootele parema määratavuse, langetab toodete pHd, suurendab antioksidantsust, lisanduvad organismile kasulikud karotenoidid ja polüfenoolid.

Paljud tarbijad eelistavad naturaalsete värvidega saavutatud toote välimust, seda enam kui ka teatakse, et taimsed pigmendid ning polüfenoolid on head antioksidandid ning aitavad inimorganismis vältida vabast radikaalidest põhjustatud tervisehäireid. Mitmetes teadusuuringutes on leitud seoseid lükopeeni sisaldavate toitude söömise ja südameveresoonkonnahaiguste ning eesnäärmevähi vältimise vahel. Lihatoodete rikastamine tomatipastaga loob juurde uusi võimalusi toiduga tervisele kasulike bioaktiivsete ühendite saamiseks.

## Kasutatud kirjandus

Deda, M.S., Bloukas, J.G., Fista, G.A. 2007. Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters. *Meat Science*, 76: 501 – 508.

Eyiler, E., Oztan, A. 2011. Production of frankfurters with tomato powder as a natural additive. *LWT –Food Science and Technology*, 44: 307 – 311.

Modzelewska-Kapituła, M. 2012. Effects of tomato powder on color, lipid oxidation and sensory properties of comminuted meat products. *Journal of Food Quality*, 35: 323-330.

Olmedilla-Alonso, B., Jiménez-Colmenero, F., Sánchez-Muniz, F.J. 2013. Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Science*, 95: 919 – 930.

Østerlie, M., Lerfall, J. 2005. Lycopene from tomato products added minced meat: Effect on storage quality and colour. *Food Research International*, 38: 925 – 929.

# TAIMEEKSTRAKTIDE KASUTAMINE TOIDUS JA KOSMEETIKATOODETES

Piret Raudsepp<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

<sup>2</sup>Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut

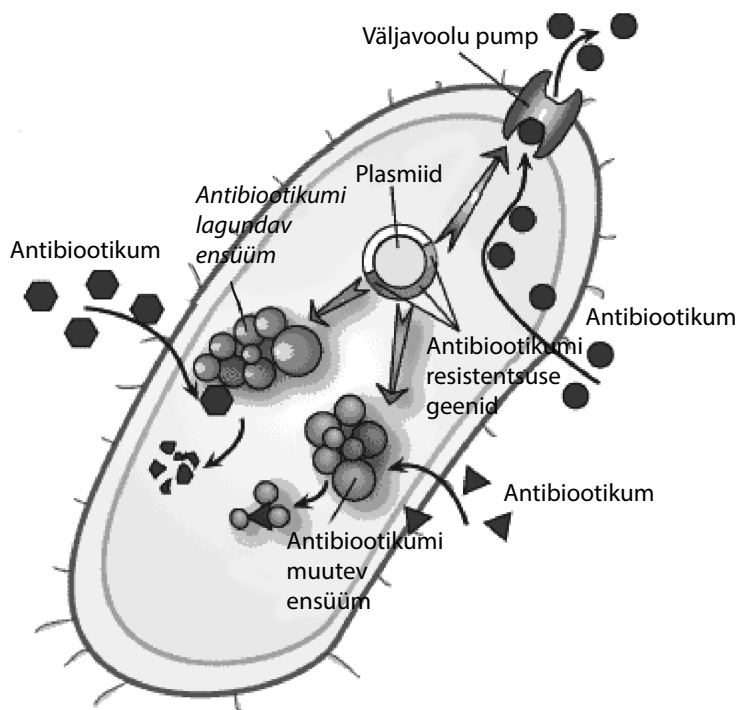
piret.raudsepp@emu.ee

## Sissejuhatus

Taimi on kõikjal maailmas kasutatud toidu säilivuse parandamiseks. Peamiselt on selleks otstarbeks kasutatud vürtsikaid, eeterliku õli sisaldusega taimi nagu sugukondadesse huulõielised (nt. rosmariin *Rosmarinus officinalis* L. ja basiilik *Ocimum basilicum* L.), sarikalised (nt. köömen *Carum carvi* L.) korvõielised (nt. teekummel *Chamomilla recutita* L. ja lõhnav kummel *C. suaveolens* L.) ja sõstralised (nt. must sõstar (*Ribes nigrum* L.) kuuluvaid taimi või ka päris vürtsitaimedena tuntud musta pipart (*Piper nigrum* L.), nelki (*Syzygium aromaticum* [L.] Merr et L. M. Perry), loorberit (*Laurus nobilis* L.), kaneeli (*Cinnamomum camphora* [L.] J. Presl), aga ka erinevaid maa-aluseid taimeosi: kurkumit ehk harilikku kollajuurt (*Curcuma longa* L.), ingverit (*Zingiber officinale* Rosc.), sigurit (*Cichorium intybus* L.) küüslauku (*Allium sativum* L.), mädarõigast (*Armoracia rusticana* Gaertn. et al.) jne. Maailma eri paigus on kasutatud esmalt just piirkonnale omaseid taimi, millele hiljem on lisandunud ka kaugematest paikadest pärit taimed, ja kokku on neid, lisaks ülal loetletutele, tõesti väga palju. Toidu säilivuse parandamine võib toimuda läbi kahe erineva mehhanismi: 1) antibakteriaalse toime ja 2) peamiselt lipiidide, aga ka valkude oksüdeerumise pidurdamise. Mõlemat toimet on võimalik rakendada nii toiduainete kui ka näiteks rasva või õli baasil valmistatud kosmeetikavahendite säilivuse parandamisel. Peab vaid silmas pidama, millist taime, millises toidus või kosmeetikumis sobib kasutada ning ohutuid, samas tõhusaid droogi koguseid.

## Antimikroobse toime saavutamine

Bakterid on maakeral kõige kauem elanud organismid ja pika aja jooksul on neil arenenud ka palju erinevaid mehhanisme enda kaitsmiseks ja paljunemise tagamiseks. Bakterid toodavad näiteks antibiootilisi ühendeid degradeerivad või muutvaid ensüüme või pumpavad antimikroobsed ühendid lihtsalt rakust välja (Joonis 1) (Byarugaba, 2009). Seetõttu on raske leida antimikroobseid ühendeid, mis on jätkusuutlikud ja alati ning igal juhul toimivad.



**Joonis 1.** Erinevad antimikroobsete toimetainetega kohanemise mehhanismid bakteritel.  
<http://www.chembio.uoguelph.ca> (Byarugaba, 2009)

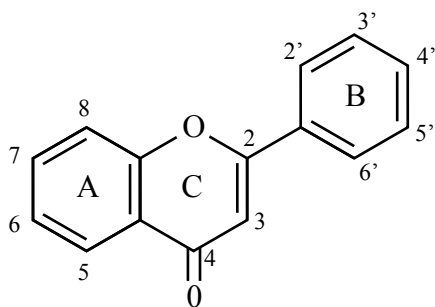
Hoolimata bakterite kiirest kohanemisest antibakteriaalsete ühenditega on eri maades, toidu säilitamiseks või ka haavade bakteriaalse saastumise vältimiseks, pikka aega edukalt kasutatud erinevaid taimi. Rauha jt. on oma mahukas uurimustöös 2000. aastal analüüsinud kokku 29 erineva taimeekstrakti antimikroobset toimet bakteriliikide: *S. aureus* (toodab

toiduainetesse toksine, mis põhjustavad toidumürgitusi), *S. epidermidis* (põhjustab biofilmide teket kirurgilistel implantaatidel ja infektsioone), *B. subtilis* (kuulub normaalsesse seedesüsteemi mikrofloorasse, võib põhjustada nõrgenenud immuunsusega inimestel toidumürgitust), *M. luteus* (võib põhjustada nõrgenenud immuunsusega inimestel toidumürgitust) ja *E. coli* (virulentsed tüved võivad põhjustada gastroenteriiti, seedetraktinakkuseid, ja imikute meningiiti) ning seeneliikide *A. niger* (eoste sisse hingamine võib põhjustada erinevaid kopsuhaiguseid kuni surma) ja *C. albicans* (põhjustab inimestel suu ja genitaalide infektsioone) suhtes (Rauha jt. 2000). Uuritud taimeliikide hulgas olid nt. angervaks (*Filipendula ulmaria* L.) ja ahtalehine põdrakanep (*Epilobium angustifolium* [L.] Scop) mis on tugevat antimikroobset toimet avaldanud *S. aureuse* ja *E. coli* suhtes; aedliivatee (*Thymus vulgaris* L.), mis on tugevat antimikroobset toimet avaldanud *E. coli* suhtes. Hariliku mustika (*Vaccinium myrtillus* L.) ja jõhvika (*V. oxycoccus* L.) marjad on avaldanud nõrka antimikroobset või bakteriostaatilist toimet *S. aureuse* ja *E. coli* suhtes. Hariliku männi (*Pinus sylvestris* L.) ja sookase (*Betula pubescens* Ehrh.) okkad ja lehed on avaldanud tugevat antimikroobset toimet *S. aureuse* suhtes. Antud uurimuses avaldas keskmist toimet *C. albicans* suhtes vaid harilik kukesaba (*Lythrum salicaria* L.).

Oluline on toidus kasutatavate antimikroobse toimega taimede puhul jälgida, et ei pärsitaks inimesele kasulike, nt. probiootiliste, bakterite kasvu. Raudsepp jt. on 2013 aastal ilmunud uurimustöös mõõtnud 6 erineva taime-liigi antioksidantset ja antimikroobset toimet patogeensete bakteriliikide: *B. subtilis*, *K. rhizophila* (= *Micrococcus luteus*, ATCC 9341), *L. monocytogenes*, *E. coli*, *C. jejuni* ning probiootiliste bakterite *B. bifidum* ja *L. acidophilus* suhtes (Raudsepp jt., 2013). Antud uurimustöös kasutati ka selliseid taimeekstrakte, mida võib otse toidus kasutada, kuna kasutatud solvendid olid selleks sobilikud etanool ja vesi. Uurimustöö tulemusel selgus, et 30% etanooli sisaldusega vesiekstraktidel oli veidi parem antimikroobne toime, kui vesitõmmistel ning taimedest tugevaima antimikroobse toimega oli rabarberi (*Rheum rhaponticum* L.) juurikas. Söödava kuslapuu (*Lonicera caerulea* L.) ja musta sõstra (*Ribes nigrum* L.) marjad avaldasid keskmist antimikroobset toimet *B. subtilis*, *K. rhizophila*, *L. monocytogenes* ja *E. coli* suhtes, samas ei pidurdanud nad probiootilise bakteri *B. bifidum* kasvu, mis võimaldab mainitud taimede marju edukalt kasutada ka probiootilistes piimatoodetes.

Tugevaima antioksüdantse toimega olid antud uurimuse kohaselt rabarberi varred ja seda nii askorbiinhappe kõrge sisalduse kui ka polüfenoolsete ühendite sisalduse tõttu.

Antimikroobset toimet seostatakse taimede puhul polüfenoolide, eriti flavonoidide (Joonis 2) rühma kuuluvate ühendite sisaldusega ja nende ühendite bakterite elutegevust pärssiva toimega (Cushine jt., 2011; Daglia, 2012, Orhan jt., 2010). Flavonoidide hulka kuuluvate ühendite *galangin* ja *pinoembrin* toimega on seletatav ka näiteks taruvaigu ehk propolise antimikroobne toime (Cushine jt. 2005). Polüfenoolseid ühendeid leidub kõigis taimedes (Raal, 2010a, Raal, 2010b), seega võib heade, toidus või mujal kasutatavate, antimikroobsete ühendite ja ka neid sisaldavate taimede otsing jätkuda, seda ka seetõttu, et polüfenoolsetel ühenditel on lisaks antimikroobsele toimele ka antioksüdantseid omadusi ning farmakoloogilisi toimeid.



**Joonis 2.** Flavooni tuum, mis on flavonoidide struktuuri aluseks (Cushine jt., 2005).

#### Antioksüdantse toime saavutamine

Antioksüdantse toimega ühendid pidurdavad peamiselt rasvade ja õlide rääsumist ja seeläbi pikendavad neid sisaldavate toodete säilivusaega, sealjuures säilitavad tootele omast lõhna ja maitset. Antioksüdantne toime võib jätkuda ka sellise antioksüdante sisaldava toote söömisel või välispidisel kasutamisel kasutaja organismis.

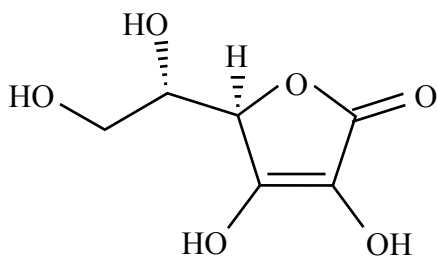
Antioksidantse toimega ühendid jaotuvad oma toimekeskkonna järgi kahte rühma:

I) Vees lahustuvad ehk vesikeskkonnas toimivad antioksidantsed ühendid (nt. askorbiinhape ja polüfenoolsed ühendid)

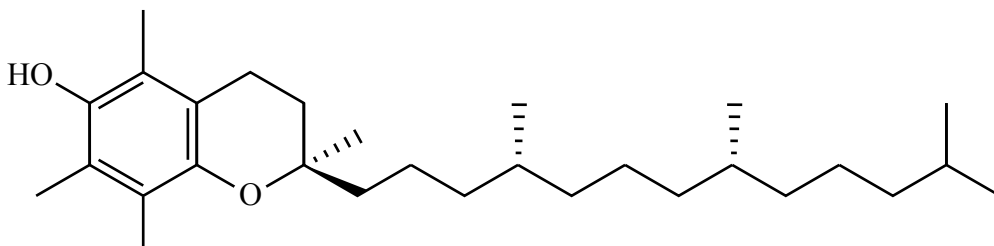
II) Lipiidses keskkonnas toimivad antioksidantsed ühendid (nt. tokoferoolid ehk E-vitamiin, karotenoidid ja samuti polüfenoolsed, eriti flavonoidide rühma kuuluvad ühendid)

Antioksidantseid ühendeid võib vaadelda ka nende toimemehhanismi järgi:

I) Antioksidandina toimib selline molekul, mis loovutab kergesti  $H^+$  iooni, mis saab seostuda vaba radikaali paardumata elektroniga. Selline molekul peab sisaldama konjugeeritud kaksiksidemeid ja OH rühmi, et ei muutuks ise vabaks radikaaliks. Näiteks võib tuua askorbiinhappe (Joonis 3), mida leidub tsitruseliste viljades, musta sõstra marjades ja rabarberis, E-vitamiini ehk  $\alpha, \beta, \gamma$  ja  $\delta$  tokoferoolid, mida leidub taimeõlides, seega ka seemnetes ja idudes. ning polüfenoolide hulka kuuluvatest ühenditest flavonoidid (Joonis 2):

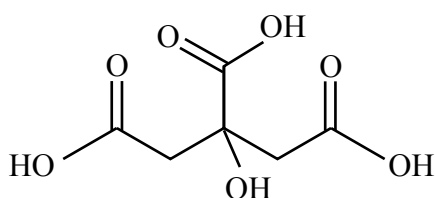


**Joonis 3.** Askorbiinhape ( $C_6H_8O_6$ )



**Joonis 4.** Alfa-tokoferool ( $C_{29}H_{50}O_2$ )

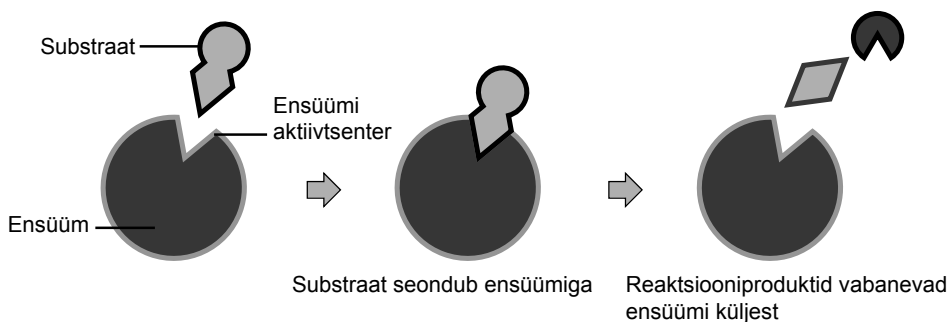
**II)** Antioksidandina võib toimida ka molekul, mis kelateerib e. seob endaga oksüdeerijatena toimivaid metalli ioone  $\text{Fe}^{3+}$  ja  $\text{Cu}^{2+}$ . Sellise mehhanismi abil toimib antioksidandina näiteks sidrunhape (Joonis 5), mida leidub paljudes marjades ja puuviljades või ka mõned flavonoidide hulka kuuluvad ühendid (Joonis 2) nt. antotsüaanid, mida leidub hariliku mustika, musta sõstra, põldmarja (*Rubus caesius* L.), söödava kuskalpuu, musta aroonia (*Aronia melanocarpa* L.) või ka muude siniste, punaste või lillade marjadega taimedes või seda värvi õites.



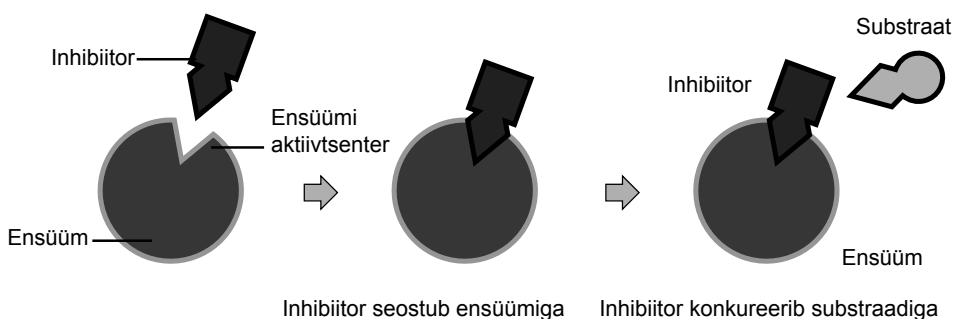
**Joonis 5.** Sidrunhape ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ )

**III)** Antioksidandina võib toimida ka molekul, mis inhibeerib oksüdeerivaid ensüüme (Joonis 6), nt. mõned peptiid piimas inhibeerivad oksüdeerivaid ensüüme.

(a) REAKTSIOON



(b) REAKTSIOONI INHIBEERIMINE (Inhibiitor ei lase substraadil ensüümiga seonuda)



**Joonis 6.** Ensüümi inhibeerimine.

[http://www.peptide2.com/peptide/Enzyme\\_wikipedia\\_the\\_free.htm](http://www.peptide2.com/peptide/Enzyme_wikipedia_the_free.htm)

## Taimeekstraktide kasutamine kosmeetikatoodetes

Nahapõletike ja akne ravimiseks on kasutatud hariliku puju (*Artemisia vulgaris* L.), basiiliku, hariliku herne (*Pisum sativum* L.), teekummeli ja sibula (*Allium cepa* L.) vesitõmmist; hariliku kõrvitsa (*Cucurbita pepo* L.) seemneõli, ja paljusid teisi taimi (Aburjai jt., 2003; Raal, 2010a ja 2010b). Taaskord on põletikuvastase ja nahka oksüdatiivsete kahjustuste eest kaitsva toimega neis taimedes olevad polüfenoolsed ühendid, aga ka eeterlikud õlid. Puhaste eeterlike õlide kosmeetikatootes kasutamise puhul on eriti oluline jälgida, et kasutatav kogus ei oleks liiga suur, kuna eeterlikud õlid võivad juba väga madalates kontsentratsioonides põhjustada naha- või hingamisteede ärritust (Aburjai jt., 2003).



Kim jt. on uurinud 100 erineva taime antioksidantset toimet, et tuvastada nende sobivust kosmeetikatoodetes kasutamiseks (Kim jt., 1997). Oma uurimuses vaatlesid nad taimi kui antioksidantse toime kandjaid või siis vabade radikaalide sidujaid ning leidsid, et 24 uuritud taime olid tugeva antioksidantse toime ja vabade radikaalide sidumise võimega. Nende 24 tugevama antioksidantse toimega taime hulgas olid näiteks ka valge peakapsas (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba* DC) harilik kollajuur, põõsaspojeng (*Paeonia suffruticosa* Andrews), pomerantsipuu (*Citrus aurantium* L.) ja hiina sidrunväändik (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.).

## Kokkuvõte

Maailma eri paigus kasutatakse väga erinevaid taimi nii antimikroobse, antioksidantse kui ka põletikuvastase toime saavutamiseks nii toidus kui ka kosmeetikavahendites. Palju on uuritud individuaalsete ühendite vastavaid toimeid, kuid majanduslikult otstarbekam on kasutada võimalikult vähe eeltöödeldud, taimest pärinevat ekstrakti, tõmmist või pulbrit, sealjuures on väga oluline silmas pidada, et taimes leiduvad muud ühendid ei oleks tarbijale mingilgi moel ohtlikud. Kõige lihtsam on sellisel juhul kasutada nii toidus kui ka kosmeetikavahendites selliseid taimi, mida on juba pikka aega toiduks kasutatud ja millede ohutus on seeläbi kinnitust leidnud. Kindlasti peab ka jälgima, et toidus või kosmeetikatootes kasutatav taimne materjal ei ole mikroobidega saastunud, selleks peab see olema eelnevalt kas kuum-töödeldud või teatud kontsentratsiooniga etanoolilahusega töödeldud. Mõningate maitsetaimede puhul kasutatakse ka taimse materjali kiiritamist, et seeläbi toormes olevad bakterid ja seeni hävitada, viimase meetodi puhul pole aga teada, kuidas see mõjutab taimedes olevate bioaktiivsete ühendite sisaldust.

## Kasutatud kirjandus

Aburjai, T., Natsheh, F.M. 2003. Plants used in cosmetics. *Phytother. Res.* 17:987-1000.

Byarugaba, D. K. 2009. Mechanisms of Antimicrobial Resistance in A. de J. Sosa et al. (eds.), *Antimicrobial Resistance in Developing Countries*, DOI 10.1007/978-0-387-89370-9\_2, Springer Science+Business Media, LLC 2009

Competitive inhibition. [http://www.peptide2.com/peptide/Enzyme\\_wikipedia\\_the\\_free.htm](http://www.peptide2.com/peptide/Enzyme_wikipedia_the_free.htm) vaadatud 30.12.2013.

Cushine T. P.T., Lamb, A. J. 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. *Int. J. of Antimicrobial Agents* 26 (2005): 343-356.

Cushine T. P.T., Lamb, A. J. 2011. Recent advantages in understanding the antibacterial properties of flavonoids. *Int. J. of Antimicrobial Agents*.38 (2011): 99-107.

Daglia, M. 2012. Polyphenols as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*. 23: 174-181.

Kim, B. J., Kim, J.H., Kim, H.P., Heo, M. Y. 1997. Biological screening of 100 plant extracts for cosmetic use (II): antioxidative activity and free radical scavenging activity. *Int. J. of Cosmetic Science*. 19: 299-307.

Orhan, D. D., Özçelik, B., Özgen, Z., Ergun F. 2010. Antibacterial, antifungal and antiviral activities of some flavonoids. *Microbiological Research* 165 (2010): 496-504.

Raal. A. 2010. *Farmakognoosia*. Tartu Ülikooli Kirjastus. Tartu. Lk 1-479.

Raal. A. 2010. *Maailma ravimtaimede entsüklopeedia*. Eesti Entsüklopeediakirjastus. Tln. Lk 1-1007.

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 (2013): 129-135.

Rauha, J-P., Remes, S., Heinonen, M., Hopia, A., Kähkönen, M., Kujala, T., Pihlaja K., Vuorela, H., Vuorela, P. 2000. Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *Int J. of Food Microbiology* 56 (2000): 3-12.

