

Eesti Maaülikool  
Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

# **TERVE LOOM JA TERVISLIK TOIT**

Konverentsi  
„Terve loom ja tervislik toit 2019“  
artiklite kogumik

Tartu 2019

# Saateks

Hea kolleeg!

Tere tulemast Tartusse! Käes on järjekordne konverents „Terve loom ja tervislik toit“.

Kui eelmisel aastal tähistasime 170 aastat veterinaarhariduse andmisest Tartus, siis tänavu saame tagasi vaadata eestikeelsele ja eestimeelsele põllumajandushariduse arengule 100 juubeliaasta vaatevinklist. Nimelt 1919. aasta sügisel alustas oma tegevust emakeelne Tartu Ülikool. Septembrikuus koos teiste teaaduskondadega avati ka põllumajandusteaduskond, kus põllumajandusainete õpetamine toimus juba eesti keeles. Tegevust alustati viie õppejõuga (loomakasvatus, põllumajapidamine, põllumajanduslikud riistad ja masinad, tegelik aiatöö ja mesilaste pidamine, botaanika ja heinakasvatus).

Täna on toonase põllumajandusteaduskonna loomakasvatuse poololuline valdkond Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi tegemistes. See tähendab, et meie instituudi töötajaskond kannab edasi seda emakeelset ja eestimeelset akadeemilist järjepidevust oma kõigis vastutusvaldkondades.

Loomakasvatus-, toidu- ja loomaarstiteadus on pidevas arengus. Kuid tegevused, mis käimas ja plaanis, on eelkõige suunatud tudengite paremaks õpetamiseks ja teadusvõimekuse suurendamiseks koostööpartnerite huve silmas pidades. Eriti oluline on sütitada noortes huvi, kes sooviks tulla õppima Eesti Maaülikooli. Ja suunata neid, et oskaksid näha oma karjäärivõimalusi tehnoloogiliselt kiiresti arenevas sektoris.

Sünergia tekib läbi teadlaste-õppejõudude ja tootjate-koostööpartnerite arutelude. Usun, et meie ühine konverents annab jätkuvalt uusi ja häid mõtteid, kuidas üheskoos veelgi edukamalt tegutseda. Täpsemalt instituudi tegemistest 2019. aasta seisuga saate lugeda käesolevas kogumikus ja kuulda kohapeal konverentsil.

Häid mõtteid ja edukat konverentsi soovides

**Toomas Tiirats**

*Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi direktor*

Kogumiku peatoimetaja: Marko Kass

Kogumikus avaldatud artiklid on retsenseeritud ja korraldajate poolt toimetatud.

Toimetuskolleegium: Andres Aland, Helena Andreson, David Arney, Terje Elias, Merike Henno, Hanno Jaakson, Ivi Jõudu, Allan Kaasik, Marko Kass, Heli Kiiman, Katrin Laikoja, Ragnar Leming, Katri Ling, Kadriin Meremäe, Meelis Ots, Mati Roasto, Alo Tänavots, Andres Valdmann

Kogumik on finantseeritud Euroopa Liidu Regionaalarengu Fondist Eesti Maaülikooli ASTRA projektist „Väärtuasehalapõhine biomajandus“ raames.

Konverentsi „Terve loom ja tervislik toit 2019“ korraldustoimkond:

Riho Gross, Ülle Jaakma, Piret Kalmus, Marko Kass, Liis Käosaar (Publicon OÜ), Katrin Laikoja, Angela Vuks (Publicon OÜ)