# LISTERIA MONOCYTOGENES TOIDUPATOGEENINA, SEONDUVAD RISKIFAKTORID NING EESTIS TEOSTATUD UURINGUD

Mihkel Mäesaar<sup>1,2\*</sup>, Mati Roasto<sup>1</sup>, Toomas Kramarenko<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

<sup>2</sup>Veterinaar- ja Toidulaboratoorium

\* mihkel.maesaar@student.emu.ee

## Sissejuhatus

Perekonda *Listeria* (*L.*) kuuluvad grampositiivsed, spoore mittemoostavad, fakultatiivselt anaeroobsed bakterid: *L. monocytogenes*, *L. ivanovii*, *L. seeligeri*, *L. innocua*, *L. welshimeri*, *L. grayi*, *L. marthii*, *L. rocourtiae*, *L. fleischmannii* ning *L. weihenstephanensis* (Jamali jt., 2013). *Listeria* perekonna kümnest liigist on inimestel ja loomadel peamiseks listerioosinimelise zoonootilise haiguse tekitajaks *L. monocytogenes*. Üksikjuhtumitena on inimestel põhjustanud infektsioone ka *L. ivanovii* ja *L. seeligeri* ning loomadel *L. ivanovii* ja *L. innocua* (OIE, 2008).

*L. monocytogenes*'e peamiseks ülekande vektoriks inimesele on saastunud toidu tarbimine (Carpentier ja Cerf, 2011). Kõrgendatud riskiallikaks peetakse söömiseks valmis (RTE – ready-to-eat) toitu (Kramarenko jt., 2013), sest seda hoiustatakse külmkapi temperatuuridel ning tarvitatakse toiduks eelneva kuumtöötluseta (Jadhav jt., 2013).

*L. monocytogenes* on võimeline taluma keskkonnast lähtuvat stressi – madalat temperatuuri ja vee aktiivsust, erinevaid NaCl kontsentratsioone ning pH väärtusi (Kramarenko jt., 2013) ja biokirmit moodustades kinnituma erinevatele pindadele (Senczek jt., 2000). Biokirmes elavad bakterid on vastupidavamad mitmetele keskkonnateguritele ning toiduainete tööstuses kasutatavatele desinfektsiooni vahenditele (Kadam jt., 2013). Ekstreemsetes tingimustes elu- ja paljunemisvõime säilitamine on peamiseks põhjuseks, miks *L. monocytogenes*'e reservuaariks on nii looduskeskkond kui ka toiduahel ehk toidu tootmise, töötlemise ning tarbimise ahel (Hellström, 2011).

*L. monocytogenes*'e põhjustatud listerioos võib inimestel avalduda mitmesuguste kliiniliste vormidena, kuid invasiivsuse alusel saab nimetada

kahte haiguse tüüpi: (1) invasiivne listerioos, mille sümptomiteks on palavik, lihasvalu, kõhulahtisus, baktereemia, septitseemia, meningiit, meningoentsefaliit või spontaansed abordid; (2) mitteinvasiivne listerioos, millele on iseloomulikud toidumürgitusele sarnased sümptomid (Jadhav jt., 2013) või haiguse asümptomaatiline kulg. Listerioosi riskigruppi kuuluvad vastsündinud, organ-transplantaatidega patsiendid, immuunpuudulikkusega inimesed, rasedad ning vanurid (Roasto jt., 2011).

Euroopa Liidus (EL) registreeriti 2011. aastal 1476 inimesel kinnitatud diagnoosiga listerioosi haigusjuhtu (teate määr 0,32 haigusjuhtu 100 000 elaniku kohta). Teatatud juhtude arv vähenes 7,8% võrreldes 2010. aastaga. Tõsiste tagajärgedega hospitaliseeriti EL's 93,6% nakkuse saanud inimestest. 2011. aastal kinnitatud 1054 haigusjuhust (71,4% kõigist registreeritud kinnitatud diagnoosiga haigusjuhtudest) oli listerioosi suremuse määr 12,7% ehk 134 inimest (EFSA, 2013a).

Eestis registreeriti 2011. aastal listerioos kolmel inimesel, mis teeb teate määraks 0,22 haigusjuhtu 100 000 elaniku kohta. Nakkust esines Tallinnas, Pärnumaal ja Narvas, kõik diagnoosid kinnitati laboratoorselt. Kahel juhul avaldus listerioos septitseemiana ning ühel juhul meningiidi ja meningoentsefaliidina (Terviseamet, 2012).

*L. monocytogenes*'ga nakatunute kõrge suremuse tõttu on Euroopa Komisjoni määrusega (EÜ) nr. 2073/2005 *L. monocytogenes* arvule valmistoitudes kehtestatud piirmäärad – *L. monocytogenes*'t ei tohi olla (1) 25 grammis eriotstarbelistes toitudes ning toidupatogeeni kasvu soodustavates toodetes ja (2) tema arvukus peab olema <100 cfu/g valmistoitudes kogu kõlblikkusaja jooksul.

Erinevatele keskkonnategurite muutustele vastupidavuse tõttu kujutab *L. monocytogenes* tõsist ohtu rahvatervisele (Andritsos jt., 2013) ning seoses sellega on eriti oluline uurida *L. monocytogenes*'e suhtes toidu kõrgendatud riski kategooriasse kuuluvaid RTE kala- ja lihatooteid (Jadhav jt., 2013).

## Materjal ja meetodid

*L. monocytogenes*'e levimuse ja arvukuse uurimiseks koguti kuupõhiselt, perioodil jaanuar 2012 – november 2013 jaemüügi tasandilt kokku 355 Eesti päritolu ning Eesti suuremate jaekaubanduskettide kauplustes müüdavat toidu kõrgendatud riski kategooriasse kuuluvat RTE toodet.

Seitsmest erinevast jaekaubandusettevõttest võeti 23 kuu jooksul juhuslikult 12 tootja 178 vaakumpakendatud (VP) RTE lihatoodet ning 18 tootja 177 RTE modifitseeritud gaasikeskkonda pakendatud (MAP) ja VP kalatoodet. Kogutud proove säilitati analüüside teostamiseni +4°C juures. Bakteri isoleerimise ning arvukuse määramisega alustati tootele märgitud realiseerimisaja viimasel päeval. *L. monocytogenes*'e tuvastamiseks kasutati 25g ning arvukuse määramiseks 10g proovimaterjali.

*L. monocytogenes*'e isoleerimine ning arvukuse määramine teostati Veterinaar- ja Toidulaboratooriumis kooskõlas vastavalt EVS-EN ISO 11290-1:2000/A1:2004 ning EVSEN ISO 11290-2:2000/A1:2004 standarditega.

Kõikidest *L. monocytogenes* positiivsetest proovidest säilitati -80°C juures edaspidisteks molekulaarbioloogilisteks ja genotüpiseerimise uuringuteks kuni 3 isolaati.

## Tulemused ja arutelu

Jaanuar 2012 – november 2013 kestnud 23-kuulise perioodi jooksul analüüsiti *L. monocytogenes*'e levimuse uuringu käigus 355 toidu kõrgendatud riski kategooriasse kuuluvat Eesti RTE toodet. Tabelis 1 esitatud tulemustest on näha, et uuringusse kaasatud 355 RTE tootest andsid positiivse tulemuse 40 (11,3%). Analüüsitud 178 RTE lihatootest osutusid positiivseks 11 (6,2%) ning 177 RTE kalatootest tuvastati *L. monocytogenes* positiivseid proove 29 (16,4%). Varasemalt 2008, 2009, 2010 Eestis teostatud *L. monocytogenes*'e levimuse uuringutes oli positiivseid proove RTE lihatoodetes vastavalt 1,6%; 3,0% ja 1,4% ning RTE kalatoodetes 3,8%; 3,8% ja 8,0% (Kramarenko jt., 2013). Euroopa Toiduohutusameti (EFSA) 2010-2011 läbiviidud RTE toidus *L. monocytogenes*'e levimuse alusuuringute teadusliku aruande tulemusel osutusid Euroopas realiseerimisaja viimasel päeval analüüsitud proovidest positiivseteks 2,1% RTE lihatoodetest ning 10,3% RTE kalatoodetest (EFSA, 2013b).

**Tabel 1.** *L. monocytogenes* levimus Eesti toiduainetes jaanuar 2012 – november 2013

Proovimaterjal	Analüüsitud proovide arv	Positiivsete proovide arv / positiivsete %
RTE lihatooted	178	11 / 6,2
RTE kalatooted	177	29 / 16,4
<b>Kokku</b>	<b>355</b>	<b>40 / 11,3</b>

*L. monocytogenes*'e loendamise tulemused, tabelis 2, näitavad, et uuritud 355 proovist osutusid positiivseteks 40 proovi. *L. monocytogenes*'e arvukused jäid madalamaks kui 10 cfu/g 33 tootes, vahemikus 10 - <100 cfu/g oli 6 toodet ning vaid ühe (0,3% kõikidest toodetest; 0,6% RTE kalatoodetest) toote puhul, milleks oli madala soolasisaldusega lõhefilee viilud oli arvukus 140 cfu/g, mis ületas EL seadusandluses kehtestatud piirmäära. Käesoleva teadustöö tulemused kinnitavad varasemalt Eestis teostatud uuringute (Kramarenko jt., 2013) tulemusi, et Eesti RTE toitude *L. monocytogenes*'e arvukused ei ületa reeglina seadusandluses kehtestatud piirmäära. EFSA 2010-2011 läbiviidud RTE toidus *L. monocytogenes*'e arvukuse alusuuringute teadusliku aruande tulemusel ületas EL's tervikuna kehtestatud piirmäära (100 cfu/g) 0,4% RTE lihatoodetest ning 1,7% RTE kalatoodetest (EFSA, 2013b).

**Tabel 2.** *L. monocytogenes* arvukus Eesti toiduainetes jaanuar 2012 – november 2013

Proovimaterjal	Arvukused (cfu/g)			
	0	1 - <10	10 - <100	≥100
RTE lihatooted	167	9	2	0
RTE kalatooted	148	24	4	1
<b>Kokku</b>	<b>315 (88,7%)</b>	<b>33 (9,3%)</b>	<b>6 (1,7%)</b>	<b>1 (0,3%)</b>

## Kokkuvõte

Käesoleva teadusliku uurimistöö tulemused näitavad, et *L. monocytogenes*'e levimus Eestis müüdavates RTE liha- ja kalatoodetes, vastavalt 6,2% ning 16,4%, on kõrgem kui varasemate aastate uuringute ning EL 2010-2011 alusuuringute tulemused. Eelnevale vaatamata saame tõdeda, et patogeeni arvukused toidu kõrgendatud riski kategooriasse kuuluvates toodetes jäid üldjuhul alla seaduses lubatud piirnormati. Eestis müüdavates RTE lihatoodetes ei ületanud arvukused kordagi piirnormati ning seaduses

lubatud arvukus ületati, vaid ühe RTE kalatoote puhul (0,6% RTE kalatoodetest), mis on oluliselt madalam, kui EL alusuuringutes saadud piinormi ületavate toodete protsendid, vastavalt 0,4% RTE lihatoodetes ning 1,7% RTE kalatoodetes.

Molekulaarepidemioloogiliste uuringute võimaluste laiendamiseks on oluline hakata Eestis kasutama riikliku toiduseireprogrammi raames isoleeritud *L. monocytogenes*'e isolaatide molekulaarset kirjeldamist ja luua genotüüpiseerimise tulemuste haldamiseks andmebaas, millega antud uurimuse raames alustatakse, kuid hilisemalt vajab selle toimivana hoidmine ning arendamine riikliku tuge.

Käesolevas uuringus jätkame 2013. aasta lõpuni levimuse ja arvukuse uuringuks vajaminevate proovide kogumist ning 2014. aastal alustame isoleeritud *L. monocytogenes*'e tüvede molekulaarsete omaduste uurimisega.

## Tänuavaldused

Uurimistööd finantseeriti Eesti Teadusagentuuri grantid nr. 9315 “*Listeria monocytogenes* ja *Campylobacter spp.* molekulaarepidemioloogilised uuringud Eesti toiduahelas” ning Põllumajandusministeeriumi rakendusuuringu projektist “*Campylobacter spp.*, *Listeria monocytogenes* ja veretoksilise *Escherichia coli*-ga seonduvate toiduohutuse riskide hindamine Eestis” (leping nr T13057VLTH).

## Kasutatud kirjandus

Andritsos, N. D., Mataragas, M., Paramithiotis, S., Drosinos, E. H. 2013. Quantifying *Listeria monocytogenes* prevalence and concentration in minced pork meat and estimating performance of three culture media from presence/absence microbiological testing using a deterministic and stochastic approach. *Food Microbiology* 36(2): 395-405.

Carpentier, B., Cerf, O. 2011. Review – Persistence of *Listeria monocytogenes* in food industry equipment and premises. *International Journal of Food Microbiology* 145: 1-8.

European Food Safety Authority (EFSA). 2013a. Scientific report of EFSA and ECDC. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2011. *The EFSA Journal* 11(4): 3129.

European Food Safety Authority (EFSA). 2013b. Scientific report of EFSA. Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Listeria monocytogenes* in certain ready-to-eat foods in the EU, 2010-2011. Part A: *Listeria monocytogenes* prevalence estimates. *The EFSA Journal* 11(6): 3241.

Hellström, S. 2011. Contamination routes and control of *Listeria monocytogenes* in food production. Academic dissertation. Department of Food and Environmental Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, University of Helsinki, Helsinki, Finland 1-67.

Jadhav, S., Bhavé, M., Palombo, E. A. 2013. Methods used for the detection and subtyping of *Listeria monocytogenes*. *Journal of Microbiological Methods* 88(3): 327-341.

Jamali, H., Radmehr, B., Thong, K. L. 2013. Prevalence, characterisation, and antimicrobial resistance of *Listeria* species and *Listeria monocytogenes* isolates from raw milk in farm bulk tanks. *Food Control* 34: 121-125.

Kadam, S. R., den Besten, H. M. W., van der Veen, S., Zwietering, M. H., Moezelaar, R., Abee, T. 2013. Diversity assessment of *Listeria monocytogenes* biofilm formation: Impact of growth condition, serotype and strain origin. *International Journal of Food Microbiology* 165: 259-264.

Kramarenko, T., Roasto, M., Meremäe, K., Kuningas, M., Pölsama, P., Elias, T. 2013. *Listeria monocytogenes* prevalence and serotype diversity in various foods. *Food Control* 30: 24-29.

World Organisation for Animal Health (OIE). 2008. Chapter 2.9.7 – *Listeria monocytogenes*. *OIE Terrestrial Manual* 1238-1254.

Roasto, M. 2011. Olulisemad Toidupatogeenid, *L. monocytogenes* toidupatogeenina. Toiduainetööstuse tootmishügieen. Koostas Roasto, M., Breivel, M., Dreimann, P. Tartu: Halo kirjastus, 2011, 258-275.

Terviseamet. 2012. Nakkushaiguste esinemine ja immunoprofülaktika Eestis 2011. aastal. Terviseamet, 2012 1-84.

Senczek, D., R. Stephan, F. Untermann. 2000. Pulse-field gel electrophoresis (PFGE) typing of *Listeria* strains isolated from a meat processing plant over a 2-year period. *International Journal of Food Microbiology* 62: 155-159.



# UURIMISTÖÖ JA TOOTEARENDEUSE SUUNDADEST VÕITEHNOLOOGIAS

Katrin Laikoja

Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

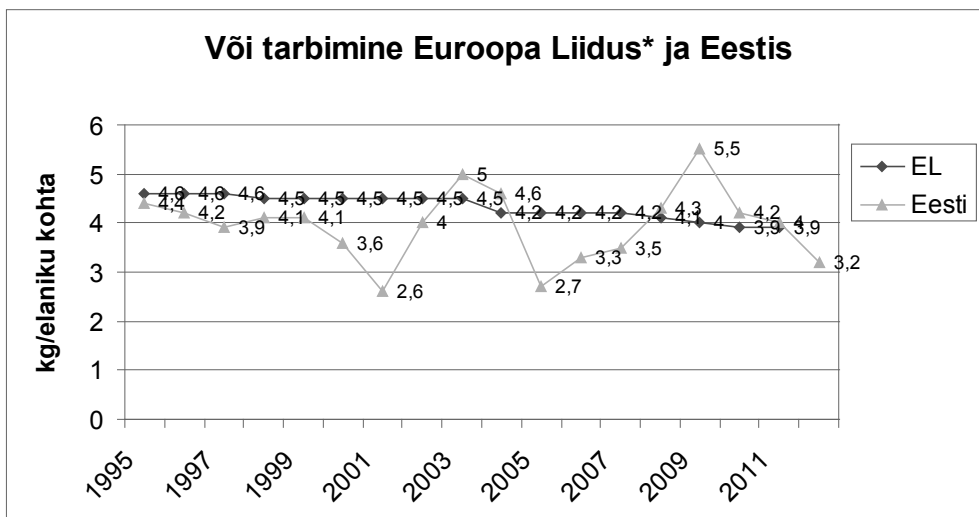
katrin.laikoja@emu.ee

## Või tootmisest ja tarbimisest

Või on piimarasvtoode, mis kuulub võiderasvade hulka. Alates 1. juulist 2008 aastal rakendus Euroopa Liidu liikmesriikides Euroopa nõukogu määrus 1234/2007, mille artikkel 115 ja XV lisa käsitlevad võiderasvasid. Võiderasvadeks loetakse kõiki taimse ja/või loomse päritoluga inimtoiduks mõeldud tooteid, mille rasvasisaldus on vahemikus 10—90%; mis on 20°C juures tahked; milles rasvad moodustavad 2/3 toote kuivainest ning mis sobivad kasutamiseks võietena. Vastavalt sellele määrusele on või „toode, mille piimarasvasisaldus on üle 80% ja alla 90%, maksimaalne veesisaldus on 16% ja maksimaalne rasvata piima kuivainesisaldus on 2%“, piimarasvadest eristatakse ka kolmveerandrasvast ja poolrasvast võid ning piimarasvavõideid.

Eurostati andmetel kasutati EL28 liikmesriikides 2012. aastal kokku ostetud 140,2 mln tonnist toorpiimast 34,8 mln tonni täispiima või tootmiseks, toodeti 2,1 mln tonni võid (Eurostat, 2013a). Suurim võitootja Euroopas oli Saksamaa, kelle toodetud 0,5 mln tonni moodustas 23% EL28 võitoodangust. Eestis toodetud 4000 tonni võid on Euroopa võitoodangust alla 0,2% (Eurostat 2013b).

Eestis oli 20.12.2013 seisuga 39-st tunnustatud piimakäitlemisettevõttest kaheteistkümmel pädevus käidelda võiderasvasid (VTA, 2013). Toodetakse nii magedat kui soolaga rõõsakoorevõid, lisaks üheteistkümmes ettevõttes kasutatavale lehmapiimale on ühe tootja või tooraineks kitsepiim.



\*EL-15, alates 2004.a. EL-24, alates 2007.a. EL-27. Allikas: EKI, 2013

**Joonis 1.** Või tarbimine Eestis ja Euroopa Liidus. Allikas: EKI, 2013

Eesti Konjunktuuriinstituudi andmetel (joonis 1) on või tarbimine võrreldes 1995. aastaga vähenenud 27% ehk 4,4 kilolt 3,2 kilole elaniku kohta aastas, Euroopa Liidus on viimastel aastatel tarbitud keskmiselt 3,9 kg võid elaniku kohta aastas (EKI, 2013).

## Võitehnoloogia-alasest uurimistööst

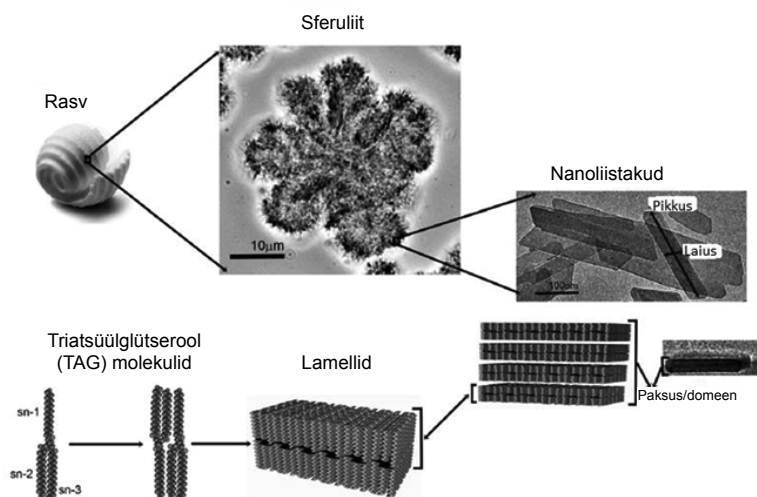
Teaduskirjanduse põhjal võib öelda, et võiderasvade, sh võitehnoloogia-alaste uurimistööde eesmärgid sarnanevad paljuski toidu- teaduse muude valdkondade uurimistööde eesmärkidega. Soovitakse välja töötada ja luua tooted, mis rahuldavad tarbijate elutähtsate toitainete vajadusi, oleksid madala rasvasisaldusega, kuid samas säilitaksid isuäratava tekstuuri ja maitse.

Võiderasvad (või, võided, margariinid) on mitmefaasilised vesi-õlis emulsioonid, mille pidevas õlifaasis on disperseerunud rasvakuulikesed, kristalliseerunud rasv ning veepiisad. Paljud toorainest ja tootmisprotsessist tulenevad tegurid mõjutavad valmistoote omadusi. Võiderasvade stabiilsusele aitab kaasa rasvakristallide võrgustik, mis stabiliseerib rasvafaasis disperseerunud veepiiskade püsimist. Rasvakristallide võrgustikust sõltuvad või määritavus, välimus, suuaisting ning võrgustik on seotud või koostise

ning struktuuriga (Walstra jt., 2006). Joonisel 2 kujutatud tahke rasva mikrostruktuuri osaks on sferuliidid, mis omakorda koosnevad kristallilistest nanoliistakutest. Viimased on moodustunud triatsüülgütseroolide kristallilistest lamellidest. Pikisuunalistelt pakitud lamellidest enamused on kahe või kolme rasvhappe pikkused (nimetatakse vastavalt 2L või 3L). Ahelad asetsevad risti lamellide tasanditega ning ahelate tasandisene kokkupakkimisviis põhjustab erinevate polümorfsete vormide teket. Piimarasv kristalliseerub kas  $\alpha$ -,  $\beta'$ - või  $\beta$ -kristalli vormis (vastavalt heksagonaalsete, ortorombiliste või trikliiniliste ühikrakkudena), millest  $\alpha$ -vorm on vähemstabiilsem ja  $\beta$ -vorm stabiilsem (Marangoni jt 2012, Rønholt, 2012).

Või valmistamiseks kasutatava koore kuumtöötlemine mõjutab valmistoote selliseid tekstuuriomadusi nagu või määritavus, suuaisting jt. Koore aeglane või kiire jahutamine enne füüsikalist valmitamist võib anda sarnased reoloogilised omadused ja polümorfsete vormid ( $\alpha$ -,  $\beta'$ -kristallidega), kuid erineva mikrostruktuuri. Kopenhaageni Ülikooli uurimisrühm valmistas võid kiiresti ja aeglaselt jahutatud koorest. Aeglaselt jahutatud koorest (0,4 °C/min) valmistatud võis leidis vähem kristalle kui kiiresti (7,5 °C/min) jahutatud koorest valmistatud võis, kuid kristallid olid väga erineva suurusega. Kiiresti jahutatud koorest tehtud või sisaldas enam ühetaolisi kristalle. Koore valmitamine võib põhjustada piimarasva  $\beta'$  vormi ülemineku  $\beta$ -vormi, mis on stabiilsem. Kiiresti jahutatud koore valmitamine ei põhjustanud muudatusi reoloogilises profiilis ega mikrostruktuuris, samas kui aeglaselt jahutatud koore valmitamine suurendas tihedama kristallide võrgustiku tõttu oluliselt või kõvadust (Rønholt, 2012).

Walstra (2006) on iseloomustanud, et 5-30% võist on rasvakuulikeste kujul ning 50-75% on vaba rasvana. Lisaks või reoloogilistele omadustele mõjutavad rasvakuulikesed või muutumist kõikva temperatuuri toimel. Rasvakuulikeste puudumine (rasvakuulikeste kiled on purunenud ja piimarasv esineb vaba rasvana) annab oluliselt rabedama või võrreldes rasvakuulikesi sisaldava tootega (Rønholt, 2012).



**Joonis 2.** Triatsüülgütserooli kristallivõrgustiku ajakohastatud struktuuriline hierarhia. Tahke rasva mikrostruktuur koosneb sferuliitidest, mis omakorda koosnevad triatsüülgütseroolide kristallilistest lamellidest moodustunud kristallilistest nanoliistakutest (Marangoni jt., 2012).