Kaane kujundus ja küljendus: Publicon OÜ

Kaane foto: Elina Sergunina

Trükikoda: Vali Press OÜ

© Eesti Maaülikool

ISBN 978-9949-629-66-4

## Sisukord

Saateks .....	3
Konverentsi päevakava .....	6
<b>Tervislik toit</b>	
Indikaatormikroorganismid toidus .....	8
<i>Mati Roasto</i>	
Laagerdusaja mõju lihase kolme lihase mõnedele omadustele .....	17
<i>Riina Soidla, Kristi Kerner, Marek Tepper, Tanel Kaart, Alo Tänavots</i>	
Eestis tapetud nuumsigade rümbanäitajatest 2007.–2018. aastatel .....	28
<i>Alo Tänavots, Arne Põldvere</i>	
Akrüülamiid toidus .....	41
<i>Mati Roasto, Andres Elias, Mari Reinik, Eha Nurk, Keiu Nelis, Terje Elias</i>	
Kasemahla siirup jäätise magustajana .....	48
<i>Andres Sats, Katrin Laikoja, Katrin Rünk</i>	
Kartulikasvataja väljakutse – toodangule lisandväärtuse andmine .....	52
<i>Alice Aav, Hannes Mootse, Terje Tähtjärvi</i>	
Vadaku väärindamine – glükoosi-galaktoosi siirupi tootmistingimuste optimeerimine ning siirupi kasutamine erinevates toodetes .....	54
<i>Marie Kriisa, Irina Stulova, Aili Kallastu, Raivo Vilu</i>	
Eesti Maaülikooli mikromeierei seadmepargi täienemine membraantehnoloogia valdkonnas .....	56
<i>Tauno Mahla</i>	
Liha ja kala värskuse määramise uudne meetod ja seade. Inosiinhapest .....	62
<i>Tõnu Püssa, Artur Kuznetsov, Alar Sünter, Aleksandr Frorip, Dea Anton, Piret Raudsepp</i>	
Ülevaade ERA-NET SUSFOOD rahvusvahelise projekti SUSMEATPRO tulemustest: lihatoodete rikastamine taimsete lisanditega .....	70
<i>Piret Raudsepp, Dea Anton, Mati Roasto, Kadrin Meremäe, Tõnu Püssa</i>	
Euroopa toiduvõrgustiku võimalused praktikule, ülikoolile ja tudengile .....	73
<i>Andre Veskiõja</i>	
Võitlus tervisliku toitumise eest 20. sajandi alguskümnenditel .....	75
<i>Anu Kannike</i>	
Loomse toiduga seotud müüdid .....	76
<i>Kersti Ehrlich-Peets</i>	

## Terve loom

Lipogeneesi ja lipolüüsi reguleerivate geenide avaldumine erinevas toitumuses holsteini tõugu lehmade rasvkoos poegimiseelisel ja –järgsel perioodil .....	79
<i>Hanno Jaakson, Priit Karis, Katri Ling, Maksim Runin, Meelis Ots</i>	
Veiste vaagnapõhja luukoe ja osteotsüütide pilootuuring .....	85
<i>Esti Nahkur, Aimar Namm, Taavi Torga, Andres Arend, Marina Aunapuu</i>	
Sigade Aafrika katku viiruse Eestis ringlevate tüvede molekulaarne iseloomustus .....	88
<i>Annika Vilem, Imbi Nurmoja, Taavi Riit, Arvo Viltrop</i>	
Kinnislehmade toitumuse ja energia söömuse vaheline seos .....	92
<i>Priit Karis, Meelis Ots</i>	
Lammaste käitumiseelistused aastaringisel väljaspidamisel madalate õhutemperatuuride korral mahefarmides .....	98
<i>Peep Piirsalu, Tanel Kaart, Irje Nutt</i>	
Ülevaade rahvusvahelisest karjatamisalasest projektist GrazyDaiSy .....	108
<i>Ragnar Leming, Marko Kass</i>	
Piimalehmade ja vasikate hukkumise karjataseme riskitegurid Eestis .....	111
<i>Kaari Reimus, Karin Alvásen, Ulf Emanuelson, Arvo Viltrop, Kerli Mõtus</i>	
Lehmade praakimine Eesti piimaveisekarjades - põhjused ja riskitegurid .....	115
<i>Triin Rilanto, Kaari Reimus, Toomas Orro, Ulf Emanuelson, Arvo Viltrop, Kerli Mõtus</i>	
Grupeerimise mõju kinnislehma ja mullika käitumisele .....	126
<i>Maria Soonberg, Marie J. Haskell, Rosie Barraclough, Tanel Kaart, Marko Kass, David Arney</i>	
Karjatervise programmi rakendamine Eesti piimaveisekarjades - mõju karja tervisele ning ettevõtte majandusnäitajatele .....	131
<i>Kerli Mõtus, Ants-Hannes Viira, Piret Kalmus, Kalmer Kalmus, Ants Kavak, Helis Luik-Lindsaar</i>	
Table of contents .....	142