Ligi 50% piimas leiduvatest fosfolipiididest sisalduvad piimarasvakuulikese kiles (Walstra, 2006). Guelphi Ülikoolis uuriti fosfolipiidide mõju piimarasva kristallisatsioonile. Kuigi või valmistamisel koore kokkulöömise meetodil läheb suur osa rasvakuulikeste kilest üle petti, jääb ka võisse olulisel määral fosfolipiide. Piimarasvakuulikese kile fosfolipiidid võivad toimida piimarasvale kristallisatsiooni soodustava aina ning tulemuseks on väiksemad kristallid. Fedotova ja Lencki uurimuses leiti, et kui rasvafaasis suureneb globulaarse rasva osakaal, siis sellel on sarnane toime rasva kristallisatsiooni temperatuuri tõstmisega 4 kraadilt 18°Cni: sferuliidid muutuvad väiksemateks ja rabadakoelisteks ning lõpuks lagunevad nõeljateks kristallideks. Erinevate rasvasegude koostises põhjustas piimarasvakuulikese kile hulga suurendamine veefaasi liitumist, luues lõpuks õli-vees sarnase mikrostruktuuri või põhjustades väga suurte veetaskute teket. Seega võib liias fosfolipiididel koorevõis olla kvaliteedile negatiivne mõju, optimaalse kristallstruktuuri ja toote kvaliteedi saamiseks on vaja fosfolipiidide kontsentratsiooni hoida kontrolli all (Fedotova ja Lencki, 2008). Samad autorid leidsid ka hilisemas uurimuses (Fedotova ja Lencki, 2010), et fosfolipiidide lisamine piimarasvakuulikese kilematerjali või sojaletsitiini kujul mõjutas oluliselt võirasva kristalli morfoloogiat. Fosfolipiidide lisamine väikestes kontsentratsioonides suurendas sferuliidi suurust, kuid fosfolipiidide kontsentratsiooni

tõusmisel 2%ni pidurdus sferuliitide moodustumine ning mikrostruktuur koosnes hästi dispergeeritud individuaalsetest kristallidest. Selline muudatus kristallvõres tegi või kõvemaks, madalatel temperatuuridel vähem sõmeraks ning toatemperatuuril vähem õli eraldavamaks.

Et vähendada rasva osamassi võiderasvaproportsjonis suurendatakse vee osamassi tootes. Veesisaldus mõjutab otseselt või kvaliteeti ning sellest sõltuvad või määritavus ja tekstuur. Vedela ja tahke rasva vahekord on üks olulisemaid reoloogilisi omadusi mõjutavaid tegureid, sest tahke rasvata oleks või vedel. Ilma vedela rasvata oleks või kõva ja rabe. Samas sõltub rasvakristallide võrgustiku tugevus rasvakristallide omadustest ning veepiiskade suurusest. Kopenhaageni Ülikooli teadlaste hiljuti avaldatud uurimistöö eesmärgiks oli selgitada veesisalduse ja koore jahutamiskiiruse mõju 20-, 26- ja 32% veesisaldusega või mikrostruktuurile 5 °C temperatuuril säilitamise käigus (Rønholt, 2014). Selgus, et kiiresti (7,5 °C/min) jahutatud koore kokkulöömise aeg (3 min 40 s ± 0,12 s) oli pikem kui aeglaselt (0,4 °C/min) jahutatud koorel (2 min ± 0,1 s). Kinnitust leidis fakt, et aeglasel jahutamisel moodustuvad suuremad kristallid ei ole nii tugevas kristallide võrgustikus kui kiirel jahutamisel tekkivad peened kristallid. Samas aitavad suuremad kristallid kaasa rasvakuulikese kile purunemisele ning toetavad seeläbi faasimuutust õli-vees emulsioonist vesi-õlis emulsiooniks. Rasvakristallide võrgustiku tugevus sõltub veepiiskade suurusest ja kristalliseerunud rasva hulgast. Rousseau jt on 2003.a. leidnud (Rønholt, 2014), et või puhul peab rasva võrgustiku destabiliseerumise ennetamiseks tahke rasva osakaal olema vähemalt 9%. Kui tahke rasva osakaal on väiksem, hakkad veepiisad liituma. Tahke rasva sisaldus iseenesest ei mõjuta võilaadsete toodete tugevust ja määritavust, vaid oluliseks mõjuteguriks on tahke ja vedela (nii vesi kui vedel rasv) faasi vaheline vahekord (Pothiraj jt, 2012). Rønholti uurimisrühm leidis, et säilitamise 14 päeva jooksul vähendas või veesisalduse tõstmine 20%lt 32%le elastsusmoodulit  $G'$ , kuid rasvakristallide polümorfismi see ei mõjutanud. Kõnealusel uurimuses leiti, et kõigis proovides moodustusid peamiselt  $\beta'$ -kristallid koos  $\beta$ -kristallide jälgedega. Tekstuuri hindamisel 28 päeva jooksul täheldati tahke rasva sisalduse suurenemist, mis väljendus tihkemas rasvakristallide võrgustikus. Elastsusmoodul  $G'$  jäi säilitamise jooksul konstantseks. Leiti, et tahke rasva sisalduse ja mikrostruktuuri põhjal ei saa ennustada valmisvõi kõvadust ja rabadust. Või veesisalduse muutmine mõjutab või reoloogilisi omadusi (veesisalduse suurendamine vähendab

elastsusmoodulit ja kõvadust). Koore jahutamise kiirus mõjutab samuti või reoloogilisi omadusi säilitamise esimese 14 päeva jooksul: kiiresti jahutatud koorest valmistatud või oli kõrgem  $G'$  võrreldes aeglaselt jahutatud koorest valmistatud võiga. Pärast 21-päevast säilitamist oli erinevate veesisaldustega ja erineva koore jahutamise režiimidega või  $G'$  sama.

## Või tootearendusest

Nagu eespool toodud statistika näitab, tarbitakse Eestis võid vähem kui Euroopa Liidus keskmiselt. Põhjuseks võivad olla madalam ostujõud ja juurdunud tarbimisharjumused, kuid ostuotsuseid mõjutab ka üldlevinud teadmine südame-veresoonkonna haiguste ning loomsete rasvade (sh piimarasv) tarbimise seostest. Piimatoodete müügitoetust märkab meedias pigem hapupiimatoodete, juustu või piimapõhiste magustoitude puhul, või reklaame Eesti meedias ei kohta. Autori isiklik kogemus on see, et eesti inimeste jaoks eksisteerib rõõsakoorevõi, mäletatakse veel kümnendi tagust hapukoorevõid, on lisandunud soolalisandiga või. Vene kogukond mäletab ja tarbib võimalusel kakaovõid ning selitatud võid. Viimastel aastatel on kaubanduses saadaval lisaks Eesti tootjate võile ka Läti, Leedu, Poola, Prantsusmaa, Saksamaa jt võid. Toorainena on kasutatud enamasti lehmapiima, kuid pakutakse ka kitsepiimavõid. Lisaks magedale võile võib soetada mõnd maitsestatud võiliiki või soolakristalle sisaldavat võid.

Järgnevad näited erinevatest võiliikidest ja -pakenditest on kogutud võitootjate kodulehtede info põhjal. Traditsioonilisele võile on lisandväärtust antud näiteks:

- maitselisandid: ürdid, seemed, muud lisandid. Tabelis 1 on toodud valik erinevate riikide tootjate tooteid, mida võib kasutada soolaste või magusate toitude valmistamisel;
- täiendatud/parendatud koostis ning kasulikud omadused;
- uudsed tehnoloogiad (külmsuitsutatud või, vähendatud kolesteroolisisaldus jne);
- pakend (sobiv suurus, käepärane kasutamiseviis, huvitavad pakendamise viisid);
- mahetootmise põhimõtetest lähtudes ja/või käsitsi valmistades;
- uudsed kasutamiseviisid (lisaks traditsioonilise võileivamäärdele või praadimisvahendile).

**Täiendatud** ja/või parendatud **koostisega** või tootjad pakuvad tarbijatele tooteid, millel on parendatud neid omadusi, mille poolest võid üldiselt ei peeta tervislikuks piimatooteks. Seega on välja töötatud võiliigid, mis on madalama rasvasisaldusega või vahustatud (Organic Valley, Land-O-Lakes, USA). Vahustatud või müügitoetuseks öeldakse, et iga portsjon sisaldab tänu aereerimisele vähem energiat. Või hulka lisatakse rasva osamassi vähendamiseks jogurtit (Meggle, Saksamaa; Kärtnermilch, Austria; Ilios Dairy Brands, LLC™, USA). Või rasvhappelise koostise parendamiseks lisatakse linaseemnete või kanepiseemnetega  $\omega$ -3 ja  $\omega$ -6 rasvhappeid (Iecavnieks, Lāti). Laktoosisisalduse vähendamiseks kasutatakse laktoosi ensümaatilist lõhustamist või muid meetodeid (Valio, Soome) ning kolesterooli eemaldamiseks auruga destilleerimist vaakumi tingimustes (BurroDePaoli, Itaalia).

Aastakümneid on võid pakendatud tarbijale sobiva suurusega väikepakendisse. Levinumad tarbijapakendi suurused on nn portsjonpakendid (7 g, 10 g) ja väikepakid (50 g, 100 g, 113 g/4 untsi võipulgad, 150 g, 100 g, 200 g ja 250 g). Väikepakke realiseeritakse ka rühmapakenditena, nt Lurpak (Taani) pakub kartongist 300 g massiga rühmapakendit kuuele 50 g massiga väikepakendile. Saksa firma Meggle maitsestatud või komplekti saab osta Eestiski: 100 g rühmapakendis on kaks 20 g küüslauguvõid, kaks 20 g ürdivõid ning üks 20 g grillivõi. Käepärase ja nägusa disainiga on Lurpak Slow Churned Butter pärgamentpakendis või, mis on asetatud alumiiniumpakendisse. Alumiiniumpakend on mõeldud kasutamiseks võitoosina. Analoogset ideed kasutab President (Prantsusmaa): soolavõi on kummuli pööratud topsis, kaas jääb võitoosi aluseks. Aastal 2010 tutvustas disainer Yeongkeun Jeong ühe portsjoni võitopsi, mille kaaneks on puidust võinuga. Noa erinevat värvi käepidemega võib viidata või lisandile: kollane viitab meevõile, tumepruun šokolaadivõile, kreemikas toon maapähklivõile. Itaalia tootja Latteria Soresina pakub plastmasskaanega metalloosis konservvõid.

**Tabel 1.** Näiteid erinevates riikides toodetavatest lisandiga võiliikidest

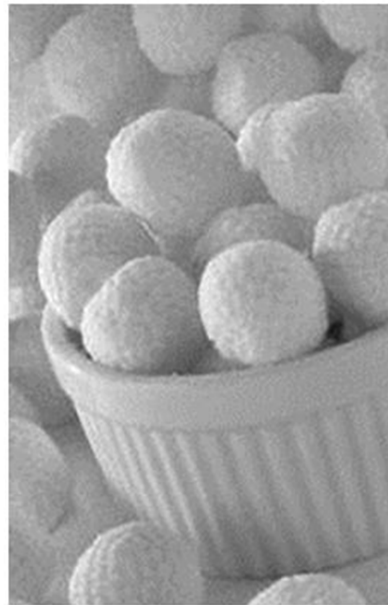
Lisandiga võiliik	Tootja
Šokolaadivõi	Venemaa erinevad tootjad
Meresoolaga või	Lurpak, Taani; Valio, Soome, jt.
Sidruni-, tee-, puraviku-, ürdivõid	Kärtnermilch, Austria
Purustatud küüslaugu ja pipraga või	Lurpak, Taani
Tšilli-, sibula-, estragoni- ja tillvõid	Øllingegaard Dairy ja Nimb Dairy, Taani
Brändivõi	Abernethy, Iirimaa
Küüslauguvõi, meevõi	Kerrygold, Iirimaa
Küüslaugu-, mädarõika-, suitsuvorsti-, paprika-, seenevõided	Chocenska mlekarna, Tšehhi
Ürdivõi (pipar, sibul, küüslauk, petersell), pikantne või (tomat, sibul, küüslauk, ürdid)	Mlékárna Olešnice, Tšehhi
Vahustatud või valgete trühvlitega, sama trühvlite ning parmesani juustuga	Eugenio Brezzi, Itaalia
Safrani-, röstisibula-, trühvli-, ürdisinepi, rosmariinivõid	Meggle, Saksamaa
Ürdivõi, tomati-basiiliku-, oliivi-salvei-, sidruni-pipra-, kivipuraviku/seenevõid	Heintchel, Saksamaa
Grillimisvõi küüslauguga, sidruni-tillivõi, ürdivõi, magus või sidrunikoorega	Paula Deen's, USA
Rapsiõli ja oliivõli sisaldav piimarasvääre meresoola ja pipraga, röstitud küüslaugu ja ürtidega	Challenge Dairy, USA
Hikkoripuuga suitsutatud jalopenovõi, apelsinilisandiga-, sidrunilisandiga-, laimilisandiga-, õuna-kaneeli-suhkru või	Original Tea Butter Co, USA
Rapsiõliga või kaneeli ja pruuni suhkruga	Gay Lea Foods, Kanada
Meresoolakristallide ja vahtrasuhkruga või	Vermont Creamery, Kanada
Kaneeli ja pruuni suhkruga või, küüslauguvõi pipra-sidruni-estragonivõi, või Provence' ürtidega (basiilik, pune, rosmariin, tüümian)	Stirling, Kanada

Mitmed tootjad viitavad oma maalähedastele ja traditsioonilistele **tootmisviisidele** ning pakendavad toodangu käsitsi. Iirimaa firma Abernethy valtsib või enne pakendamist sakilise profiiliga lindiks ning sellest keeratakse sobiva suurusega rullid, mis pakendatakse pärgamenti. Austraalia Pepe Saya meiereis pakendatakse kogu toodang käsitsi. Väikepakendiks asetatakse pärgamentitükk ligikaudu 10 cm läbimõõduga rõngasvormi, täidetakse võitükiga, pärgament volditakse kokku ning võitüki ümber mässitakse mõni keerd nööri. Serveerimiseks asetatakse sama pärgamentis võipall lauale ning lõigatakse pärgament pealt lahti (joonis 3.a). Pakendite ja portsjonite omalaadseks näiteks on pallideks, -roosideks, vm motiivideks vormitud (Stirling, Kanada) võipalad (vt joonis 3.b), samuti rosetid ürdivõist (Kerrygold, Iirimaa).



**Käsitsi** tootmist tõstavad esile paljud farmimeiereid (Abernethy Iirimaa, Glenilen, Iirimaa jt) nagu ka **mahetootmist** (Øllingegaard Dairy ja Nimb Dairy, Taani, paljud USA ja Kanada väiketootjad). Lisaväärtusena tuuakse esile lehmade söötmist karjamaal (Organic Valley, Natural Dairy Products Corporation, USA). Šotimaa tootja Caithness Smokehouse pakub külmsuitsutatud võid kasutamiseks näiteks traditsioonilise kartulipudru juurde.

Võitootjad pakuvad rohkelt **võimalusi** või kasutamiseks lisaks traditsioonilisele võileiva valmistamisele: köögiviljade ja muu toidu maitse viimistlemiseks; kala või liha grillimisel; maitseküllaseks võisilmaks kartuli- või muu pudru sees; koos mereandidega; magustoiduna serveerimisel röstsaial, pannkookide ja vahvlite peal.



**Joonis 3. a.** Näide käsitsi pakendatud võist Pepe Saya (Austraalia). <http://grabyourfork.blogspot.com/2012/02/pepe-saya-butter-tempe.html> .3.b. Väljavormitud 7 g võipallid (Stirling, Kanada) <http://www.stirlingcreamery.com/foodservices/products.php>

## **Kokkuvõte**

Võitootmine on pikkade traditsioonidega tegevus Eestis, sest või on olnud arvestatav võimalus piimarasva väärimiseks ning oluline ekspordikaup. Sarnaselt teiste tooterühmadega soovitakse tänapäeval võiderasvadena välja töötada ja luua tooteid, mis rahuldavad tarbijate oluliste toitainete vajadusi, oleksid madalama rasvasisaldusega, kuid samas oleks isuäratava maitse ja tekstuuriga. Sellepärast on oluline mõista protsesse, mis toimuvad kõrgema veesisaldusega või tootmisel ning koore jahutamise käigus ja piimarasva kristalliseerumise tulemusena. Eestis tarbitakse võid vähem kui Euroopa Liidus keskmiselt. Tootearendus, uued pakendiliigid, väiksemad portsjonid annaksid võimaluse mitmekesistada tarbija valikuvõimalusi. Arvestades Eesti võituru väiksust ja kesist tarbimisharjumust ei ole maitsestatud võide tööstuslik tootmine majanduslikult ilmselt huvipakkuv. Kuid teiste riikide eeskujul võiks soovitada just väiketootjatele (farmimeiereid, eraelamus või tootjad) lisaks traditsioonilisele võile maitsestatud/lisanditega või tootmist.

## **Tänuavaldus**

Täna 2013/2014 õ.-a. piimatehnoloogia eriala esimese aasta magistrante, kelle sisukatest kodutöödest täienes artikli tootearendusealaste näidete osa.

## Kasutatud kirjandus

Eurostat. 2013a. Milk and milk product statistics. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Milk\\_and\\_milk\\_product\\_statistics](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Milk_and_milk_product_statistics) Vaadatud 30.12.2013

Eurostat. 2013b. An overview of the agricultural sector in figures.-eurostat newsrelease 164/2013-07.nov.2013. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_PUBLIC/5-07112013-AP/EN/5-07112013-AP-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/5-07112013-AP/EN/5-07112013-AP-EN.PDF) Vaadatud 30.12.2013

VTA. 2013. Piimakäitlemisettevõtted. <http://www.vet.agri.ee/static/body/files/2125.EV%20lotelu%20piim%2020.12.13.pdf> Vaadatud 30.12.2013

EKI. 2013. 20 aastat Eesti piimaturul 1995-2013. Eesti Konjunktuuriinstituut, Tln, 20 lk. <http://www.piimaliit.ee/category/materjalid/> Vaadatud 30.12.2013

Fedotova, Y., Lencki, R.W. 2008. The Effect of Phospholipids on Milkfat Crystallization Behavior. *Journal of American Oil Chemists' Society* 85:205–212.

Fedotova, Y., Lencki, R.W. 2010. The Effect of Phospholipids on Butter Physical and Sensory Properties. *Journal of American Oil Chemists' Society* 87:75–82.

Marangoni, A. G., Acevedo, N., Maleky, F., Co, E., Peyronel, F., Mazzanti, G., Quinn, B., Pink, D. 2012. Structure and functionality of edible fats. *Soft Matter*, 8: 1275–1300.

Pothiraj, C., Zuñiga, R., Simonin, H., Chevallier, S., Le-Bai, A. 2012. Methodology assessment on melting and texture properties of spread during ageing and impact of sample size on the representativeness of the results. *Journal of Stored Products and Postharvest Research* Vol. 3 (10): 137–144.

Rønholt, S., Kirkensgaard, J.J.K., Pedersen, T.B., Mortensen, K., Knudsen, J.C. 2012. Polymorphism, microstructure and rheology of butter. Effects of cream heat treatment. *Food Chemistry* 135: 1730–1739.

Rønholt, S., Mortensen, K., Knudsen, J.C. 2013. The Effective Factors on the Structure of Butter and Other Milk Fat-Based Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 12: 468-482.

Rønholt, S., Kirkensgaard, J.J.K., Mortensen, K., Knudsen, J.C. 2014. Effect of cream cooling rate and water content on butter microstructure during four weeks of storage. *Food Hydrocolloids* 34:169-176.

Walstra P, Wouters, J.T.M., Geurts T.J. 2006. Dairy science and technology, 2nd edn. CRC Press, Boca Raton, 782 lk.

# TERMOFIILSED KAMPÜLOBAKTERID TOIDUPATOGEENINA, SEONDUVAD RISKIFAKTORID NING EESTIS TEOSTATUD UURINGUD

Mati Roasto<sup>1\*</sup>, Mihkel Mäesaar<sup>1,2</sup>, Kadrin Meremäe<sup>1</sup>, Toomas Kramarenko<sup>1,2</sup>, Kaisa Muutra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

<sup>2</sup>Veterinaar- ja Toidulaboratoorium

\* mati.roasto@emu.ee

## Kirjanduse ülevaade

Euroopas ja kogu maailma industriaalriikides on inimestel kampülobakteritest põhjustatud haigestumiste arv pidevalt suurenenud. Euroopa Liidus (EL) on kampülobakterioos jätkuvalt kõige sagedamini esinev zoonoos ehk otseselt või kaudselt loomulikul teel loomade ja inimeste vahel edasikanduv haigus. Aastal 2011 registreeriti EL-s saja tuhande inimese kohta keskmiselt 50,3 laboratoorselt tõestatud kampülobakterioosi juhtumit, mis on võrreldes 2010. aastaga 2,2%-ne haigusjuhtumite arvu tõus (EFSA, 2013). Euroopa Toiduohutusameti teadusliku arvamuse kohaselt on EL-s hinnanguliselt üheksa miljonit kampülobakterioosi juhtumit aastas ning haiguse poolt rahvatervisele tekitatud aastane kahju ligikaudu 2,4 miljardit eurot (EFSA, 2011).

Kampülobakteritest tingitud haigused esinevad peamiselt sporaadiliste haigusjuhtudena eelkõige soojadel suvekuudel ning on enamasti põhjustatud toiduainete ebapiisavast kuumtöötlemisest. Suuremad haiguspuhangud on alguse saanud kampülobakteritest saastunud joogivee, toorpiima ja linnuliha tarbimisest (Frost *et al.*, 2002; Hänninen ja Kärenlampi 2004; Kuusi *et al.*, 2005).

Kana broileriliha omab kõige suuremat rolli toidupõhise kampülobakterioosi tekkes põhjustades ühtekokku 20-30% kampülobakterioosi enteraalsetest haigusjuhtumitest ning 5080% *Campylobacter* haigusjuhtumitest on tingitud kanade reservuaarist tervikuna. Linnuliha adekvaatne kontroll on seega inimeste kampülobakterioosi ennetamise kõige olulisemaks rahvatervishoiu strateegijaks (EFSA, 2013; EFSA, 2011; Friedman *et al.*, 2004; FAO/WHO, 2001). Potentsiaalseteks nakkusallikateks tuleb lugeda

ka teisi tooreid ja loomse päritoluga toitusid, sest termofiilseid kampülobaktereid on isoleeritud ka veise ja sealihast, mereandidest ning juur- ja puuviljadest (Schönberg-Norio *et al.*, 2004; Kärenlampi, 2007).

Kampülobakterioosi risk inimesele on suurim juhtudel, kus toores linnuliha on arvukalt (>1000 PMÜ/g) termofiilsetest kampülobakteritest saastunud (EFSA 2011 ja 2013). Sellest tingituna on nt Suurbritannia valitsuse ja linnuliha tööstuse poolt püstitatud ühiseesmärgiks aastaks 2015 tapamajade tasandil oluliselt vähendada kõige arvukamalt kampülobakteritest saastunud lindude proportsiooni (kampülobakterite arvukus >1000 pmü/g), mis näitab seda, et peetakse oluliseks nii *Campylobacter* levimuse kui ka kampülobakterite arvukuse langetamist nii eluslindudel kui värskes linnulihas.

Aastal 2011 varieerusid broileriliha *Campylobacter* levimuse näitajad EL-maades suuresti alates 3,2% Austrias kuni 84,6% Luksemburgis. Broileri karjade saastumine oli alates 0% Eestis kuni 92% Sloveenias (EFSA, 2013). Aastal 2008 läbi viidud alusuuring näitas, et EL-i keskmine *Campylobacter* levimus kanabroileri rümpadel oli 75,8%. Ülemaailmne *Campylobacter* alane teaduskirjanduse analüüs näitas, et maailmas tervikuna on keskmiselt 58% kanabroileritest termofiilsetest kampülobakteritest saastunud (EFSA, 2010; Suzuki ja Yamamoto, 2009).