## Konverentsi päevakava

<b>Tervislik toit – KOLMAPÄEV 6. märts</b>	
<b>kõnejuht Marko Kass</b>	
09.00-10.00	Registreerimine, tervituskohv
10.00-10.05	Avasõnad <i>Tervitus Eesti Maaülikooli rektorilt hr Mait Klaassenilt</i>
10.05-10.30	EMÜ Toidu- ja kõrvalsaaduste väärindamise tehnoloogiate ERA õppetoolist <i>Ivi Jõudu, Eesti Maaülikool</i>
10.30-11.00	Toiduhügieeni koolitused toidukäitlemise ettevõtete töötajate hoiakute kujundajana <i>Katrin Laikoja, Eesti Maaülikool</i>
11.00-11.30	Akrüülamiid toidus <i>Terje Elias, Eesti Maaülikool</i>
11.30-12.00	Nanotehnoloogiad ja nanoosakeste kasutamine toiduainetetööstuses <i>Kaja Kasemets, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut</i>
12.00-13.00	L Õ U N A . Stendiettekannete tutvustus - kõnejuht
<b>kõnejuht Katrin Laikoja</b>	
13.00-13.30	Võitlus tervisliku toitumise eest 20. sajandi alguskümneleil <i>Anu Kannike, Eesti Rahva Muuseum</i>
13.30-14.00	Läbipaistev toiduohutus kogu tarneahela lõikes <i>Katrin Liivat, Food Docs OÜ</i>
14.00-14.30	Liha ja kala värskuse määramise uudest meetodist <i>Tõnu Püssa, Eesti Maaülikool</i>
14.30-15.00	Lenduvate orgaaniliste ühendite roll leivajuures <i>Liis Lutter, Eesti Maaülikool</i>
15.00-15.30	K O H V I P A U S
15.30-16.00	Loomse toiduga seotud müüdid <i>Kersti Ehrlich, BioCC OÜ</i>
16.00-16.20	Lihatoodete väärindamine taimsete lisanditega - kokkuvõte rahvusvahelise projekti tulemustest <i>Piret Raudsepp, Dea Anton, Eesti Maaülikool</i>
16.20-16.40	Mida pakub EIT toiduvõrgustik praktikule ja teadlasele? <i>Andre Veskioja, BioCC OÜ</i>
16.40--17.00	Eesti Maaülikooli mikromeierei seadmepargi ülevaade <i>Tauno Mahla, Eesti Maaülikool</i>
17.30	P Ä E V A L Õ P E T A M I N E
17.45	Toidulabori külastus, ainult eelregistreerumisega
19.00	Õhtusöök eelregistreerumisega kohvikus Werner