Kampülobakterite arvukuse määramine on oluline seetõttu, et kõrgemad patogeenide arvukused toidus, k.a. värskes broilerilihas, kujutavad suuremat riski inimeste kampülobakterioosi haigestumisel. Sellest tingituna on Euroopa Toiduohutusamet kampülobakteritest tingitud riskide vähendamise põhieesmärgiks seadnud kampülobakterite arvukuse vähendamise linnulihatoodetes (EFSA, 2012).

## **Olulisemad riskifaktorid**

Kampülobakteritest põhjustatud haiguse esinemise tõenäosus sõltub kolmest tingimuslikust tõenäosusest: kampülobakteritega saastunud toidu tarbimise tõenäosusest; tõenäosusest, et patogeen säilitab seedekulgla eluvõime ja põhjustab peremeesorganismis patogeneesi protsessi; nakatunud organismi haigestumise tõenäosusest. Seega on keskkond, patogeen ja peremeesorganism kampülobakterioosi haigestumise tõenäosuses olulist rolli omavad muutujad (Djenane ja Roncales, 2011).

Keskkonna faktoritest tuleb nimetada saastunud toitu, kui haigus-tekijate kandjat, ning maosoletrakti ökosüsteemi stabiilsust.

Patogeeni (haigustekitaja) faktoritest tuleb nimetada nakkusdoosi, haigustekitaja virulentsust ja maosoletrakti koloniseerimise potentsiaali.

Peremeesorganismi faktoritest on olulisemad tema immuunsus, vanus ja maosisaldise kooslus (Coleman ja Marks, 1998).

Arenenud riikides peetakse kõige olulisemaks toiduga seonduvaid riskifaktoreid ning tänapäeval on teada, et termofiilsete kampülobakterite põhiallikaks on linnuliha ning sellest tingitud teiste toitade ristsaastumine juhtudel, kus köökides käideldakse kampülobakteritest saastunud linnuliha. Üheks toiduga seonduvaks riskifaktoriks on kindlasti ka liha töötlemise järgselt ebapiisavalt puhastatud köögiinventar. Toiduga seonduvateks riskifaktoriteks võivad olla ka teised liha kategooriad, nt veise- ja sealihaj; alaküpsetatud või grillitud liha, toored mereannid. Termofiilseid kampülobaktereid on tuvas- tatud ka pinnaveest ning pastöriseerimata joogipiimast ja piimatoodetest.

Katsesimulatsioonidega on näidanud, et toore broileriliha söömine tõstab haiguse eksponeeringut (*exposure*)  $10^{10}$  korda enam kui korralikult kuumtöödeldud broileriliha söömine. Linnuliha seost *Campylobacter* haigus-juhtumite tekkes on ilmekalt tõestatud nendes riikides, kus on rakendatud konkreetseid kampülobakterite levimuse ja arvukuse vähendamisele suunatud tegevusprogramme või on keelatud saastunud toore linnuliha jaemüük. Kõikidel neil juhtudel on täheldatud olulist inimeste kampülobakterioosi juhtumite arvukuse langust. Üheks näiteks võib tuua Belgia, kus 1999. aastal dioksiini skandaalist tingituna keelustati toore linnuliha ja munade müük, mis omakorda põhjustas riigis kampülobakterioosi juhtumite 40%-se languse (Vellinga ja Van Lock, 2002).

Sporaadiliste haigusjuhtumite puhul on leitud seosed erinevate loomaliikide k.a. lemmikloomade *Campylobacter* kandvuse ja inimeste haigestumise vahel. Viimati mainitu kuulub samuti keskkonna faktorite kategooriasse. Mõnedes riikides, nt Soomes ja Šveitsis, on leitud, et oluliseks kampülobakterioosi haigestumise riskifaktoriks on välisriikidesse reisimine. Keskkonna faktoriks võib teatud riikides või piirkondades, eriti PõhjaEuroopas, lugeda ka soojasid aastaaegu nt suve perioodi, mil *Campylobacter* kontaminatsiooni tasemed on olnud teiste aastaaegadega võrreldes tunduvalt kõrgemad (Hofshagen ja Kruse, 2003). Teaduslikult on

tõestatud, et sageli leiab *Campylobacter* ristsaastumine aset nii tapamaja kui lihatöötlemise tasandil. Kõige rohkem kontaminatsiooni mõjutavatest töötlemisetappidest tuleb mainida kupatamist, sulgede eemaldamist, sisikonna eemaldamist, loputamist ja jahutamist, millest kolm esimest võivad kergesti suurendada saaste tasemeid. Rohke loputusvee kasutamine vähendab kordades kampülobakterite arvukust rümpadel, samuti korralik rümpade õhkjahutamine, mille tulemusena peab rümpade välispind jääma piisavalt kuivaks (Djenane ja Roncales, 2011). Kampülobakterid on tundlikud kuivamisele.

## **Materjal ja meetodid**

Järgnevalt käsitleme aastal 2012 Eesti Maaülikooli toiduhügieeni osakonnas teostatud termofiilsete kampülobakterite levimuse ja arvukuse uuringut.

Uuritavaks materjaliks olid nii Eestis toodetud kui Eestisse imporditud värsked kana broileriliha tooted. Proove koguti ja analüüsiti alates jaanuarist kuni detsembrini igal kuul. Termofiilsete kampülobakterite esinemuse ja arvukuse suhtes uuriti kana broileriliha, kuid proove koguti ka tapamaja tasandilt, kus uurimismaterjaliks olid kanabroilerite umbsoolesisaldise proovid, milles määrati üksnes kampülobakterite esinemus. Ühtekokku koguti ja analüüsiti 600 proovi, millest 220 olid broileriliha ning 380 umbsoolesisaldise proovid. Jahutatud broileriliha proovidest 118 olid Eesti päritolu, 82 Leedu päritolu ja 20 Läti päritolu. Läti päritolu broileriliha proovide vähene osakaal tulenes sellest, et nende müügiosakaal oli Eesti jaekaubanduses võrreldes Eesti ja Leedu toodetega tunduvalt väiksem ning Talupoja kaubamärgi nimetuse all ilmusid tooted Eestis müüki alles 2012. aasta oktoobrikuus.

Termofiilsete kampülobakterite tuvastamine ja arvukuse määramine teostati Eesti Maaülikooli toiduhügieeni laboratooriumis kasutades vastavalt ISO 10272-1:2006 ning ISO 10272-2:2006 standardiseeritud tööprotokolli.

## Tulemused ja arutelu

Termofiilsete kampülobakterite esinemus Eesti, Leedu ja Läti päritolu värskes broilerilihas oli vastavalt 20,3%; 50% ja 60%. Läti päritolu broileriliha proovide väikesest arvust tingituna ei ole meil võimalik teha aastapõhiseid järeldusi, kuid Läti Põllumajandusülikoolis teostatud kampülobakterite levimuse teadusuuringute põhjal võib järeldada, et Läti linnuliha toodete kampülobakteritega saastatus jaemüügi tasandil on Eesti päritolu broileriliha toodetega võrreldes tunduvalt kõrgem.

Käesolevas uuringus leidsime, et võrreldes Eesti jaekaubanduses müügil olevate Läti ja Leedu värskel broileriliha toodetega oli Eesti päritolu toodete *Campylobacter* esinemus ja arvukus tunduvalt madalamad. Eeltoodu on kooskõlas Kovalenko *et al.* (2013) uurimistööga, kus Läti päritolu broileriliha proovide kampülobakteritega saastatus oli 59,1% ning Leedu uurin-gutega (Bunevičiene *et al.*, 2010), kus värskel linnuliha kampülobakteritega saastumise tasemed ulatusid 46,5%-ni. Loendamismeetodiga positiivseteks osunud proovide kampülobakterite arvukus oli aritmeetilise keskmisena Läti päritolu linnulihatoodetes  $2,6 \times 10^3$  (2600) pmü/g; Eesti linnuliha toodetes  $6,6 \times 10^2$  (660) pmü/g ning Leedu päritolu toodetes  $1,6 \times 10^3$  (1600) pmü/g. Kampülobakterite arvude suured erinevused linnulihatoodetes viitavad erinevustele bioohutuse meetmete rakendamisel linnufarmide tasandil, sest ettevõtete geograafiline asukoht ei peaks Baltimaade kontekstis suurt mõju omama. Probleemid võivad tuleneda ka lihatööstuste tasandilt, kus ettevõtete enesekontrolli programmid ei ole piisavalt efektiivsed.

Probleemsetes ettevõtetes tuleb rakendada efektiivsemat kampülobakterite kontrolli nii farmi kui liha töötlemise tasandil; bioohutuse meetmete parendamist farmi tasandil; logistilist lindude tapmist, kus *Campylobacter* positiivseks osunud karjad tapetakse *Campylobacter* negatiivsetest eraldi (enamasti tööpäeva lõpus või eraldi päevadel); ning positiivsetest karjadest pärit linnuliha kas külmutatakse või kuumtöödeldakse.

Hinnates termofiilsete kampülobakterite levimust 12 kuu jooksul võime väita, et hooajaliselt oli kõrgem kampülobakterite levimus soojadel perioodidel ning Eesti päritolu toodete termofiilsete kampülobakteritega saastatus oli suurim aasta kõige soojematel suvekuudel ehk 2012. aasta augustis ning septembris, vastavalt 73% ja 56%.



Farmi tasandi uuringuteks koguti broilerite umbsoole sisaldise proovid tapamajast ning kuna transpordiaegne kampülobakteritega saastumine on Eestis praktiliselt välistatud (ajaline kestus liiga lühike), võime tapamaja tasandil võetud proove käsitleda kui farmi tasandi proove. Eesti tapamaja/farmide tasandil teostatud uuringute tulemuste põhjal saame järeldada, et aastal 2012 oli kampülobakterite levimuses selge hooajaline varieeruvus, mis väljendus juuni- ja oktoobrikuu negatiivsetes tulemustes (*Campylobacter* saastatus puudus) ning juuli-, augusti- ja septembrikuu positiivsetes tulemustes, vastavalt 39%, 92% ja 45%. Kõik oktoobrikuu analüüsitud umbsoolesisaldise proovid olid negatiivsed. Sarnaselt aastal 2012 saadud tulemustele on ka meie varasemad uuringud osutanud faktile, et kampülobakterite leviku kõrghooaeg on Eestis soojadel suvekuudel, mis sõltuvalt aastatest võib kuude lõikes veidi erineda. See on tingitud sellest, et soojadel aastaegadel on kõige suuremad võimalused kampülobakterite vektoripõhiseks levikuks. Vektoriteks võivad olla nt putukad, metslinnud, närilised ning ka eabahügieeniline farmipersonal, samuti saastunud sööt ja joogivesi, mis kõik seonduvad oluliste bioohutuse meetmetega. Tavapäraselt oleks eeldanud ka juunikuus kõrgemat kampülobakterite levimust, kuid aasta 2012 juunikuu oli sajune ning jahe, mis pärssis oluliselt vektoripõhist kampülobakterite levikut. Terviseameti 2012. aasta nakkushaigustesse haigestumise andmete alusel saame öelda, et kampülobakterioosi haigestumise kõrghooaeg Eestis aastal 2012 oli juulist septembrini. Seega kattuvad broileriliha *Campylobacter*'ite levimuse ja inimeste kampülobakterioosi haigestumise kõrghooajad Eestis, mis otseselt viitab broileriliha olulisele rollile kampülobakterioosi tekkes. Oleme arvamisel, et kampülobakterite levimuse kõrghooajal tuleks ettevõtte enesekontrolli programmides teha täiendusi ning võtta rakendusele tõhusamad meetmed selleks, et tarbijate haigestumise risk suve perioodil oleks võimalikult minimaalne. Meetmetena tuleks rakendusele võtta farmi tasandi uuringud, kus suvekuudel vahetult enne broilerikarja tapmisele suunamist peaks võtma farmidest värsked roojaproovid või nt "sussi" proovid, analüüsida neid PCR meetodiga ning positiivseteks osutunud linnukarjad tuleks tappa eripäevadel või nt tööpäeva lõpus. Samuti tuleks *Campylobacter* positiivsetest karjadest pärit linnuliha külmutada, sest termofiilsed kampülobakterid on külmatundlikud ning hävivad nt. -18°C juures juba mõne päeva jooksul. Kampülobaktereid on kergesti võimalik surmata ka linnuliha kuumtöötlemise teel. Farmi tasandil tuleks tõhustada

rakendatavaid bioohutuse meetmeid ning teha kõik selleks, et biosaaste vektoritel (putukad, närilised) puuduks ligipääs farmidesse. Kontrollida tuleks ka sööda ja joogivee puhtust ning koolitada farmide talitajaid k.a. remondimehi, et nad mõistaks ning järgiks bioturvalisuse ning heade hügieeni- ja tootmistavade põhimõtteid.

Tapamaja tasandi umbsoole proovide saastumine termofiilsete kampülobakteritega (juuli-september) oli positiivses korrelatsioonis Eesti päritolu linnuliha kõrge saastumisega samal perioodil. Viimane on kooskõlas ka teadusuuringutega, kus on leitud, et termofiilsed kampülobakterid satuvad rümba välispinnale enamasti fekaalse saaste kaudu, mis omakorda on põhjustatud tapaliinide liiga kiirest tööst ning sisikonna eemaldamisel tekkinud vigadest. Tingituna faktist, et termofiilsed kampülobakterid lokaliseeruvad lindude umbsooltes, siis tapaliinide tehnilistest aspektidest tingituna on võimalik sisikonna eemaldamisel vigastada sooli ning fekaalne saastus kandub rümbale ning sellega koos ka kampülobakterid.

## Kokkuvõte

Uurimustöö tulemusena leiti, et Eestis müüdavad linnulihatooted olid termofiilsetest kampülobakteritest saastunud. Võrreldes Eesti päritolu värske broileriliha toodetega oli kampülobakterite esinemus Leedu ja Läti päritolu toodetes oluliselt suurem ( $p < 0,001$ ). Lisaks levimusunäitajatele olid võrreldes Eesti toodetega ka kampülobakterite arvukused importtoodetes oluliselt kõrgemad ( $p < 0,001$ ). Läti ja Leedu päritolu toodete saastumisnäitajate vahel statistiliselt olulist erinevust ei leitud. Suurim broileriliha saastatus koos kõrgemate kampülobakterite arvukustega ilmnis soojadel suvekuudel juulist kuni septembrini. Umbsoole ja lihaproovide tulemuste positiivne korrelatsioon viitab selgelt faktile, et põhiline linnuliha saastumine toimub fekaalse kontaminatsiooni teel.

Arutelu kokkuvõttena leiame, et kampülobakterite saastumise vähendamise ja vältimise võimalused algavad eelkõige esmatootmise ehk farmi tasandilt. Riiklike ning ettevõtte spetsiifiliste *Campylobacter* tõrje(tegevus) programmide rakendamisel on vajalik kõikide linnufarmide pidevad uuringud ning lindude tapmise eelselt tuleb välja selgitada linnukarjade kampülobakteritega tabandumine. Selleks tuleb esmalt vastavad programmid välja töötada

ja kehtestada. Tapamajades tuleb suuremat tähelepanu pöörata sellele, et tapmisele järgnevad protseduurid minimeeriks soolesisaldise sattumise rümpadele. Üheks võimaluseks oleks nt. tapaliinide töökiiruse vähendamine ning kasutatava puhta loputusvee koguse suurendamine. Oluline võimalus kontaminatsiooni vähendamiseks on intensiivsema ning pikemaajalise rümpade õhkjahutamise kasutamine, sest kampülobakterid on tundlikud kuivamisele.

Enamike zoonootiliste haiguste ennetamine ja kontroll on raske, kuid omab erilist tähtsust juhul, kui tegemist on laialt levinud patogeeniga nagu seda on *Campylobacter* spp. Tuleb tõdeda, et isegi kõige laiahaardelisem ja üksikasjalikum tõrjeprogramm ei taga kampülobakterite täielikku eliminatsiooni toidu käitlemisahelast, kuid eelmainitud tõrje ja korrigeerivate meetodite kasutamine tagab inimeste haigestumise riskide olulise vähendamise.

## Tänuavaldused

Uurimistööd finantseeriti Eesti Teadusagentuuri grandist nr. 9315 “*Listeria monocytogenes* ja *Campylobacter* spp. molekulaarepidemioloogilised uuringud Eesti toiduahelas” ning Põllumajandusministeeriumi rakendusauingu projektist “*Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes* ja verotoksilise *Escherichia coli*-ga seonduvate toiduohutuse riskide hindamine Eestis” (leping nr T13057VLTH).

## Kasutatud kirjandus

Bunevičienė, J., Kudirkienė, E., Ramonaitė, S., & Malakauskas, M. (2010). Occurrence and numbers of *Campylobacter* spp. on wings and drumsticks of broiler chickens at the retail level in Lithuania. *Veterinarija ir Zootechnika*, 72, 9-14.

Coleman M. Marks H. (1998). Topics in dose-response modelling. *Journal of Food Protection*, 6, 1550-1559.

Djenane, D., Roncales, P. (2011). Risk assessment and new developing strategies to reduce prevalence of *Campylobacter* spp. in broiler chicken meat. *Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances* (A. MéndezVilas, Ed.).

EFSA, European Food Safety Authority. (2013). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2011. *EFSA Journal* 2013, 11(4), 3129.

EFSA, European Food Safety Authority. 2012. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2010. *EFSA Journal* 2012;10(3):2597.

EFSA, European Food Safety Authority. (2011). Scientific opinion on *Campylobacter* in broiler meat production: control options and performance objectives and/or targets at different stages of the food chain. *EFSA Journal* 2011, 9(4), 2105.

EFSA (European Food Safety Authority). 2010. Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents and Food-Borne Outbreaks in the European Union in 2008.

Friedman, C.R., Hoekstra, R.M., Samuel, M., Marcus, R., Bender, J., Shiferaw, B., Reddy, S., Ahuja, S.D., Helfrick, D.L., Hardnett, F., Carter, M., Anderson, B., Tauxe, R.V. (2004). Emerging Infections Program FoodNet Working Risk factors for sporadic *Campylobacter* infection in the United States: A case-control study in FoodNet sites. *Clinical Infectious Diseases*, 38, 285-29.

FAO/WHO, 2001. Hazard identification, exposure assessment and hazard characterization of *Campylobacter* spp. in broiler chickens and *Vibrio* spp. in seafood, a joint FAO/WHO expert consultation. FAO/WHO, Geneva, Switzerland. 23-27 July 2001.

Frost, J.A., Gillespie, J.A., O'Brien, S.J. 2002. Public Health implications of *Campylobacter* outbreaks in England and Wales, 1995-1999: epidemiological and microbiological investigations. *Epidemiology and Infection*, 128, 111-118.

Hofshagen, M., Kruse, H. (2013). Two years with the Norwegian action plan against *Campylobacter* spp. in broilers, Abstracts from CHRO 2003 12th International Workshop on *Campylobacter*, *Helicobacter* and Related Organisms Aarhus, Denmark, September 6-10, *International Journal of Medical Microbiology*. 293 (2003) (Suppl. 35), p. 21 (abstract D15).

Hänninen, M-L., Kärenlampi, R. 2004. *Campylobacter* in waterborne epidemics in Finland. *Water Science and Technology*, 4, 39-45.

ISO 10272-1, 2006. Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for detection and enumeration of *Campylobacter* spp. Part 1: Detection method.

ISO 10272-2, 2006. Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for detection and enumeration of *Campylobacter* spp. Part 2: Colony-count technique.

Kovalenko, K., Roasto, M., Liepinš, E., Mäesaar, M., & Hörman, A. (2013). High occurrence of *Campylobacter* spp. in Latvian broiler chicken production. *Food Control*, 29, 188-191.

Kuusi, M., Nuorti, J.P., Hänninen, M-L., Koskela, M., Jussila, V., Kela, E., Miettinen, I., Ruutu, P. 2005. A large outbreak of campylobacteriosis associated with a municipal water supply in Finland. *Epidemiology and Infection*, 133(4), 593-601.

Kärenlampi, R. Characterization of Finnish *Campylobacter* isolates: species identification, survival on fresh produce and molecular epidemiology. Academic dissertation. University of Helsinki, ISBN 978-952-92-2424-1, pp. 74.

Schönberg-Norio, D., Takkinen, J., Hänninen, M-L., Katila, M.L., Kaukoranta, S.S., Mattila, L., Rautelin, H. 2004. Swimming and *Campylobacter* infections. *Emerging Infectious Diseases*, 10(8), 1474-1477.

Suzuki, H., & Yamamoto, S. (2009). *Campylobacter* contamination in retail poultry meats and by-products in the world: a literature survey. *Journal of Veterinary Medicine and Science*, 71, 255-261.

Vellinga, A., Van Lock, F. (2002). The dioxin crisis as experiment to determine poultry-related *Campylobacter enteritis*. *Emerging Infectious Diseases*, 8, 19-22.

# ÜLEVAADE TOORPIIMA OHUTUSE ALASTEST UURINGUTEST NING TOORPIIMAGA SEONDUVATEST TERVISERISKIDEST

Mati Roasto\*, Kadrin Meremäe, Piret Kalmus  
Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut  
\* mati.roasto@emu.ee

## Sissejuhatus

Kuigi piima tarbitakse enamasti kuumtöödeldult on viimasel ajal üha populaarsem ka toorpiima tarbimine. Põhjustest võiks nimetada toorpiima müüki pudelipiimana või piimaautomaatidest ning tarbijate arvamust, et pastöriseerimine hävitab piima toitainelise väärtuse ning seetõttu ka tervisele kasuliku efekti. Toorpiimaga seonduvalt ringleb internetis ka teaduslikku alust mitte omavat informatsiooni, kus muuhulgas väidetakse, et pastöriseeritud piima tarbimisega võib kaasneda nt piimaallergia, laktoositalumatus, diabeet, osteoporoos ning artriit. Toor- ja kuumtöödeldud piima tarbimisega seonduvatest riskidest ja kasulikkusest annab suurepärase ülevaate Claeys *et al.* (2013) poolt koostatud artikkel, kus on käsitletud oluliste antud teemaga seonduvate teadustööde tulemusi. Piima kõrge toitaineline väärtus põhineb tema oluliste amino- ja rasvhapete, vitamiinide ning mineraalainete sisaldusel. Toidu toitaineline väärtus ei sõltu aga üksnes toitainete sisaldusest/kogusest vaid ka nende bioaadavusest ning nende mõjust soovitatavatele päevastele kogustele (RDI, recommended daily intake). Piima proteiinide toitaineline väärtus sõltub seega nende seeduvusest ning asendamatute aminohapete organismi poolsest omandamisest. On teada, et kaseiini molekulid on mitmete bioaktiivsete peptiidide prekursoriteks, millel põhineb piima antimikroobne toime ning mitmete oluliste mineraalainete ja fosfaationide ülekannet inimorganismis. On leitud, et kuumtöötlemine mõjutab eelkõige piima proteiinide funktsionaalseid omadusi nt veesidumisvõimet ning lahustuvust, kuid mõju toitainelisele väärtusele ning proteiinide seeduvusele on väga väike. Piim sisaldab mitmeid asendamatuid rasvhappeid nt. omega-3 (alfa-linoleenhape) ja omega-6 (linoolhape). Bioaadavuse mõttes on oluline just lipiidi piisakese suurus ning seetõttu tööstuslikult töödeldud ehk homogeniseeritud piim pigem soodustab piimarasvade lipolüüsi. Toitumisel oluliste

vitamiinide nt B<sub>2</sub> (riboflaviin) ning B<sup>12</sup> (tsüanokobalamiin) biosaadavust mõjutab piima kuumtöötlemine peaaegu, et olematult. Toorpiim sisaldab väga erinevaid antimikroobseid süsteeme. Ensüümidest nt lüsoosüüm, laktoperoksidaas, ksantiinoksüdaas ning antimikroobsetest proteiinidest nt laktoferrin, immunoglobuliinid, bakteriotsiinid jt. Pastöriseerimine tõepoolest inaktiveerib ensüümid, kuid nende aktiivsus toorpiima säilitamistemperatuuridel (+4 kuni +6°C) on samuti väga väike. Toorpiim võib sisaldada probiootilisi baktereid, kuid nende arvukus on tervisele kasuliku efekti saamiseks liiga väike.

Toorpiima ja pastöriseeritud piima laktoosi sisaldused on sarnased ning kumbki ei sisalda laktaasi ( $\beta$ -galaktosidaas), mille puudulikkusega seondub otseselt inimeste laktoositalumatus. Ainuke kindel piima kuumtöötlemise vastuargument on organoleptika ehk toorpiima ning pastöriseeritud piima maitse ja lõhna erinevused. Viimasel ajal räägitakse järjest enam piima homogeniseerimise võimalikust rollist piimaallergia tekkes, kuid tõeseid teadusandmeid tuleb lõplike järelduste tegemiseks veel oodata. Viimati mainitu puudutab eelkõige homogeniseerimist mitte pastöriseerimist.

Võib väita, et teadusuuringuid, mis on põhjalikult käsitlenud kuumtöödeldud ning toorpiima inimese tervisele kasuliku mõju on kokkuvõttes järeldanud seda, et sõltumata mõnedest toorpiima tarbimise eelistest ei kaalu need üle toorpiima tarbimisega kaasnevat potentsiaalseid ohtusid, mis on tingitud erinevat liiki inimpatogeenide võimalikust sisaldusest toorpiimas (Claeys *et al.*, 2013). Järelikult tuleb toorpiima kvaliteedi kõrvale tekitada ka toorpiima ohutuse dimensioon, mida senini on teadmata põhjustel suuresti eiratud. Maailmas on läbi viidud mitmeid toorpiima ohutuse alaseid teadusuuringuid, mida osaliselt järgnevalt ka käsitletakse.

## **Toorpiima ohutuse alased uuringud maailmas**

Toorpiima mikrobioloogilist ohutust on palju uuritud Itaalias (Petruzzelli *et al.*, 2013; Bianchi *et al.*, 2013; Serraino *et al.*, 2013), kus toorpiima müük piimaautomaatidest sai alguse juba 2004. aastal. Samuti on samalaadseid uuringuid tehtud näiteks UusMeremaal (Hill *et al.*, 2012), USA-s (Van Kessel *et al.*, 2011) ja Iirimaa (Murphy *et al.*, 2008). Kõikide eelnimetatud teadusuuringute tulemused viitavad sellele, et toorpiim võib olla toidupatogeenide kandjaks. Itaalias läbi viidud toorpiimaautomaatides

müüdava toorpiima uuringus tuvastati olulisi patogeene nagu *Salmonella* spp., *E. coli* O:157, *Campylobacter* spp. ja *L. monocytogenes*, vastavalt 0,3%, 0,2%, 1,5% ning 1,6% proovidest (Bianchi *et al.*, 2013). Nimetatud uuringu tulemusena tõdeti, et toorpiima saastumine ühe ja sama toidupatogeeni toimub farmi tasandil korduvalt. Teises Itaalia uuringus tehti kindlaks *Coxiella burnetii* ja verotoksilise *E. coli* (VTEC) esinemine farmide tankipiimas (Petruzzelli *et al.*, 2013). *C. burnetii* suhtes oli 27% ning *E. coli* O:157 suhtes 3,5% proove positiivsed. Serraino *et al.* (2013) uuring Itaalias tegi kindlaks *Campylobacter* spp. (42,9% uuritud proovidest) ja *Arcobacter* spp. (57,1% proovidest) kõrge esinemissageduse toorpiimas. Iirimaaal tehtud piimafarmide uuring aga näitas kuue karja piimafiltritel (6%) *Salmonella* spp. esinemist (Murphy *et al.*, 2008). Kümnest isolaadist viie puhul tehti kindlaks *Salmonella* Typhimurium DT104, neljal korral *Salmonella* Dublin ja ühel juhul *Salmonella* Agona. Antud uuringus tuvastati haigustekitajaid üksnes piimafiltritel mitte aga farmi tankipiimas. Murphy *et al.* (2005) varasemas uuringus tuvastati 12 farmi (12%) piimafiltritelt ka *E. coli* O:157, mis on inimtervisele ohtlik patogeen eelkõige seetõttu, et võib inimestel põhjustada hemolüütilisüreemilist sündroomi (HUS) ning seeläbi surma. UusMeremaal läbi viidud toorpiimauuringus ei tuvastatud verotoksilist *E. coli* O157:H7 ning *Salmonella* baktereid, kuid mõnedest toorpiimaproovidest (0,7%) leiti *L. monocytogenes* (Hill *et al.*, 2012). USAs teostatud toorpiimauuringus leiti farmi tankipiimaproovidest *C. jejuni*, verotoksiline *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp. ja *Y. enterocolitica* vastavalt 9,2%, 3,8%, 4,6%, 6,1% ning 6,1% proovidest (Jayarao ja Henning, 2001). Teine USAs tehtud uuring kinnitas *S. enterica* ja *L. monocytogenes*'e esinemist toorpiimas, sest vastavalt 28,1% ja 7,1% proovidest olid nimetatud patogeeni suhtes positiivsed (Van Kessel *et al.*, 2011). Sarnaselt eeltoodud teadusuuringutele, tuvastasid ka Jayarao *et al.* (2006) *C. jejuni* (2%), verotoksilise *E. coli* (2,4%), *L. monocytogenes*'e (2,8%), *Salmonella* (6%), ning *Y. enterocolitica* (1,2%) esinemise tankipiimaproovides.

Erinevates riikides teostatud toorpiima uuringute näiteid võiks esitada veel, kuid on selge, et mida ulatuslikumad on olnud uuringud, seda tõenäolisemalt on toorpiimast leitud olulisi toidupatogeene, kahjuks enamasti ka erinevaid toidupatogeene korraga, mis näitab rahvatervise riskide esinemist toorpiima tarbimisel.



## Toorpiimaga seotud haiguspuhangud

Klassikalistest toidupatogeenidest on toorpiimaga seostatud haigestumisi kõige enam esile kutsunud *E. coli*, *C. jejuni*, *Salmonella* spp. ja *L. monocytogenes*. Kirjanduse andmetel on teada, et näiteks USAs haigestus aastatel 2000-2012 toorpiima ja/või toorpiima baasil valmistatud piimatoote tarbimise tagajärjel rohkem kui 600 inimest (BC Centre for Disease Control, 2012). Toorpiima joomisega seotud haigestumisi on esinenud ka Euroopas, mõnedest nendest annavad ülevaate De Buyser'i et al. (2001). Näiteks on kirjeldatud 1981. aastal Šotimaal 654 inimese haigestumist salmonelloosi ning viidatud 1990. aastatel Prantsusmaal ja Inglismaal aset leidnud üle 100 haiguspuhangule, mis kõik olid seotud toorpiima tarbimisega. Eesti kohta kahjuks täpsed andmed, kui paljusid toidumürgistuse või infektsiooni juhtumeid võiks seostada otseselt toorpiima tarbimisega osaliselt puuduvad. Küll aga on kirjalikke märkmeid selle kohta, et toorpiima joomise järel on esinenud grupiviisilist puukentsefaliiti haigestumist. Näiteks on teada juhtum, kus Tallinnas haigestus 37 inimest puukentsefaliiti turismimessil pakutud toore kitsepiima tarbimise tagajärjel (Kerbo et al., 2005). Toorpiimaga seonduvatest haigusjuhtumitest Eestis annab põhjalikuma ülevaate koostatud riskiprofiil (Viltrop ja Roasto, 2013). Leedus haigestus 1999. aasta augustis 17 inimest pärast turult ostetud toorpiima joomist šigelloosi, mille tulemusena otsustasid sealsed tervisekaitseametnikud peatada toorpiima otseturustamise tarbijatele, ning lubada müüki vaid pastöriseeritud joogipiima (Jürgens, 1999).

Nii Euroopas kui USAs on toorpiimaga seotud haiguspuhangute põhjuseks tavaliselt olnud oma piimafarmis peetavate lehmade toorpiima joomine, kodu lähedal asuvast farmist või toidukauplusest toorpiima ostmine ja selle tarbimine ilma kuumtöötlemiseta.

Soome (Schildt et al., 2006) näitel on teada juhtum, kus viie kuu jooksul haigestus järjest kampülobakterenteriiti kogu 6-liikmeline perekond (ema, 3 last vanuses 7-13-aastat, vanaema ja vanaisa) oma farmis toodetud toorlehmapiima tarbimisel. Haigestumine sai alguse 2002. aasta augustis, kui emal ja tema 11-aastaselt lapsel oli kergekujuline kõhulahtisus. Sama aasta oktoobris haigestus juba tõsisemalt 13-aastane laps, kes tuli hospitaliseerida, kuna esinesid nii palavik, kõhuvalu, oksendamine kui kõhulahtisus. Mõni aeg hiljem haigestusid raskelt ema, 11- ja 7-aastased lapsed ja vanaisa, ka vanaema kurtis kergelt kõhuvalu. Kõikidel kordadel oli diagnoosiks kampülobakterenteriit. Haiguspuhangu põhjuseks oli termofiilsete kampülobakteritega

saastunud toorpiima regulaarne tarbimine. Toorpiima saastumise võimalikuks põhjuseks peeti lüpsiseadmete kummitihendite kulumist ning sellest tingitud piimatorustiku hermeetilisuse vähenemist. *C. jejuni* on väliskeskkonnas laialt levinud patoogen, mis fekaalse materjaliga toorpiima sattudes jääb sinna alles, olenemata sellest, et piim läbib piimafiltrid, mis suurema fekaalse saaste kinni peavad. Kui pere oleks enne tarbimist toorpiima kuumutanud vähemalt temperatuurini 72°C, siis oleks see taganud *C. jejuni* hävitamise.

2008. aasta juulis registreeriti USAs kahe lapse haigestumine toorpiima joomise järgselt (Guh et al., 2010). Mõlemal lapsel diagnoositi *E. coli* O:157 poolt põhjustatud toidumürgitus. Ühel lapsel tekkisid haigusnähud pärast seda, kui ta oli joonud kauplusest ostetud toorpiima. Teine laps haigestus farmist X ostetud toorpiima joomise järgselt. Mõlemad lapsed haigestusid samast allikast pärineva toorpiima joomise tulemusena. Mõne aja pärast selgus, et haigestumine on ulatuslikum: esines veel 14 haigusjuhtu, nendest 7 kinnitati ka laboratoorselt, 36% haigestunutest vajab haiglaravi. Nende juhtumite põhjuste selgitamisel leiti, et farmis X toodetud toorpiima tarbimine põhjustas haigestumise hoolimata sellest, et nõuete rikkumisi ei tuvastatud.

## **Kehtiv seadusandlus meil ja mujal**

Nii Euroopa Liidus kui USAs on toorpiimale esitatavad üldised nõuded seadusandlusega reguleeritud. Siinkohal tekib küsimus, kas toorpiima otseturustamisel tarbijatele kehtivad ka erinõuded. Tuleb tõdeda, et nt USAs on toorpiima müük otse tarbijatele osariigiti reguleeritud väga erinevalt (Real Raw Milk Facts and National Milk Producers Federation, 2013). Kui Georgia osariigis on toorpiima otseturustamine tarbijatele täielikult keelatud, siis Hawaii osariik lubab toorpiima väljaspool farmi müüa vaid tingimusel, et see on märgistatud teabega “sisaldab patogeene, mis võivad kujutada ohtu tarbimisel”. Montana osariigis on toorpiima müük lubatud vaid otse farmist ja seda tingimusel, et farmeril on selleks luba ning piim on laboratoorselt testitud.

Möödunud 2013. aastal viidi Põllumajandusministeeriumi tellimusel ja Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi, Veterinaar- ja Toiduameti ning Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi koostöös

läbi uuring, mille eesmärgiks oli hinnata Eestis toodetava ja töötlemata kujul turustatava toorpiima mikrobioloogilist ohutust tarbijale. Antud uuringu raames saadeti erinevate Euroopa Liidu (EL) liikmesriikide toiduohutuse ja/või piimahügieeni spetsialistidele ankeet, kus paluti kirjeldada toorpiimale esitatavaid siseriiklikke nõudeid ning kriteeriumeid. Ühtekokku saadi tagasisidet 12 riigist. Uuringus osalenud riigid olid: Eesti, Soome, Itaalia, Rootsi, Taani, Belgia, Slovakkia, Saksamaa, Läti, Leedu, Holland ja Prantsusmaa. Uuringus osalenud riikidest ei ole jaekaubanduslike kanaleid kaudu lubatud toorpiima müüa üksnes Rootsis, Taanis ning Hollandis. Rootsis on müügiõigus vaid traditsionaalsetes erifarmides kindlatel perioodidel (suvel) ning seda vaid mitte pastöriseeritud piimast valmistatud piimatoodete valmistamiseks ning väikeses koguses müümiseks. Täiendavalt Euroopa Parlamendi ja Nõukogu Määruse (EU) nr 853/2004 IX jaos toorpiima tootmisele esitatud nõuetele ning toorpiima kriteeriumidele olid toorpiima ohutusega seonduvad siseriiklikud õigusaktid vastavate toorpiimale esitatavate riiklike kriteeriumidega kehtestatud järgmistes riikides: Eesti, Soome, Itaalia, Saksamaa, Läti, Leedu, Holland ning Prantsusmaa. Uuringus osalenud maade siseriiklikud kriteeriumid toorpiimale erinesid suuresti. Eestis on toorpiima nõuded kehtestatud põllumajandusministri 15. juuni 2006. a määruses nr 71 "Toorpiima käitlemise hügieeninõuded". Toorpiima turustamiseks peab tootja analüüsima toorpiima järgmiste andmete saamiseks: mikroorganismide üldarvu 30 oC juures, soomaatiliste rakkude arv, *Staphylococcus aureus* arvukus, pidurdusainete (antibiootiliste ainete) jääkide määramine. Analüüsiandmete ning karja tervisliku seisundi hindamise alusel väljastab volitatud veterinaararst tootjale veterinaartõendi, mis kehtib kuni kuus kuud. Mitmetes küsitluses osalenud riikides sh Eestis olid toorpiimale kehtestatud aeroobsete bakterite üldarvu ja soomaatiliste rakkude arvu kriteeriumid võrdsed Määruses (EÜ) nr 853/2004 esitatud kriteeriumitega. Rangemad bakterite üldarvude nõuded on kehtestatud Soomes, Saksamaal, Hollandis ja Prantsusmaal. Nimetatud riikides on maksimaalseks aeroobsete bakterite üldarvuks kehtestatud 50.000 ühes milliliitris toorpiimas (libisev geomeetiline keskmine), kusjuures Saksamaal kohustatakse analüüsima mitut osaproovi. Veelgi suuremad kriteeriumite erinevused ilmsid patogeensete mikroorganismide osas. Erinevate maade poolt toorpiimast uuritavate patogeensete mikroorganismide või nende poolt toodetud toksiinide nimistusse kuulusid: *S. aureus* (Saksamaal koagulaaspositiivsed stafülokokid), *L. monocytogenes*, *Campylobacter*, VTEC/STEC,

*Salmonella* ning aflatoksiinid. Patogeenide esinemist uuritakse enamasti 25 ml tankipiimast, kusjuures proovivõtukava näeb ette viie ( $n=5$ ) osaproovi võtmist ning nende laboratoorset analüüsi. Mitte üheski osaproovist ei tohi uuritavat patogeeni esineda ( $n=5, c=0$ ) v.a. *S. aureus*, millele on kehtestatud arvuline piirmäär. Erinevates riikides seonduvad toiduohutuse kriteeriumid erinevate toidupatogeenide tuvastamise nõudega. Enamikes riikides nõutakse *L. monocytogenes* ning *Salmonella* tuvastamist ning *S. aureus* arvukuse määramist. Kõige rangemad nõuded *S. aureus* arvukusele on kehtestatud Saksamaal ( $m=10, M=100, n=5$ ) ning seda võib põhjendada antud mikroobi võimega produtseerida toksiine.

*L. monocytogenes* esinemist uuritakse enamasti farmi tankipiimast ning nõudeks on selle puudumine 25 ml ( $n=5, c=0$ ), kuid nt Prantsusmaal on piirmääraks kehtestatud 100 pmü/ml säilimisaja jooksul ( $n=5, c=0, m=M$ ).

Proovivõtusedus lähtub enamikes riikides müüdavatest toorpiima kogustest ning mida suuremad on otseturustatava toorpiima kogused, seda rohkem tuleb panustada toorpiima ohutuse laboratoorsetele uuringutele. Belgias nõutakse väga suurte toorpiima koguste müügi korral (rohkem kui 60.000 liitrit lehmapiima aastas) piimafarmides HACCPsüsteemi rakendamist.

On selge, et maailmas tervikuna vajab otseturustatav toorpiimaga seonduv seadusandlus ülevaatamist, põhjalikku arutelu ning lõppkokkuvõttes täiendamist. Mõned riigid on seda juba teinud nt Soome ning mõned riigid on seda tegemas. Täiendamist vajavad nii toorpiima ohutuse kriteeriumid kui proovivõtuplaanid ning nende muutmisel/täiendamisel tuleb lähtuda eelkõige võimalikest tarbija riskidest ning adekvaatselt toiduohutuse hindamise võimalusest.

## Toorpiima ohutuse alased uuringud Eestis

Eestis ei ole varem toorpiima ohutuse alaseid põhjalikke uuringuid teostatud. Mõned kirjalikud andmed on seotud Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi mikrobioloogiliste andmete analüüsiga, mille põhjal võib tõdeda nt seda, et Eestis aastatel 2008-2010 analüüsitud toorpiima-proovides oli *L. monocytogenes*'ga saastumise protsent 18,1% (Kramarenko *et al.*, 2013). 2010. aastal Veterinaar- ja Toidulaboratooriumis teostatud *L. monocytogenes*'e levimuse uuringus analüüsiti 152 toorpiimaproovi, millest 18,4% osutusid positiivseteks (Meremäe *et al.*, 2013). 2013. aastal rahastas Põllumajandusministeerium uurimusprojekti, mis kandis nimetust "Toorpiima ohutuse alane pilootuuring Eestis". Antud uuringu raames määrati farmide (14) tankipiimast somaatiliste rakkude arv, mikroobide üldarv, antibiootiliste ainete jäägid ning mastiidipatogeenide esinemus ning *Listeria monocytogenes*'e olemasolu. Lüpsifarmi piimafiltrit uuriti *Listeria monocytogenes*'e, *Salmonella* spp., *Echerichia coli* verotoksiliste tüvede (VTEC) ja termofiilsete kampülobakterite esinemise suhtes. Lisaks uuriti mikroobide üldarvu ja *L. monocytogenes* arvukust sama partii toorpiimast võetud proovides müügikohtades või piimaautomaatides toorpiima realiseerimise viimasel päeval. Laboratoorsed analüüsid teostati akrediteeritud metoodikatega Veterinaar- ja Toidulaboratooriumis. Lühidalt esitatuna võib tõdeda, et uuritud proovidest ei leitud antibiootiliste ainete jääke, salmonellasid ning termofiilseid kampülobakttereid. Mikroorganismide üldarv vastas kehtestatud piirnormidele (üldarv alla 100.000 pmü/ml) üheteistkümne farmi (78,6%) jahutipiimast võetud proovides. Mikroorganismide arvukuse probleemid seonduvad eelkõige müügikohtadest ja piimaautomaatidest võetud toorpiima proovidega. Kõige enam tuvastati farmi piimafiltritel verotoksilist *E. coli* ja *L. monocytogenes*'t, vastavalt 64,3% ning 35,7% farmidest. Projekti tulemustega on võimalik tutvuda Põllumajandusministeeriumi kodulehe kaudu.

## Kokkuvõte ja järeldused

Analüüsidest erinevates maailma riikides teostatud toorpiima ohutuse alaseid teadusuuringuid ning Eestis teostatud uurimistöid võime järeldada, et toorpiim on potentsiaalselt ohtlik toiduaine juhtudel, kus seda enne tarvitamist ei kuumtöödeldata. Artikli autorid on veendunud, et tarbijatel peab olema võimalus toorpiima ühel või teisel viisil osta, kuid nad peavad saama teavitatud potentsiaalsetest tervise riskidest. Piisab sellest, et toorpiima automaadil ja/või pakendil on märged “enne tarbimist kuumtöödelda”. Tuleb teada, et pastöriseerimine võeti kasutusele mitte selleks, et alandada toitade toitaineid väärtust vaid põhjusel, et säästa inimelusid ning vähendada toidust tingitud haigestumisi. Loomsete toiduainete kuumtöötlemine jääb märkimisväärselt oluliseks toiduainete töötlemise protsessiks senikaua kuni võetakse kasutusele uued samaväärsed või paremad alternatiivsed toiduainete ohutuks muutmise viisid. Lähiajal tuleb aga säilitada selget mõistust ning tõdeda, et sõltumata juba mõnede alternatiivsete võimaluste olemasolust on loomsete toiduainete üheks kõige efektiivsemaks inimese tervisele ohutuks muutmise viisiks nende piisava temperatuuri ning ajalise kestusega kuumtöötlemine.

Toiduainete kvaliteet ning ohutus on olulised mõlemad, kuid ohutus on toiduainete tootmise eeltingimus, kvaliteet nt kõrge toitaineline koostis ei pruugi seda alati olla.

## Tänuavaldused

Põllumajandusministeeriumirakendusauuringuprojekt “*Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes* ja verotoksilise *Escherichia coli*-ga seonduvate toiduohutuse riskide hindamine Eestis” (leping nr T13057VLTH).

Eesti Teadusagentuuri grant nr. 9315 “*Listeria monocytogenes* ja *Campylobacter* spp. molekulaarepidemioloogilised uuringud Eesti toiduahelas”.

Põllumajandusministeeriumi projekt 8-2/T13091VLTO “Toorpiima ohutuse alane pilootuuring Eestis”.

## Kasutatud kirjandus

Bianchi, D.M., Barbaro, A., Gallina, S., Vitale, N., Chiavacci, L., Caramelli, M., Decastellil, L. 2013. Monitoring of foodborne pathogenic bacteria in vending machine raw milk in Piedmont, Italy. *Food Control* 32 (2013) 435-439.

BC Centre for Disease Control. Summary of food borne illnesses & outbreaks in North America associated with the consumption of raw milk and raw milk dairy products (2000-2011). 2012. Kättesaadav siit:

[http://www.bccdc.ca/NR/rdonlyres/628544F1-0533-48E8-9C96-8391952BEF96/0/RawMilkOutbreakTable2000\\_2011v2.pdf](http://www.bccdc.ca/NR/rdonlyres/628544F1-0533-48E8-9C96-8391952BEF96/0/RawMilkOutbreakTable2000_2011v2.pdf), ligipäas 2. detsember 2013.

Claeys, W.L., Cardoen, S., daube, G., De Block, J., Dewettinck, K., Dierick, K., De Zutter, L., Huyghebaert, A., Imberechts, H., Thiange, P., Vandenplats, Y., Herman, L. 2013. Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. *Food Control*, 31, 251-262.

De Buyser, M.-L., Dufor, B., Maire M., Lafarge, V. 2001. Implication of milk and milk products in food-borne diseases in France and in different industrialised countries.-*International Journal of Food Microbiology* 67:1-17.

Guh, A., Phan, Q., Nelson, R., Purviance, K., Milardo, E., Kinney, S., Mshar, P., Kasacek, W., Cartter, M. 2010. Outbreak of *Escherichia coli* O157 associated with raw milk, Connecticut, 2008. *Clin. Infect. Dis.*, 51(12), 1411-1417.

Hill, B., Smythe, B., Lindsay, D., Shepherd, J. 2012. Microbiology of raw milk in New Zealand. *International Journal of Food Microbiology*, 157, 305–308.

Jayarao, B.M., Henning, D.R. 2001. Prevalence of Foodborne Pathogens in Bulk Tank Milk. *Journal of Dairy Science*, 84(10), 2157-2162.

Jayarao, B.M., Donaldson, S.C., Straley, B.A., Sawant, A.A., Hegde, N.V., Brown, J.L. 2006. A Survey of Foodborne Pathogens in Bulk Tank Milk and Raw Milk Consumption Among Farm Families in Pennsylvania, *J. Dairy Sci.*, 89, 2451–2458.

Jürgens, A. 1999. Toorpiimaga tasub olla ettevaatlik. *Õhtuleht*, 30. november 1999. <http://www.oh tuleht.ee/66807>. Kättesaadav: 03.12.2013.

Kerbo, N., Epštein, J., Dontšenko, I. 2005. Nakkushaiguste esinemine ja immuunprofülaktika Eestis 2005. aastal. Tervisekaitseinspektsiooni aruanne. [http://www.terveiseamet.ee/fileadmin/dok/Nakkushaigused/statistika/1999\\_07/nakk\\_immprof\\_2005.pdf](http://www.terveiseamet.ee/fileadmin/dok/Nakkushaigused/statistika/1999_07/nakk_immprof_2005.pdf). Kättesaadav: 03.12.2013.

Kramarenko, T., Roasto, M., Meremäe, K., Kuningas, M., Põltsama, P., Elias, T. 2013. *Listeria monocytogenes* prevalence and serotype diversity in various foods. *Food Control*, 24-29.

Meremäe, K., Roasto, M., Kalmus, P., Viltrop, A., Kramarenko, T. 2013. Toorpiima ohutusest põhjalikumalt. *Eesti Loomaarstlik Ringvaade*, 1, 22-29.

Murphy, B., Murphy, M., Buckley, J., Gilroy, D., Row, M., McClery, D., Fanning, S. 2005. In-line milk filter analysis: *Escherichia coli* O157 surveillance of milk production holdings. Int. J. Hyg. Environ.-Health, 208, 407–413

Murphy, B., Buckley, J., O'Connor, E.M., Gilroy, D., Fanning, S. 2008. Comparison of *Salmonella* species recovered from Irish liquid milk production holdings with temporal clinical veterinary isolates. Int. J. Hyg. Environ. Health, 211, 283–291.

Petruzzelli, A., Amagliani, G., Micci, E., Fogliani, M., Di Renzo, E., Brandi, G., Tonucci, F. 2013. Prevalence assessment of *Coxiella burnetii* and verocytotoxin-producing *Escherichia coli* in bovine raw milk through molecular identification. Food Control, 32, 532-536.

Põllumajandusministri määrus nr 71 „Toorpiima käitlemise hügieeninõuded“

Real Raw Milk Facts and National Milk Producers Federation. 2013. Legislative Session – Raw Milk Bills. <http://www.realrawmilkfacts.com/PDFs/Raw-Milk-Legislation.pdf>. Kättesaadav: 03.12.2013

Schildt M, Savolainen S, Hänninen M-L. Long-lasting *Campylobacter jejuni* contamination of milk associated with gastrointestinal illness in a farming family. Epidemiol Infect 2006; 134:401-405.

Serraino, A., Florio, D., Giacometti, F., Piva, S., Mion, D., Zanoni, R.G. 2013. Presence of *Campylobacter* and *Arcobacter* species in in-line milk filter of farms authorized to produce and sell raw milk and of a water buffalo dairy farm in Italy. Journal of Dairy Science, 96, 2801-2807.

Van Kessel, J.A.S., Karns, J.S., Lombard, J.E., Koprak, C.A. 2011. Prevalence of *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, and *Escherichia coli* Virulence Factors in Bulk Tank Milk and In-Line Filters from U.S. Dairies. Journal of Food Protection, 74 (5), 759–768.

Viltrop, A., Roasto, M. 2013. Pastöriseerimata piima tarbimisega seotud mikroobsed riskid inimesele Eestis.

<http://www.agri.ee/public/juurkataloog/UURINGUD/2013/uuring-2013-toorpiim-riskiprofil.pdf>



# JÄTKUSUUTLIK PIIMANDUS – MÜÜT VÕI TEGELIKKUS?

Tiina Saron  
Eesti Piimaliit

Mõned aastad tagasi korraldas Eesti Piimaliit oma juubelikonverentsi, kus peateemaks oli jätkusuutlik piimandus. Kõlama jäid mõtted toidutootmisest kui ühtsest protsessist, kus võrdse tähtsusega on nii tervislik toit, keskkonnasõbralik ja elujõuline tootmine, kui ka rahulolev tarbija.

Jätkusuutlikkus on kui vundament, mis koosneb kolmest võrdse tähtsusega osast. Need on majanduslik (sissetulekud sektoris, nende jaotus erinevate osapoolte vahel, efektiivsus jms), keskkonna-alane (põllumajandus kui keskkonnaväärtuste looja ja samas ka üks suuremaid ohustajaid) ning sotsiaalne (toidusektor suur tööandja, uute töökohtade looja, toitumise tervislikkus, tarbija usaldus ja toetus) osa. Neist kasvõi ühe tähelepanuta jätmise kisub kogu asja kiiva ja eesmärk – jätkusuutlikkus - jääb saavutamata.

Jätkusuutliku piimanduse strateegiaga on viimaste aastate jooksul tegeldud paljudes riikides, siinkohal vaid mõned näited – *Dairy 2020 – A vision and framework for a sustainable UK dairy industry*; *Stewardship and Sustainability Guide for U.S Dairy*; *East Africa Dairy Development* jne. Lisaks on paljud teada tuntud piimanduskontsernid nagu Arla Foods, Danone, Nestle, Fonterra ja piimandusorganisatsioonid FIL-IDF, EDA oma püüdlustes ühinenud platvormiga Global Dairy, mille raames üritatakse koostöös arendada jätkusuutlikku lähenemist piimasektorile kogu maailmas.

Oma piimandusstrateegias 2012-2020 oleme Eesti jaoks püstitanud strateegilise eesmärgina piimatootmise ja –töötlemise mahu suurendamise ja jätkusuutlikkuse tagamise aastaks 2020. Visioon ütleb, et Eesti jätkusuutlik ja konkurentsivõimeline piimandus on orienteeritud turu nõudlusele vastavate kõrge lisandväärtusega piimatoodete tootmisele (sh kasvaval määral mahetooded) ning ekspordile, tuginedes vertikaalsele ja horisontaalsele koostööle. Eesti piimasektor on olnud ja loodetavasti ka jääb ekspordi-keskseks. Pikemas perspektiivis toetab globaalse nõudluse kasv igati ka meie võimalusi uutel turgudel kaubelda. Edu eelduseks on lisaks kvaliteetsele piimatootele aga Eesti piimasektori usaldusväärsus ja positiivne

kuvand. Siin tuleb Eesti piimasektorit vaadelda just läbi jätkusuutlikkuse prisma. On ju meile väga oluline nii kohaliku piimatoodangu väärimdamine, efektiivsuse suurendamine ja tulu jaotus toiduahelas, lisandväärtuse suurendamine, energia ja muude ressursside säästlik kasutamine, ökoloogilise jalajälje vähendamine kui ka toidu ohutus, kvaliteet ja tervislikkus. Sama tähtsad on sektori töötajad, nende haridus, kvalifikatsioon ning täiend- ja ümberõpe.

Eesti piimanduse võimalus oleks nutikas spetsialiseerumises, mis tähendaks eelkõige kõrgtehnoloogiliste toodete, tehnoloogiate ja teenuste arendamist, millel võiks olla rahvusvaheline huvi. Saaksime ära kasutada ja arendada edasi oma senist kogemust loomade söötmisel ja pidamisel, funktsionaalsete lisandite ja söötade vallas. Biotehnoloogia parem kasutus võimaldaks jätkata pre- ja probiootikumide selektsiooni ja omaduste uurimist funktsionaalsete piimatoodete arendamiseks. Edasist panustamist teadusarendustegevusse tuleks käsitleda kui võimalust piimasektori ahelapõhiseks koostööks, mis ühendaks omavahel tootmise, töötlemise, müügi, teeninduse ja meditsiini. Väikeses riigis on kõik ressursid piiratud, sh ka inimressurs. Seda enam tuleks olemasolevad jõud ühendada, et tekiks sünergia piimandustrategias püstitatud eesmärkide saavutamiseks.

# LIHA OKSÜDATSIOON – MEHCHANISMID NING MÕJU TOODETE KVALITEEDILE JA KEEMILISELE OHUTUSELE

Tõnu Püssa

Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

## Sissejuhatus

Liha on väga keeruline ja pidevalt muutuv erinevate kõrg- ja madalmolekulaarsete ainete süsteem, mis kuni termilise töötluseni on veel biokeemilises mõttes „elus“. Lihas toimub säilitamisel ja töötlemisel mitmesuguseid (bio)keemilisi reaktsioone, millest väga paljud mõjuvad halvasti liha kvaliteedile ja ohutusele. Üks selliseid protsesse on oksüdatsioon. Liha kalduvus oksüdatsioonile pannakse teataval määral paika juba looma aretamisel ja kasvatamisel, selle realiseerumise ulatus aga liha töötlemisel ja säilitamisel.

## Mis on oksüdatsioon?

Oksüdatsioon on laias mõistes keemiline protsess, mille käigus ühelt molekulilt võetakse elektrone, mis lähevad teisele molekulile, sealjuures esimene molekul oksüdeerub ning teine redutseerub e taandub. Summaarne protsess on redoks protsess. Tuntud tugev oksüdeerija on hapnik ( $O_2$ ), aga veel tugevamad on hapniku alusel toimivad osoon ( $O_3$ ); vesinikperoksiid ( $H_2O_2$ ) ja teised peroksiidid; lämmastikhape, väävelhape, hüpoklorit, ja permanganaadid, samuti mitmesugused vabad radikaalid e molekulid, millel ühel või mitmel aatomil on üksik paardumata elektron, mis otsib endale paarilist.

Oksüdatsioonile on iseloomulikud ahelreaktsioonid. Elusorganismides tekitatakse põhiliselt mitokondrites ja monotsüütides algsed vabad radikaalid, eeskätt superoksiid anioon-radikaal ( $\bullet O_2^-$ ), mis seejärel viiakse üle vesinikperoksiidiks ( $H_2O_2$ ) ning hüdroksüül-radikaalideks ( $HO\bullet$ ). Tänu kõrgele reaktsioonivõimele eksisteerivad vabad radikaalid enamasti ülimaldalates kontsentratsioonides ( $10^{-4}$  kuni  $10^{-9}$  M), osaledes, eriti hüdroksüülradikaal, järgmistes protsessides (Bekhit jt., 2013):

1. Ümbritsevate molekulide nagu lipiidid, aminohapped, vitamiinid keemiline modifitseerimine, mis võib elusorganismidel põhjustada tervisehäireid ning initsieerida ebasoovitavaid muutusi lihaskoes, mis omakorda võivad oluliselt langetada liha kvaliteedinäitajate nagu värvi stabiilsus, lõhn, maitse, toiteväärtus, väärtusi (Kanner, 2007) ja

2. Uue vaba radikaali tekitamine, mis võib kahjustada DNA-d ning ahelreaktsiooni kaudu käivitada raku lipiidide (põhiliselt vabade rasvhapete ja kolesterooli) ja valkude intensiivse oksüdatsiooni (Bekhit jt., 2013).

Elusorganismide, sh loomade ja nende liha korral on eriti levinud oksüdatsiooni bioloogiline vorm ehk mingilt molekulilt vesiniku aatomi eemaldamine vaba radikaali poolt koos uue vaba radikaali tekkega viimasest. Kuna elame hapniku keskkonnas, siis põhilisteks oksüdeerijateks on just reaktsioonivõimelised hapnikuosakesed (*reactive oxygen species* - ROS) nagu hüdroksüülradikaal või superoksiid anioon, aga vaba radikaal võib olla ka reaktsioonivõimeline lämmastik-hapnik osake nagu näiteks lämmastikoksiid  $\cdot\text{NO}$  või peroksünitrit  $\text{ONOO}^-$ .

Reaktsioonivõimelised osakesed jagunevad organismi suhtes endogeenseteks e sisetekkelisteks ja eksogeenseteks e välistekkelisteks. Nende rakule ja organismile kahjulikeks mõjudeks on DNA molekuli kahjustamine, vabade polüküllastamata rasvhapete (PUFAde), kolesterooli ja aminohapete oksüdatsioon valkudes, millega võib kaasneda teatud ensüümide inaktiveerumine.

Oksüdatsioon pole siiski vaid soovimatu protsess, tal on ensüümide poolt juhitud vormis oluline osa elusraku elutegevuse juhtimises rasvhapete esmaste oksüdatsiooniproduktide e endogeensete oksülipiinide kaudu.

Kuni organism elab, tasakaalustab erinevate oksüdantide toimet raku kaitsesüsteem, millesse kuuluvad nii mitmed ensüümid kui ka madalmolekulaarsed antioksidandid nagu näiteks askorbiinhape (vitamiin C), tokoferool (vitamiin E) ja glutatioon. Kaitset on võimalik toetada toidu või söödaga manustatavate antioksidantidega (radikaalide neelajate, metalliioonide kelateerijate või oksüdatsioonensüümide inhibiitoritega) nagu taimsed polüfenoolid või tokoferoolid või karoteenid või fermenteeritud liha- ja piimatoodetes sisalduvad antioksidantsed peptiidid.

Terve looma redokssüsteemid on tasakaalus ning tema vereplasmas on vähe oksüdatiivse stressi biomarkereid. Looma haigestumisel viiakse süsteem tasakaalust välja, looma tapmisel aga see kaitsesüsteem hävitatakse.

Rakkude lagunemine algab looma surma hetkel ning on põhjustatud kahest protsessist - autolüüsist, mis lagundab kudesid organismi enda ensüümide ja teiste sisemiste ainete abil ning bakteriaalsest roiskumisest, milles kudesid lagundavad bakteritest pärit ensüümid. Nii või teisiti raku ja organellide membraanid lõhutakse ja mitokondritest pääsevad välja vabad radikaalid. Lihaskude avaneb samas tasapisi oksüdatsioonile. Lipaasid ja fosfolipaasid, mis eemaldavad hüdrolyüsi teel keerulisemast lipiidist vaba rasvhappe ning edasi lipoksügenaasid jt oksüdeerimist kiirendavad ensüümid väljuvad raku kontrolli alt. Ka pääsevad rakkude lõhkumisel oksüdeerimiseks vajalikud hapnik ning vabad radikaalid oksüdeerivatele molekulidele paremini ligi.

Oksüdatsioon on üks olulisemaid toiduainete, eriti liha, töötlemisel ja säilitamisel toimuvaid kahjulikke protsesse, võibolla isegi teisel kohal pärast mikrobioloogilist saastumist. Negatiivsed mõjud ja neid tekitavad oksüdatsiooniproduktid on:

1. Mõjud liha kvaliteedile

Värvuse muutus, rasvade rääsumine, ebameeldiv lõhn, veesidumisvõime alanemine

aldehyüdid, valkude karbonüülproduktid

2. Liha tervislikkusele

Endokriinsete häirijate e hormoonsüsteemi rikkujate tekkimine

leukotoksiin dioolid jt oksülipiinid

Mutageenide ja genotoksiliste ainete tekkimine

malondialdehyüd (MDA)

Normaalsete rakkude selektiivsete „tapjate“ tekkimine

aldehyüd 4-hüdroksü-2-nonenaal (4-HNE)

Kergesti oksüdeerivateks molekulideks on lihases

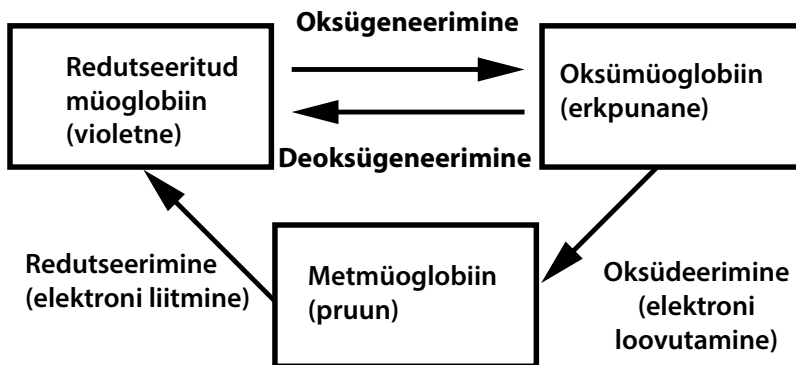
1. Heem, mis kuulub põhiliselt müoglobiini, aga ka mõne teise liha-sevalgu koostisse;
2. Vabad (polü)küllastamata rasvhapped ja kolesterool;
3. Valgud

Eri tüüpi molekulide oksüdatsioon on lihas omavahel tihedalt seotud (Bekhit, 2013).

## Heemi oksügeneerimine ja oksüdatsioon

Lihase levinuim heemi sisaldav värviline valk deoksümüoglobiin muutub violetsest (müoglobiini hapnikuvaba deoksügeneeritud vorm) punaseks (oksümüoglobiini teke) hapniku liitmisel (oksügeneerumisel) müoglobiini heemi rauale ning edasi rauaiooni oksüdeerumise ( $\text{Fe}^{2+} - e^- \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ ) tulemusena pruuniks metmüoglobiiniks (Joonis 1). Nii muutub liha violetne pinnakiht viilutamise järel mõne millimeetri sügavuselt hapnikuga kompleksi tekke tõttu punaseks. Tekkiv punase ja pruuni ala piirpind nihkub pidevalt pinna poole ning müoglobiini oksüdeerumise tõttu muutub viimanegi peagi pruuniks. Uuesti saab piirpinna punaseks nitritiooni abil, millest tekkiv NO<sup>-</sup> radikaal tekitab heemiga liitumisel suhteliselt stabiilse punase nitrosümüoglobiini MbNO (Jacob jt., 2014).

### Üleminekud müoglobiini eri vormide vahel



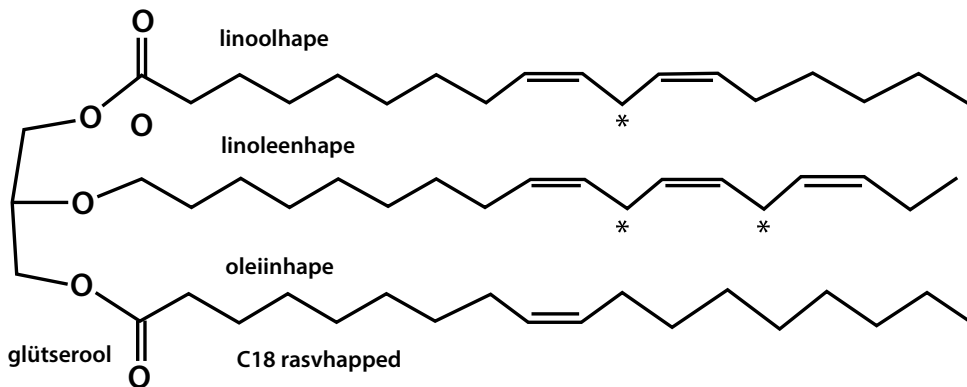
Joonis 1. Müoglobiini muutumised värskel liha töötlemisel.

Müoglobiini oksüdatsioon põhjustab raua ionide vabanemise heemist. Vabanenud  $\text{Fe}^{3+}$  ioonid on võimelised katalüüsima nii lipiidide (rasvhapete ja kolesterooli) kui ka valkude oksüdatsiooni lihas. Tekkivad oksüdatsiooni-produktid võivad aga olla kõrvuti rasvade N-nitroseerimisproduktidega jämesoole vähi kõrgendatud riski allikaks. Laiaulatuslike meta-analüüside tulemused näitavad kõrgendatud vähiriski punase liha suurte koguste tarbijatel, mis võibki olla tingitud liha oksüdeerumisest ebaõige töötlemise ja säilitamise käigus (Corpet, 2012). Teema vajab põhjalikku uurimist.

## Rasvade oksüdatsioon e rääsumine

Rasvade oksüdatsioon on üks põhilisi lihaga toimuvaid lagunemisprotsesse, mis põhjustab lihatoote lõhna, maitse, värvi ja tekstuuri muutumist ning tekitab raku- ja genotoksilisi ühendeid (Kanner, 2007). Selles protsessis tekitatud radikaalid on võimelised oksüdeerima ka erinevaid vitamiine (A,E,C) ning seeläbi vähendama liha tervislikkust. Oksüdeeruvad põhiliselt rasvade (polü)küllastamata rasvhappelised osad (oleiinhape, linoolhape, linoleenhape, joonis 2), mis on vastuvõtlikud mitokondrite ja mikrosoomide membraanide lagunemisel vabanenud radikaalide rünnakule, eriti kui rasvhapped on lipaaside ja fosfolipaaside kaasabil eelnevalt eraldatud lipiididest (joonis 2). C=C kaksiksidemed nõrgendavad naaber C-H sidemeid ning radikaalil on vesiniku aatomit metüleenrühma küljest kergem eemaldada ning initsieerida lipiidi oksüdatsiooni. Küllastamata rasvhapete oksüdeerumise kiirus suureneb küllastamatuse astme (kaksiksidemete arvu) suurenedes. Kui lugeda oleiinhappe oksüdeerumise kiirus võrdseks 1-ga, siis linoolhape – 10 ja linoleenhape – 100. Rasvhapete oksüdatsioonil tekkivad uued radikaalid ning aldehüüdid põhjustavad ka liha valkude oksüdatsiooni (Kanner, 2007).

Rääsunud rasvade kõrged sisaldused toidus võivad põhjustada toidu kasutuse vähenemist, kõhulahtisust, kaalukadu ja juuste väljalangemist.

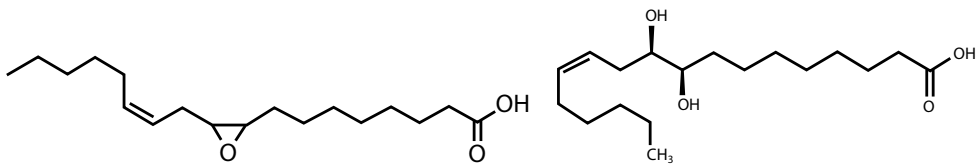


**Joonis 2.** Hüpooteetiline triglütseriid kolme erineva 18 süsiniku aatomiga (C18) küllastamata rasvhappega. Tärniga on märgitud metüleenrühmade ( $-\text{CH}_2-$ ) süsiniku aatomid, mille küljest reaktsioonivõimeline radikaal võtab vesiniku aatomi, tekitades uue radikaali ning oksüdeerides selle rasvhappe.

## Rasvhapete oksüdatsioonil on kaks põhietappi

### 1. etapp - oksüliipiinide (kõigepealt peroksiidide, seejärel hüdroperoksiidide, dieenide, epoksühapete, hüdroksühapete jne) teke.

Selles etapis jääb algse polüküllastamata rasvhappe põhistruktuur (süsinikskelett koos karboksüülrühmaga) alles, lisatakse hapnikku sisaldavaid kõrvalrühmi (hüdroksüül-, epoksü- jt rühmad). Siia kuuluvad ka toksilised leukotoksiinid ja eriti nende hüdrolüüsil epoksiidi hüdrolaasiga tekkivad tugevalt toksilised leukotoksiin-dioolid.



**Joonis 3.** Leukotoksiin ja leukotoksiin-diool

Oksüliipiine leidub kõigis aeroobsetes organismides ning organismi suhtes jagatakse nad endogeenseteks ja eksogeenseteks. Endogeensed oksüliipiinid, mis on rakus signaalide edasikandjad ehk sekundaarsed virgatsained, sünteesitakse rakkudes vabast polüküllastamata rasvhapetest (PUFA), enamasti linoolhapest (LA, 18:2n-6) ja arahidoonhapest (AA, 20:4n-6), mida ei säilitata tüüpiliselt kudedes, vaid vabastatakse vajaduse korral ensümaatilisel (fosfolipaasid jt) vastavast estrist. Vabade PUFAd oksüdatiivne aktiveerimine toimub kas ensümaatilisel või vabaradikaalse reaktsiooniga.

Problemaatilised eksogeensed oksüliipiinid tekivad põhiliselt linoolhapest (LA – 18:2) ning jõuavad organismi toiduga, eeskätt rääsunud lihaga või ka taimeõlidega, millele pole lisatud antioksidante. Oksüliipiinid liiguvad edukalt läbi biomembraanide, imendudes suhteliselt kergesti soolestikust ning jagunevad vereringe kaudu erinevatesse kudedesse ja rakkudesse. Imendunud OL molekulid võivad üle stimuleerida signaali ülekandeid  $Ca^{2+}$ -vahendatud valgu fosforüleerimiseks, mis võib viia rakkude vohamisele (kantserogenees), kemotaksisele ja apoptoosile.

Oksüliipiinide hulka kuuluvatel leukotoksiin (LTX)-dioolidel (joonis 3) on näidatud emaste rottide hormoonsüsteemi häirimise võimet



(Markaverich jt, 2007) ning mitogeenset aktiivsust koos inimese rinnavähi rakkude vohamise stimuleerimisega *in vitro* (Markaverich jt, 2005). Samuti kahtlustatakse LTX-dioole tuntud tugevate keskkonnamürkide polükloorbifenüülide (PCB) poolt indutseeritud südame-veresoonkonna endoteeli funktsioneerimise häirimise võimendamises (Slim jt, 2001).

Oksülipiinide sisaldust on uuritud kana, sea ja kalkuni mehhaaniliselt konditustatud lihas (*mechanically deboned meat* – MDM) vedelikkromatograafiliselt LC-MS/MS meetodil. Rasvarikas peene struktuuriga MDM oksüdeerub eriti kergesti õhuhapniku ja raua ionide manulusel. Teiste oksülipiinide hulgas identifitseeriti ja kvantiteeriti ka LTX-dioolid, mille kontsentratsioon oli vahemikus 20-50 ppm. MDM ööpäevase 100-grammise tarbimise korral keskmise inimese poolt on need numbrid ainult veidi madalamad kui LTX-dioolide madalaim täheldatud kahjuliku toimega doos (LOAEL) emastel rottidel (Püssa jt., 2009). Seega võib MDM lisamine lihatoodetele põhjustada oksülipiinide, sh leukotoksiin-dioolide sisalduse olulise tõusu lihatoodetes, kui MDM oksüdatsiooni pole pidurdatud looduslike antioksidantide lisamisega. LTX-dioolide ohutu ööpäevase tarbimise alampiir võib olla tegelikult veel palju madalam, sest, nagu pakendimürk bisfenool A-1 ja paljude kloororgaaniliste pestitsiidide jääkidel lasub ka LTX-dioolidel endokriinsete häirijatena nn madala doosi mõjude ja mitte-monotoonse doos-mõju sõltuvuse kahtlus (Vandenberg jt., 2012).

## **2. etapp – oksülipiinide lagunemine**

Tekkivad tugevasti toksilised sekundaarsed oksüdatsiooniproduktid nagu dialdehüüdid, esmajoones MDA, mis tekib 2 või enama kaksiksidemega küllastamata rasvhapete oksüdeerumisel ja 4-hüdroksü-2-nonenaal, aga ka heksanaal ja 2-nonenaal ja kolesterooli oksüdatsiooniproduktid ning lenduvad karbonüülühendid, alkoholid ja happed, mis põhjustavad rääsunud lihale iseloomulikke negatiivseid organoleptilisi efekte (*off-flavor*) (Utrera, 2013). Tekkivad aldehüüdid on aga riskifaktoriks mitmele tõsisele inimese haigusele. Näiteks MDA on mutageenne nii bakterite kui ka inimeste rakkudes, andes DNA molekuliga erinevaid adukte (Bastide, 2011). Komplekseerudes glutatiooniga, alandab MDA tunduvalt selle olulise antioksidandi sisaldust rakkudes (Kanner, 2007).

## Kolesterooli oksüdatsioon

Küllastamata rasvhapete oksüdatsioonil tekkinud vabad radikaalid oksüdeerivad lihas sisalduva kolesterooli erinevateks oksü-, keto- ja epoksükolesteroolideks, millest mitmetel on näidatud proaterogeenset ehk ateroskleroosi tekitavat aktiivsust madala tihedusega lipoproteiidide (LDL) koosseisus. Oksükolesteroolide leidub enim munades ja piimapulbris, kuid ka küpsetatud lihatoodetes. Asjaolu, et  $\alpha$ -epoksükolesterooli sisaldus inimese veres korreleerub hästi selle kolesterooli vormi sisaldusega toidus ning et  $\alpha$ -epoksükolesterooli ei leitud nende inimeste verest, kelle toit sisaldas vaid oksüdeerumata kolesterooli viitab sellele, et just toiduga omastatud oksüdeerunud kolesterool on veresoonte tervisele kahjulike oksüdeerunud lipoproteiidide allikaks inimese veres (Kanner, 2007).

## Valkude oksüdatsioon

Liha rasvade oksüdatsioon kandub isegi näiliselt külmunud olekus ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) säilitamisel edasi eriti peenestatud liha valkudele; nii võivad rasvhapete sekundaarsed oksüdatsiooniproduktid oksüdeerida erinevaid aminohappeid. Lisaks võivad liha valgud oksüdeeruda ka reaktiivsete hapnikuosakeste (nii radikaalide kui ka molekulide) toimetel. Valkude oksüdatsiooni tulemusena alanevad liha sensorikanäidud (tekstuur, maitse, aroom) ning toiteväärtus. Kuna põhiliselt tekkivad karbonüülühmi sisaldavad aminohapete derivaadid, siis kasutatakse valkude oksüdatsiooniastme määramiseks karbonüülühmadele spetsiifilist reaktsiooni 2,4-dinitrofenüülhüdriidiga (DNPH). Valkude oksüdatsiooni on võrreldes rasvhapete oksüdatsiooniga seni vähe uuritud ning selle mehhanismidest ja soodustavatest faktoritest on suhteliselt vähe teada. Siiski on selgunud, et lisaks karbonüülühenditele (lüsiinist  $\alpha$ -aminoadipiinhappe ja arginiinist ning proliinist  $\gamma$ -glutamiinhappe semialdehüüdid) tekkivad valkude kuudepikkusel oksüdatsioonil  $-18^{\circ}\text{C}$  juures ka karboksüülühendid ( $\alpha$ -aminoadipiinhape) ning Schiffi alused (M. Utrera, M. Estevez, 2013), kusjuures heemi lagunemisel vabanevad oksüdeerunud  $\text{Fe}^{3+}$  ioonid mängivad nendes protsessides olulist osa (Utrera jt., 2014).

## Liha oksüdeerumist soodustavad tegurid

Värske ülevaate sellistest teguritest on avaldanud Sampels, 2013.

„Valede“ küllastamata rasvhapete kõrgendatud ja loomulike antioksüdantide alandatud sisaldumine loomasöödas

Liha kvaliteet ja ohutus algab juba söödast. Liha oksüdatiivne stabiilsus sõltub oluliselt erinevate küllastamata rasvhapete sisaldusest söödas, eriti just söötmise lõppperioodil. On näidatud, et „õigete“ rasvhapete allikate nagu linaseemnete või vetikate lisamine söödale suurendab ka nende hapete sisaldust lihas. Kalaõli söötmine suurendab aga võrreldes linaseemnetega oluliselt liha oksüdeeritavust, samas on näidatud, et 7% kalajahu lisamine söödale ei suurenda. Selliste antioksüdantide nagu konjugeeritud linoolhape (CLA), pikaahelised  $\omega$ -3 rasvhapped, aga ka vitamiinid A ja E lähteühendite kõrgendatud sisaldused on leitud rohutoidul olnud loomade lihas, mis kaitseb nii *postmortem* liha heemi (värvuse stabiilsus) kui ka PUFA-sid oksüdatsiooni eest (Bekhit, 2013). Vaatamata sellele, et karjamaal kasvatatud lammaste lihas oli tunduvalt kõrgem MUFAd, PUFA-de, n-3 PUFA-de ja CLA sisaldus kui kontsentreeritud söödal kasvanud lammastel, oksüdeerub nende liha tunduvalt aeglasemalt just vitamiin E kõrgendatud sisalduse tõttu lihas, vastavalt 6,42 ja 1,61 mg/kg lihase kohta (Sante-Lhoutellier jt., 2008). Sama efekti on veiseliha korral näidanud Maughan jt, 2012. Tõuaretuses on seni olnud vaid kolm eesmärki – suurem lihasmassi kasvukiirus, taisem ja õrnem liha. See võib paljudel juhtudel muuta ka liha koostist (näiteks intramuskulaarse rasva hulka) ja sellest tingitud muid omadusi, sealhulgas suurendada liha oksüdeeritavust. Warner jt, 2010 on näidanud korrelatsiooni liha värvitustumise (Oksümüoglobiin/Metmüoglobiin suhe) astme ja lihasesise rasva sisalduse vahel.

## Metallid

Siia kuuluvad eeskätt raud liha enda müoglobiini, hemoglobiini ja raua talletusvalgu ferritiini heemi koosseisust, aga ka vask, tsink ning raskemetallid ensüümide ja metallovalkude koosseisust. Teiseks võib raud sattuda lihatoodetesse kokkupuutel töötlemismasinatega kas hõõrdumise või happelise lahustumise tulemusena. Kolmandaks metallide allikaks võivad olla pakendid, millest leostuvad metallide kogused on küll üliväikesed selleks, et põhjustada mingeid füsioloogilisi efekte, kuid piisavad liha rasvhapete oksüdatsiooni käivitamiseks.

## **Keedusool**

Naatriumkloriidil teatavad antioksidantsed omadused, kuid ta võib olla ka pro-oksüdant.

## **Peenestatus**

Mida peenemad on lihaosakesed, seda paremini pääseb hapnik kõikjale ligi. Samuti lõhutakse liha peenestamisel rakkude ja organellide membraanid ning lipiidide hüdrolüüsi ja rasvhapete oksüdeerumist soodustavad ensüümid pääsevad kergemini membraani lipiidideni. See kehtib näiteks hakklihade korral, eriti aga rasvarikaste lihamasside nagu näiteks MDM korral.

## **Valgus- ja soojusenergia**

Mida kauem on lihatoode, eriti hakkliha, valguse käes ja suhteliselt kõrgel temperatuuril, seda tugevamini ta oksüdeerub. Selle vastu aitab võimalikult lühike töötlemisaeg valguse käes ja võimalikult madal temperatuur. Tavalised läbipaistvad kilepakendid võimaldavad küll lihatoodete ahvatlevat eksponeerimist, kuid ei kaitse liha valguse eest. Selleks peaks kasutama värvilisi või poolläbilaskvaid opalestseeruvaid pakendeid.

## **Kõrgsurve töötlemine**

Viimastel aastatel on maailmas levima hakanud värske liha kõrgsurvetöötlemine, mille kui ühe külmpastöriseerimise alaliigi eesmärgiks on liha säilitusaja pikendamine. Selle protsessi käigus inaktiveeruvad mikroobid, aga aktomüosiini ja müoglobiini denatureerumise tõttu muutub rõhul umbes 200 MPa liha ka välimus ning veelgi kõrgematel rõhkudel algab membraanide lagunemise ja ka raua ionide vabanemise tõttu küllastamata lipiidide oksüdatsioon (Bolumar jt., 2014).

## **Oksüdatsiooni pidurdamine lihas**

Põhilisteks pidurdusmehhanismideks on vabade radikaalide neelamine, metalliioonide kelateerimine ehk komplekseerimine ning oksüdatsiooniensüümide nagu tsüklooksügenaasid, lipoksügenaasid ja tsütokroomid inhibeerimine.

Oksüdatsiooni saab pidurdada saab (Sampels jt, 2013):

1. Liha säilitustemperatuuri alandamisega. Rõhuv enamuse (bio)keemilisi protsesse aeglustub temperatuuri alanedes. Võimalikud on järgmised võtted:

- Jahutamine (*Chilling* või *cooling*)  $+4^{\circ}\text{C}$ .
- Super- e sügavjahutamine temperatuurile, mis on kas täpselt või õige veidi allpool näilist külmumispunkti, mis on toidumaterjalidel vahemikus  $-0.5$  and  $-2.8^{\circ}\text{C}$ . Lipiidide oksüdatsiooni pidurdamiseks on oluline et ei tekiks veel suuri jääkristalle, mis võiksid lõhkuda organellide membraane ning vabastada vabu radikaale ning ensüüme, mis kiirendavad lipiidide hüdrolyüsi ja intensiivistavad rasvhapete oksüdatsiooni. Selline parajalt madala temperatuuri ja vaakumi kombinatsioon pidurdab ka bakterikasvu ja liha värvi muutumist.
- Külmutamine. On levinud arvamus, et külmutamine temperatuurile  $-18^{\circ}\text{C}$  ja seal hoidmine võimaldavad liha pikaajalist muutusteta säilitamist. Tõepoolest on sel temperatuuril nii bakterite kasv kui ka autolüütilised reaktsioonid oluliselt pidurdatud. Kuna aga külmutamine võib jääkristallide tekke tõttu lõhkuda rakumembraane, võib see samas suurendada liha küllastamata rasvhapete vabanemist membraanidest ning nende oksüdatsiooni. Nii tekivad lipiidide oksüdatsioonil sellised toksilised ühendid nagu leukotoksiinid, kolesterooli oksüdatsiooni produktid, MDA, lenduvad karbonüülühendid, alkoholid ja happed, mis põhjustavadki ebameeldiva lõhna (*off-flavor*). Lisaks polüküllastamata rasvhapetele alluvad lihas vabadest radikaalidest või rasvhapete oksüdatsiooniproduktidest (näiteks aldehüüdidest) põhjustatud oksüdatsioonile ka valgud. Tekkivad karbonüülrühmadega ( $\text{C}=\text{O}$ ) valgud, millega alaneb ka liha veesidumisvõime ning sensoorsed omadused. Mitte kogu lihas sisalduv vesi pole sel temperatuuril juba külmunud ning keemilised reaktsioonid sh oksüdatsioon võivad tema keskkonnas, kuigi aeglustatult, siiski edasi toimuda (Utrera, Estevez, 2013; Utrera jt, 2014). On leitud, et sellest aspektist on liha optimaalne säilitustemperatuur hoopis  $-40^{\circ}\text{C}$ , mille juures vaid tühine osa veest on veel vedelas olekus ning ei saa tekkida väga suured membraanidele ohtlikud kristallid.

2. Antioksidantide lisamisega. Kasutusel on väga erinevad taimsed antioksidandid, vastava hiljutise ülevaate leiab näiteks artiklist Karre jt., 2013.

3. Soolamisega. Keedusool (NaCl) alandab vee aktiivsust ja seob vett, mistõttu alaneb ka hapniku lahustuvus vees ning ensüümide ja bakterite aktiivsus. Keedusoolal on ka pro-oksüdatiivne e oksüdeerumist soodustav toime. Keedusoolaga töötlemise (*curing*) käigus lisatakse ilusa roosa värvi säilitamiseks, aga ka botulismi bakterite kasvu takistamiseks lihale tavaliselt ka nitriteid, mis, asendades värsket liha oksü-vormis müoglobiinis (oksümüoglobiini) hapnikku, tekitab nitrosüülmüoglobiini, mis annabki lihale stabiilse roosa värvuse. Nitritioonid on ka antioksidandid. Nitraatide ja nitritite lisamise mõistlikkus lihatoodetele on olnud vaidlusteemaks juba aastaid. On näidatud, et nii toiduga manustatud kui ka soolestikumikroobide poolt nitraatidest taandatud nitritioonid reageerivad organismis sekundaarsete amiinide või amiididega, andes näiteks rottidele kantserogeenseid nitroosamiine. Inimestel vähi tekitamise võimet pole nitritioonidel siiski veel tuvastatud. Lisaks võivad nitritioonid oksüdeerida vere hemoglobiini hapnikku mittesiduvaks methemoglobiiniks, tekitades organismi hapnikupuudust ehk anoksiat. Nitritioonide maksimaalselt lubatud sisaldus toidus on 200 ppm ning ADI 0,135 mg/kg. Asjal on aga siiski ka teine külg. Kõigepealt, suure osa nitraatidest (erinevatel hinnangutel 80-90% ADI-st, mis on 3,7 mg/kg) saame hoopis roheliste taimedega nagu kapsas või lehtsalat. Lisaks on hakanud muutuma paradigma nitritiooni füsioloogilistest toimetest. Nitritioonid on aluseks lämmastikoksiidi (NO) sünteesil organismis, mis, olles üheks tähtsamaks signaalmolekuliks organismis, omab madalates kontsentratsioonides rida positiivseid toimeid, eriti südame-veresoonkonna haiguste korral (Parathasarathy, Bryan, 2012).

4. Kuivatamise ja kuiv-soolamisega (*dry-curing*). Ka nendel protsessidel on üldiselt prooksidatiivne toime, mille põhjustavad pikaajaline kontakt õhuga, dehüdratatsioon ning nitriti puudumine. Samas säilib tootes aga oksüdeerumist soodustav ensümaatiline aktiivsus. Sellistes toodetes nagu kuivvalmistatud sink või salami, on spetsiifilise maitse saavutamiseks teatud hulga lipiidide oksüdatsiooni ja lipolüüsi produktide manulus lausa soovitud.

5. Suitsutamise. Tavaliselt eelnevalt keedusoolaga töödeldud liha pikaajaline kuumsuitsutamine kõrgendatud temperatuuril initsieerib alati teatud oksüdatsiooni. Siin on aga mõjud kompleksed erinevate pro- ja antioksüdatiivsete aspektidega. Lisaks sisaldab suits alati toksilisi aineid nagu näiteks polüaromaatsed süsivesinikud (PAH).

6. Eripakendite kasutamisega. Pakendid on viimastel kümnenditel oluliselt arenenud. Oksüdatsiooni aeglustamiseks on järgmised võimalused:

- Pakkimine lämmastiku atmosfääris
- Pakkimine vaakumis
- Pakkimine koos hapniku neelajaga

Pakendi esmaseks eesmärgiks on piirata bakterite kasvu ning sellega ka toote bakteriaalset riknemist. Tarbija silmale on oluline ka liha värskusele viitava ilusa punase värvi olemasolu. Selline olukord saavutatakse modifitseeritud atmosfääriga pakendis (MAP) hapniku kõrge sisaldusega, millega kaasneb süsihappegaasi lisandi bakterikasvu pidurdav toime. Gaasi faasi täpne koostis sõltub liha tüübist. Kõrgematel rasvasisaldustel on aga soovitatav hapnikuvaba gaasiline keskkond koos antioksüdantidega nagu askorbiinhape ja/või taimsed antioksüdandid (Zhou jt, 2010).

## Kasutatud kirjandus

Bastide, N. M., Pierre, F. H., & Corpet, D. E. 2011. Heme iron from meat and risk of colorectal cancer: A meta-analysis and a review of the mechanisms involved. *Cancer Prev. Res.*, 4: 177-184

Bekhit, A.E-D., Hopkins, D.L., Fahri, F.T., Ponnampalam, E.N. 2013. Oxidative processes in muscle systems and fresh meat: Sources, markers, and remedies, *Compr. Rev. Food Sci. F.*, 12: 565-597.

Bolumar, T., Andersen, M.L., Orlien, V. 2014. Mechanisms of radical formation in beef and chicken meat during high pressure processing evaluated by electron spin resonance detection and the addition of antioxidants, *Food Chem.*, 150: 422-428.

Corpet, D.E. 2012. Red meat and colon cancer: Should we become vegetarians, or can we make meat safer? *Meat Sci.*, 89: 310-316.

Estevez, M., Ventanas, S., Heinonen, M., Puolanne, E. 2011. Protein carbonylation and water-holding capacity of pork subjected to frozen storage: Effect of muscle type, premincing, and packaging, *J. Agr. Food Chem.*, 59: 5435–5443.

Karre, L., Lopez, K., Getty, K.J.K. 2013. Natural antioxidants in meat and poultry products, *Meat Sci.*, 94: 220-227.

Markaverich, B.M., Alejandro, M., Thompson, T., Mani, S., Reyna, A., Portillo, W., Sharp, J., Turk, J., Crowley, J.R. 2007. Tetrahydrofurandiols (THF-diols), leukotoxindiols (LTX-diols), and endocrine disruption in rats, *Environ. Health Persp.*, 115: 702–708.

Markaverich, B.M., Crowley, J.R., Alejandro, M.A., Shoulars, K., Casajuna, N., Mani, S., Sharp, J. 2005. Leukotoxin diols from ground corncob bedding disrupt estrous cyclicity in rats and stimulate MCF-7 breast cancer cell proliferation, *Environ. Health Persp.*, 113: 1698-1704.

Maughan, C, Tansawat, R, Cornforth, D, Ward, R, Martini, S. 2012. Development of a beef flavor lexicon and its application to compare the flavor profile and consumer acceptance of rib steaks from grass- or grain-fed cattle. *Meat Sci.*, 90:116–21.

Parathasarathy, D.K., Bryan, N.S. 2012. Sodium nitrite: The „cure“ for nitric oxide insufficiency, *Meat Sci.*, 92, 274-279.

Püssa, T, Raudsepp, P., Toomik, P., Pällin, R., Mäeorg, U., Kuusik, S., Soidla, R., Rei, M. 2009. A study of oxidation products of free polyunsaturated fatty acids in mechanically deboned meat, *J. Food Compos. Anal.*, 22: 307-314.

Sampels, S. 2013. Chapter 6. Oxidation and antioxidants in fish and meat from farm to fork in *Agricultural and Biological Sciences „Food Industry“*, Muzzalupo, I (Editor). <http://dx.doi.org/10.5772/53169>



Slim, R., Hammock, B.D., Toborek, M., Robertson, L.W., Newman, J.W., Morisseau, C.H.P., Watkins, B.A., Saraswathi, W., Hennig, B. 2001. The role of methyl-linoleic acid epoxide and diol metabolites in the amplified toxicity of linoleic acid and polychlorinated biphenyls to vascular endothelial cells, *Toxicol. Appl. Pharm.*, 171: 184-193.

Zhou, G.H., Xu, X.L., Liu, Y. 2010. Preservation technologies for fresh meat – A review. *Meat Sci.*, 86: 119–128.

Utrera, M., Parra, V., Estevez, M. 2014. Protein oxidation during frozen storage and subsequent processing of different beef muscles, *Meat Sci.*, 96: 812-820.

Utrera, M., Estevez, M. 2013. Oxidative damage to poultry, pork, and beef during frozen storage through the analysis of novel protein oxidation markers, *J. Agr. Food Chem.*, 61: 7987-7993.

Vandenberg, L.N., Colborn, T., Hayes, T.B., Heindel, J.J., Jacobs, D.R.Jr., Lee, D.-H., Shioda, T., Soto, A.M., vom Saal, F.S., Welshons, W.V., Zoeller, T., Myers, J.P. 2012. Hormones and endocrine-disrupting chemicals: Low-dose effects and nonmonotonic dose responses, *Endocr. Rev.*, 33: 378-455.

Warner, R.D, Jacob, R.H., Hocking, J., Edwards, E., McDonough, M., Pearce, K., Geesink, G., Kearney, G., Allingham, P., Hopkins, D.L., Pethick, D.W. 2010. Quality of lamb meat from the Information Nucleus Flock. *Anim. Prod. Sci.*, 50: 1123–1134.

# KITSEPIIM JA SELLE VÄÄRINDAMISE VÕIMALUSED

Vilma Tatar

Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

vilma.tatar@emu.ee

## Sissejuhatus

Kitsepiim ja sellest valmistatud tooted on tarbijate hulgas leidnud laialdast kõlapinda. Nagu kogu maailmas, on ka Eestis peetavate kitsede arv pidevalt suurenenud. Eesti Tõuloomakasvatajate Seltsi andmetel oli 2000 aastal Eestis kasvatatavate kitsede arv 2700, mis nüüdseks PRIA andmete alusel on tõusnud peaaegu 4000 kitseni (PRIA statistika 2014). Oluliselt on suurenenud just piimakitsede arv. Kitsekarjad on Eestis enamasti väikesed, ulatudes paarikümnest kitsest kuni viiekümneni loomani. Üksikutes suuremates kitsekarjades on üle 100 lüpsikitse.

Läbi aegade on kitsepiimale omistatud palju tervistavaid ja kasulikke omadusi. Kitsepiim ja sellest valmistatud tooted on inimese toitumise seisukohast olulised mitmel põhjusel:

- mitmekesistab toiduvalikut;
- toitumise erivajaduste rahuldamiseks, mis on kasvav turuosa arenenud riikides;
- kitsepiimatooteid soovitatakse tarbida inimestel, kellel ilmneb lehmapiimaallergiat või muid seedetrakti häireid (Haenlein, 2004).

## Kitsepiima koostis

Kitsepiima keemilist koostist ja omadusi on mujal maailmas suhteliselt palju uuritud ning selle kohta leiab rohkesti kirjandust ja publikatsioone. Teada on, et neid näitajaid mõjutavad lisaks looma tõuomadustele veel laktatsiooniperiood, sööt, pidamistingimused, kliima, looma tervislik seisund jne. Seejuures on erinevate piirkondade uurimused andnud erinevaid tulemusi. Eesti oludes kasvatatud kitsede piima keemilise koostise ja omaduste kohta andmed praktiliselt puuduvad.

Keskmine kitsepiima koostis ei erine oluliselt lehmapiima koostisest. Siiski on kitsepiimal mõned koostisosadest tulenevad omadused, mis mõjutavad selle väärimist. Näiteks rasvakuulikeste väiksem läbimõõt ja madalam  $\alpha$ 1-kaseiini sisaldus põhjustavad fermenteerimisel pehmemat kalgendi moodustumist, selle suuremat veesisaldust ja madalamat viskoossust (Yangilar, 2013). Kitsepiima koostist käsitlevate uuringute olulisimad tulemused on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 1.

Tõehhis läbiviidud uurimuse tulemused näitasid, et kitsepiima keskmine valgusisaldus oli 2,75%, millest vadakuvalk moodustas 0,433 g/100 g ja  $\beta$ -laktoglobuliin ( $\beta$ -Lg) 0,119 g/100 g, ning nende keskmine väärtus jäi muutumatuks kogu laktatsiooniperioodi jooksul. Vadakuvalkudest olulise osa (87%) moodustas  $\alpha$ -laktalbumiinide ( $\alpha$ -La) ja  $\beta$ -laktoglobuliinide summa. Nendest omakorda olulisem komponent oli  $\alpha$ -La, kuigi laktatsiooniperioodi lõpus kasvas  $\beta$ -Lg sisaldus hüppeliselt ja  $\beta$ -Lg/ $\alpha$ -La suhe saavutas siis maksimaalse väärtuse 1,94 (Hejtmánková, jt., 2012).

**Tabel 1.** Lamba-, kitse- ja lehmapiima keskmine koostis (Piirsalu, 2014)\*

Nimetus	Lambapiim	Kitsepiim	Lehmapiim
Kuivaine, %	19,30	12,97	12,01
Energia, kcal	108	69	61
Proteiin, %	5,98	3,56	3,29
Rasv, %	7,0	4,14	3,34
Piimasuhkur, %	5,36	4,45	4,66
Ca, mg	193	134	119
Mg, mg	18	14	13
P, mg	158	111	93
Zn, mg	0,57	0,30	0,38
Vitamiin B2, mg	0,355	0,138	0,162
Vitamiin B1, mg	0,417	0,277	0,084
Vitamiin B6, $\mu$ g	80	60	60
Vitamiin B12, $\mu$ g	0,711	0,065	0,357
Vitamiin D, $\mu$ g	0,18	0,11	0,03
Vitamiin E, mg	0,11	0,03	0,09
Vitamiin C, mg	5	1	1
Polüküllastamatud rasvhapped, g	0,31	0,15	0,12
s.h C18:2, g	0,18	0,11	0,08
s.h C18:3n3 (alfa-linoleenhape), g	0,13	0,04	0,05
Kolesterool, mg	11	10	13

\*Kon & Cowie, 1961; Posati & Orr, 1976; Alichanidis & Polychroniadou, 1996; Renner, 1982 põhjal

Eesti kohaliku kitsekarja piima koostist uurinud Peep Piirsalu väidab, et võrreldes teiste loomaliikide piimaga, on kitsepiimas suhteliselt madal omega-6- ja omega-3-rasvhapete suhe ( $n6/n3 = 1,7$ ). Lehmapiima puhul jääb see vahemikku 3-4 (Piirsalu, 2007).

Eesti Maaülikooli Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonnas äsja määratud Eesti kitsekarja piima keskmised näitajad on toodud tabelis 2. Vastav uuring sooritati ajavahemikul maist kuni novembrini 2013.

**Tabel 2.** Eesti kitsepiima koostisosade keskmine sisaldus

Näitaja	Keskmine näitaja
Kuivainesisaldus, %	12,9
pH	6,67
Tihedus, kg/m <sup>3</sup>	1028,3
Rasvasisaldus, %	4,17
Valgusisaldus, %	3,29

Kitsepiima koostist uuriti 200 pealise kitsekarja piimast, kusjuures karja moodustasid 50% Saanen tõugu kitsed ja 50% eesti kohalikud kitsed, kellede tõug oli määratlemata. Et kitsepiima koostist uuriti selle väärindamise eesmärgil, siis proov kujutas endast piimatoodete valmistamiseks kasutatavat kahe lüpsi segupiima. Segupiima koostis jäi uurimisperioodil suhteliselt stabiilseks, sest laktatsioon oli karjas hajutatud.

## Kitsepiima väärindamise võimalused

Et tarbijate huvi kitsepiimatoodete vastu on viimastel aastatel kasvanud, püüavad kitsepiimatootjad lisaks toorpiima müügile seda ka väärindada. Analoogiliselt lehmapiimale, on kitsepiimast võimalik valmistada väga erinevaid piimatoteid. Piimatoodete tehnoloogiate väljatöötamisel tuleb silmas pidada, et need tehnoloogiad, mis on mõeldud lehmapiimatoodete valmistamiseks, sageli ei toimi kitsepiima väärindamisel, sest kitsepiima omadused on mõnevõrra teised. Erinevused tulenevad kitsepiima koostisosade spetsiifilistest omadustest. Enimvalmistatud kitsepiimatooted on juustud ja jogurtid, aga samuti või, võitooted, kohupiimad, kohupiima baasil valmistatud magustoidud jne. Kitsepiimatooted eristuvad lehmapiimatoodetest eeskätt iseloomuliku lõhna ja maitse poolest.

## Kitsepiimajuustud

Kitsepiim oma spetsiifilise lõhna ja maitse poolest sobib väga hästi just pehmete toorjuustude valmistamiseks. Kitsepiimale iseloomulik maitse ja lõhn on peamiselt seotud rasvhapete (kapriinhape, kaprüülhape ja kaproonhape) kõrge sisaldusega kitsepiimas (DRINC, 2014). Tulenevalt madalamast  $\alpha$ 1-kaseiini ja suuremast seerumivalkude sisaldusest kitsepiimas, võrreldes lehmapiiimaga, on moodustuv kalgend pehmem ja suurema veesisaldusega. See asjaolu raskendab vajaliku kuivusega juustutera saamist poolkõvade ja kõvade juustude valmistamisel.

Toorjuustusid võib valmistada nn. määrdajuustudena või siis ka lõigatavatena, mida on sobiv kasutada salatites. Tehnoloogiline protsess koosneb piima ettevalmistamisest, piima kalgendamisest, tera töötlemisest, tera isepressumisest ja vormimisest. Reeglina toorjuustude puhul ei teostata juustutera järelsoojendust ning pressimist. Poolkõvade ja kõvade juustude puhul on oluline, et saavutatakse vajalik juustutera kuivuse aste, seega toimub sügavam tera töötlemine, järelsoojendus ja pressimine.

Toorjuustude eelis on see, et juustud on kohe tarbimisvalmid, kuid tulenevalt nende kõrgest niiskusesisaldusest ei säili kuigi kaua. Laialdaselt valmistatakse kitsepiimast feta-tüüpi juustusid. Prantsusmaal on kitsepiimajuust sedavõrd populaarne, et selle üldnimetusena kasutataksegi sõna „kits“ (chevre). Lisaks tavajuustudele valmistatakse Põhjamaades ka pruuni vadakujuustu, mille toormeks on kitsepiimavadak.

## Kitsepiimajogurtid

Traditsiooniline jogurt on fermenteeritud piimatoode, mille kuivainesisaldus on mõnevõrra kõrgem (15-18%) kui see on kitsepiimas (12,9%). Kuivainesisalduse tõstmiseks on mitmeid mooduseid, näiteks lisada pulbrilisi või kondenseeritud lisandeid, või siis piim eelnevalt kontsentreerida. Mida aga jogurti valmistamisel kindlasti tuleb teha, on piima kuumtöötlemine. Kuumtöötlemine ei taga mitte ainult head kasvukeskkonda juuretisekultuuri mikroorganismidele, vaid see põhjustab muutusi ka valkude füüsikalises-keemilistes omadustes ning struktuuris. Tunduvalt paranevad siis jogurti reoloogilised omadused. Toimub vadakuvalkude denaturatsioon ja agregeerumine kaseiini mitsellidega, mille tulemusel lahustuv kaltsium ja fosfaat lähevad

fermenteerimisel üle kolloidsesse faasi (Stulova, jt 2011). Kuumutamine suurendab kaseiini hüdrofiilseid omadusi ja seega on jogurtis takistatud vadaku eraldumine. Et kitsepiim sisaldab vadakuvalke lehmapiimast rohkem, siis annab ka selle kuumtöötlemine märkimisväärselt parema tulemuse.

## **Kitsepiimavõi**

Kitsepiimast, nagu lehmapiimastki, on võimalik valmistada võid ja võitooteid. Et kitsepiima keskmine rasvakuulikeste läbimõõt on väiksem, siis separeerimisel piimast on nende eraldumine raskendatud. Kitsepiima rasv sisaldab rohkesti lühiahelalisi küllastatud rasvahappeid ning küllastamata rasvahappeid (Piirsalu, 2007), mis toatemperatuuril on vedelas olekus. Sel põhjusel tuleb kitsepiimast saadud koort või valmistamiseks valmitada vähemalt üks ööpäev madalamal temperatuuril (6—7°C) (DRINC, 2014). Sellegipoolest on kitsepiimavõi pehmema konsistentsiga kui lehmapiimavõi. Oluline on märkida, et kitsepiimavõi on lehmapiimavõist tunduvalt valgema värvusega. See on seletatav asjaoluga, et kitsepiim ei sisalda lehmapiimale kollakat värvust andvaid karotinoide, vaid sisaldab A-vitamiini ennast, mitte selle pigmentset provitamiini (DRINC, 2014).

## **Kokkuvõte**

Kuigi kitsekasvatus on Eestis veel suhteliselt tagasihoidlikult levinud, ei peeta neid siiski enam pelgalt lihaloomana, vaid on suurendatud lüpsikitsede osakaalu selleks, et enam turustada kitsepiima ja -piimatooteid. Hoolimata kitse- ja lehmapiima koostise sarnasusest, tuleb kitsepiimatoodete valmistamisel siiski arvestada mõningate tehnoloogiliste iseärasustega. Kitsepiimatooted oma spetsiifiliste omadustega mitmekesistavad piimatoodete sortimenti ja on alternatiiviks eri toitumiseelistustega tarbijatele.

## Kasutatud kirjandus

DRINC (The Dairy Research & Information Center). Dairy Goat Milk Composition. (<http://drinc.ucdavis.edu/goat1.htm> ) 26.01.2014.

Haenlein G.F.W. 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* 51, 155-163.

Hejtmánková, A., Pivec, V., Trnková, E., Dragounová, H., 2012. Differences in the composition of total and whey proteins in goat and ewe milk and their changes throughout the lactation period. *Czech J. Anim. Sci.*, 57, (7): 323–331.

Yangilar, F. 2013. As a Potentially Functional Food: Goats' Milk and Products.

*Journal of Food and Nutrition Research*, Vol. 1, No. 4, 68-81.

Piirsalu, P. 2007. Fatty acid content of goat milk from the Estonian Local Goat.-Proceedings of the 13th Animal Breeding Conference 24.-25.th May 2007 in Pärnu, Tartu, pp.118-123, CAB International.

Piirsalu, P., Tartumaa Põllumeeste Liit. 2014. Lambakasvatus I, 200 lk.

Stulova, I., Kabanova, N., Kriš, T., Laht, T.-M., Vilu, R. 2011. The Effect of Milk Heat Treatment on the Growth Characteristics of Lactic Acid Bacteria. *Agronomy Research* 9 (Special Issue II), 473–478.

# SINU FARM, SINU TULEVIK!

Andris Pliksa  
Alltech

## Sissejuhatus

Ülemaailmne piimatootmine hõlmab endas mitmeid väljakutseid. Olulisemateks nende seas on tootmise efektiivsuse ning kasumi suurendamine, et tagada pikaajaline jätkusuutlikkus. Selleks, et pakkuda lahendusi nendele väljakutsetele on Alltech käivitanud programmi  $E=K+J$ , (Efektiivsus=Kasumlikkus+Jätkusuutlikkus). Keskendudes just nendele võtmevaldkondale ootab piimakarjakasvatust väga helge tulevik. Piimakarjakasvatuses on kõige aluseks juhtimine ja söötmine, viimasest just mikroelementide lisamine täissöödale. Liiga sageli on just mikroelementide puudus põhjustanud loomadel kõrge haigestumise ning immuunsustaseme languse.

Alloleva artikli esmatrükk ilmus ajakirjas Murphy Feed International, 2009. aasta jaanuar/veebruari numbris. Artiklit on käesoleva väljaande tarbeks lühendatud. Originaalartikli saamiseks võta ühendust Gitte Petersen'iga, [gpetersen@alltech.com](mailto:gpetersen@alltech.com)

## Kelaadid: selgus segaduses

Richard Murphy, PhD  
Alltech

Orgaaniliste mikroelementide määratlemine võib olla keeruline ülesanne, kuid biosaadavusi on lihtsam võrrelda, kui alustame põhialustest.

Müügil on mitmeid eri liike loomasöödas kasutatavaid metalliühendeid. Neid on üldiselt nimetatud „orgaanilisteks mikroelementideks“ lihtsalt selle tõttu, et need mikroelemendid moodustavad kompleksi orgaanilistest molekulidest või on orgaaniliste molekulidega muul moel seotud. Komplekside moodustumise või kelateerumise (nagu seda tavaliselt nimetatakse) keemiline protsess on loomasöötades suurt segadust tekitanud. Terminid nagu „metallide ja aminohapete ühendid“, „metallide ja aminohapete kelaadid“, „metallide ja polüsahhariidide ühendid“ ja „metallide proteinaadid“ on levinud, aga nende ametlikud definitsioonid jäävad pealiskaudseks ning ei ole eriti abiks.



Ebaselgete definitsioonide ning orgaaniliste mineraalide täpseid füüsikalisi ja keemilisi omadusi ümbritseva segaduse tõttu peame esmalt eristama mõisteid „kompleks“ ja „kelaat“.

## Kompleksid või kelaadid

Laiemas mõistes võib terminiga kompleks kirjeldada ainet, mis tekib siis, kui metalliioon reageerib molekuli või iooniga (ligandiga), milles on üksiku elektronide paariga aatom. Kompleksis seotakse sellised metalliioonid ligandi külge doonoraatomitega, milleks võivad olla hapnik, lämmastik või väävel. Ligandeid, millel on üks doonoraatom, nimetatakse monodentaatseteks, samas kui kaht või enam doonoraatomit sisaldavaid metalli-iooniga ühenduda suutvaid ligandeid nimetatakse bi-, tri- või tetradentaatseteks. Selliseid mitme doonoraatomiga ligandeid võib nimetada ka polüdentaatseteks.

Kui sellised ligandid seovad end metalliiooniga kahe või enama doonoraatomi abil, on moodustunud kompleksis üks või rohkem heterotsükliilist ringi, milles sisaldub metalliaatom. Selliseid ühendeid nimetataksegi kelaatideks (kreeka keeles *chele* ehk krabisõrg).

Näiteks aminohapped on bidentaatsed ligandid, mis seovad end metalliioonidega karboksüülhappe grupi hapniku ning amino grupi lämmastiku abil. Kuigi moodustuda võivad nelja-, viie-, kuue- või seitsmeaatomiliste ahelatega kelaadid, on tõestatud, et kõige stabiilsemad on viieaatomilise ahelaga kelaadid.

Samuti tuleb meele pida, et kuigi kõik kelaadid on kompleksid, ei ole kõik kompleksid kelaadid. Kelaatide moodustumise üldine teooria on iseenesest küll lihtne, aga on siiski mitmeid kriteeriume, mis peavad stabiilse mineraalkelaadi moodustumiseks kindlasti tagatud olema. Kelaati moodustav ligand peab sisaldama kaht aatomit, mis oleksid võimelised moodustama sideme metalliiooniga. Ligand peab moodustama heterotsükliilise ühendi, milles metall on ahelat sulgevaks liikmeks. Metall peab olema võimalik steeriliselt kelateerida. Ligandi ja mineraali suhe peab vastama minimaalsetele stabiilsusnõuetele. Tõeliste kelaatide „ringistruktuur“ moodustub aminohappe amino- ja karboksüülotste ning metalliiooni vaheliste koordineeritud kovalentsidemetega.

Tavaliselt valmistatakse kelaate sedasi, et kontrollitud tingimustes pannakse omavahel reageerima anorgaanilised mineraalsoolad ning näiteks ensümaatilisel valmistatud aminohapete ja väikeste peptiidide segud. Sellised aminohapete ja peptiidide ligandid seovad metalli rohkem kui ühest punktist ning kindlustavad seega selle, et metalliaatom saab osaks bioloogiliselt stabiilsest ringstruktuurist. Aminohapped ja valkude seedimisel tekkivad ained, nagu näiteks väikesed peptiidid, on ideaalsed ligandid, kuna neil on vähemalt kaks funktsionaalset gruppi (amino- ja hüdroksüül-), mis võimaldavad mineraaliga ringstruktuuri luua. Ainult niinimetatud üleminekuelemendid nagu vask, raud, mangaan ja tsink on selliste füüsikaliskemiliste omadustega, mis võimaldavad neil aminohapete ja peptiididega koordineeritud kovalentsidemeid moodustada ning seeläbi bioloogiliselt stabiilseid komplekse luua.

# AUTOMAATSÖÖTMISE SÜSTEEM - LELY VECTOR

Toomas Rüütel  
Lely Center Paide, Linery OÜ  
toomas@linery.ee

## Sissejuhatus

Tõhus kvaliteetse piima tootmine sõltub paljuski, kas söötmine on järjekindel, õigeaegne ja piisav. Lely on arendanud välja unikaalse majanduslikult tasuva kontseptsiooni, mis täidab kõik need eesmärgid, kuid teeb veelgi rohkem. Süsteem võimaldab sööta lehma paindlikult ja värske söödaga 24 tundi ööpäevas, kuna selle abil söödetakse lehma täpsemalt, õigeaegsemalt ja minimaalsete tööjõukuludega. Lely Vectori automaatne söötmissüsteem arendati välja tihedas koostöös meie klientidega ning see võimaldab saavutada optimaalseid tulemusi. Sealjuures ilmutab see maksimaalselt hoolt lehmade suhtes.

## Süsteemi ülevaade

Söödaköök on ala, kus hoitakse, valitakse, ja segamiseks sööta robotisse laaditakse. Söödaköögis on söödahaaratsi tõstekonstruksioon, mis liigub köögi kohal õige söödablokini. Sõltuvalt köögi laiuusest ja sügavusest

mahutab see sööta kuni kolmeks päevaks. Söödakööki on lihtne puhastada traktori või laaduri abil, kuna see on avatud takistusteta hoiuala.



*Söödaköök*

## Ohutusmeetmed söödaköögis

Lely Vector süsteemi väljatöötamisel pööratakse suurt tähelepanu ohutusele. Kogu süsteem vastab rangetele rahvusvahelistele normidele. Söödaköök avatakse ainult siis, kui seda on vaja täita. Olukorrast sõltuvalt võib paigaldada turvaukse ja/või turvatara.

**Söödahaarats** valib ja korjab sööta ning laadib selle segu- ja söötmissrobotisse. Kontrollib sööda säilitusala, mis märgiti ära vastava söödaliigi tarbeks ning võtab sööta söödabloki kõrgeimast punktist.

Lely Vector süsteemi **segu- ja söötmissrobot** on iseseisev akutoitel töötav liikuvseade, mis on võimeline automaatselt ise segama ratsioone.



*Seгу- ja söötmissrobot*

## **Segu- ja söötmissroboti tehnilised andmed:**

- pikkus 246 cm; laius 162 cm; kaal 1281 kg;
- kõrgus avatuna 278 cm, suletuna 193 cm;
- mikseri maht 2 m<sup>3</sup>;
- maksimaalne võimsus ühe roboti kohta on 250-300 lehma;
- maksimaalne gruppide arv on 16;
- söödakäigu minimaalne laius kahepoolsel söötmisel 325 cm;
- söödakäigu minimaalne laius ühepoolsel söötmisel 310 cm;
- söötmiseta koridori minimaalne laius 275 cm;
- ühe söödaköögi kohta on võimalik kasutusele võtta 2 robotit.

## **Kasutajate järeldused**

Cees Baan, Molenaarsgraaf, Holland: “Lely Vector süsteemi suurim eelis võrreldes teiste söötmissmeetoditega on energiasäästlikus. Me kasutasime varem sööda-segamiskäru, kuid selle uue süsteemi kasutamine tuleb palju odavam. Ma tegin arvutused, et võrrelda mõlema süsteemi aastakulutusi ning kõige rohkem üllatas mind energiasääst.”

## Contents HEALTHY ANIMALS

- 7 Competitiveness of dairy industry in Estonia  
*Ants-Hannes Viira*
- 9 Meat performance of quails in Estonia  
*Aleksander Lember, Irje Nutt, Anna-Jaana Vanderflit*
- 19 Q-fever – a disease, what should be considered also in Estonia  
*Kädi Neare, Annely Aleksejev, Marilyn Janson, Lea Tummeleht, Pirje Hütt, Brian Lassen, Arvo Viltrop*
- 29 Hepatitis E – new zoonosis in Estonia  
*Tiiu Saar, Diivi Põdersoo, Arvo Viltrop, Irina Golovljova, Valentina Tefanova*
- 33 Effect of parlour milking frequency and automatic milking systems to the milk yield and quality parameters in different lactations  
*Alo Tānavots, Tanel Kaart, Heli Kiiman*
- 48 Marker assisted selection as an option to improve the milk quality  
*Tanel Kaart, Mirjam Vallas, Sirje Värvi, Ivi Jõudu, Haldja Viinalass, Dorel Sabre, Elli Pärna*
- 59 Estimating animal welfare from production, fertility and health variables measured in precision livestock farming  
*Maria Soonberg, David Arney*
- 61 Mycotoxins in animal production – their risks and implications  
*Walter Nies*
- 65 Health risks in Estonian aquaculture associated with the importation of eyed fish eggs  
*Priit Pääk*
- 67 The effect of two different feeds on growth, carapace colour, maturation and mortality in marbled crayfish (*Procambarus fallax f. virginalis*)  
*Katrin Kaldre, Kerli Haugjärvi, Mari Liiva, Riho Gross*
- 68 Status and perspectives of Estonian aquaculture  
*Tiit Paaver*
- 70 Prediction of methane emission and the effect of glucogenic additive in dairy cows  
*Marko Kass, Meelis Ots*
- 72 Milk for human nutrition. Influence of heat treatment to assimilation of milk proteins.  
*Tiiu-Maie Laht*

## Contents HEALTHY FOOD

- 74            Analyses of meat products enriched with tomato  
*Dea Anton, Riina Soidla, Tõnu Püssa*
- 83            Utilization of plant extracts in food and cosmetics  
*Piret Raudsepp*
- 92            Foodborne listeria monocytogenes related risk factors and  
              results of the studies performed in Estonia  
*Mihkel Mäesaar, Mati Roasto, Toomas Kramarenko*
- 98            Trends in research and product development of butter  
              technology  
*Katrin Laikoja*
- 109           Campylobacter spp. related risk factors and results of the studies  
              performed in Estonia  
*Mati Roasto, Mihkel Mäesaar, Kadrin Meremäe, Toomas  
Kramarenko, Kaisa Muutra*
- 119           Review of the raw milk related health risks and associated food  
              safety studies  
*Mati Roasto, Kadrin Meremäe, Piret Kalmus*
- 130           A Sustainable Dairy Industry-muth or reality?  
*Tiina Saron*
- 132           Meat oxidation – mechanisms and impact on quality and  
              chemical safety of the products  
*Tõnu Püssa*
- 147           Goat milk and possibilities for value adding  
*Vilma Tatar*
- 153           Your farm, Your future! Chelates: clarity in the confusion  
*Andris Pliksa, Richard Murphy*
- 156           Automation in modern barns, without compromise  
*Toomas Rüütel*