<b>Terve loom – NELJAPÄEV 7. märts</b>	
<b>kõnejuht Marko Kass</b>	
09.00-09.30	Kogunemine, tervituskohv
09.30-10.00	Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS praktiku teenistuses ja ootused teadlastele <i>Kaivo Ilves, Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS</i>
10.00-10.30	Piimalehmade sigimine. Uued tehnoloogiad ja metaboolne stress <i>Andres Valdmann, Eesti Maaülikool</i>
10.30-11.00	Herd Navigatori ökonomika ja kasutajakogemus farmis <i>Kärt Kalvet, DeLaval OÜ</i>
11.00-11.30	Insuliini resistentsus ja varurasvade kasutamine piimaveistel <i>Hanno Jaakson, Eesti Maaülikool</i>
11.30-12.00	Põllumajanduse tarneahel – ühendades, mitte aheldades <i>Pilleriin Puskar, Eesti Põllumajandus-Kaubanduskoda</i>
12.00-13.00	L Õ U N A ja stendiettekandesessioon, preemiad annab üle AS Dimedium
<b>kõnejuht Priit Pääk</b>	
13.00-13.30	Sigade Aafrika katku viiruse geneetilise varieeruvusest <i>Annika Vilem, Eesti Maaülikool, Veterinaar- ja toidulaboratoorium</i>
13.30-14.00	Lammaste käitumiseelised aastaringel väljaspidamisel <i>Peep Piirsalu, Eesti Maaülikool</i>
14.00-14.30	Karjatervise programmi rakendamine Eesti piimaveisekarjades <i>Kerli Mõtus, Eesti Maaülikool</i>
14.30-15.00	Lehmade praakimine - põhjused ja riskitegurid <i>Triin Rilanto, Eesti Maaülikool</i>
15.00-15.30	K O H V I P A U S (enne pausi kuulutatakse välja parimad stendiettekanded), toetab AS Dimedium
15.30-16.00	Põhjamaine linnukasvatus <i>Eve Samuli, HKScan Estonia</i>
16.00-16.30	Kinnislehmade toitumise ja energia söömuse vaheline seos <i>Priit Karis, Eesti Maaülikool</i>
16.30-17.00	Piimalehmade ja vasikate hukkumise karjataseme riskitegurid <i>Kaari Reimus, Eesti Maaülikool</i>
KONVERENTSI LÕPETAMINE / KOHVILAUD	

## Indikaatormikroorganismid toidus

### Mati Roasto

EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduhügieeni ja rahvatervise õppetool  
 mati.roasto@emu.ee

### Sissejuhatus

Artikli autori senised täienduskoolituste läbiviimisel saadud kogemused näitavad, et sageli ei mõista toidukäitlejad indikaatormikroorganismide olemust ehk ei oska vastata küsimusele „miks olete valinud toidu mikrobioloogilise kvaliteedi hindamiseks just antud mikroorganismi või mikroorganismide rühma?“.

Artikkel annab ülevaate indikaatormikroorganismidest, mida saab kasutada toidu mikrobioloogilise kvaliteedi hindamiseks ning aitab toidu tootjatel teha toidu mikrobioloogiliste analüüside planeerimisel põhjendatud valikuid. Nõuetekohased toidu mikrobioloogilised analüüsid on olulised enesekontrolli raames toidukvaliteedi nõuetekohasuse tõendamisel ning eelkõige toiduohutuse ja –kvaliteedi tagamisel.

### Mikroorganismide rühmitamine

Mikroorganisme on võimalik liigitada erineval viisil, kuid inimese tervisele avaldatava mõju alusel võib mikroorganismid jaotada nelja rühma. Esimesse rühma kuuluvad inimese tervisele ohtlikud mikroorganismid ehk patogeeneid. Teise rühma kuuluvad indikaatormikroorganismid, mis üldjuhul on mittepatogeensed. Nende esinemine ning arvukus näitab ettevõtte tootmispindade ja/või toote hügieeni taset. Kolmandasse rühma kuuluvad toiduainete riknemist põhjustava mikrobioota esindajad nt. suur osa hallitus- ja pärmseentest ning piimhappe bakteritest, pseudomonased. Neljandasse rühma kuuluvad inimese tervisele kasulikud mikroorganismid, mis kaitsevad meie nahka, aitavad toitu seedida või kasutatakse erinevate toiduainete valmistamisel fermentatsiooni protsessides nt *Saccharomyces cerevisiae* leivatööstuses, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* piimatööstuses, *Botrytis cinerea* veinistööstuses.

## Indikaatormikroorganismid

Toidu töötlemisaegse tootmiskeskonna hügieeniseisundi ning sellega seonduva toidu mikrobioloogilise kvaliteedi hindamiseks kasutatakse indikaatoritena Enterobacteriaceae, *Coli*laadsete mikroorganismide ning *Escherichia coli* (*E. coli*) arvukuse määramist. Lisaks eelmainitud bakterirühmadele kasutatakse toidu mikrobioloogilise kvaliteedi hindamiseks veel aeroobsete mikroorganismide ning pärm- ja hallitusseente määramist.

Enterobacteriaceae, *Coli*-laadsed, fekaalsed *Coli*-laadsed ja *E. coli* ei ole üldjuhul patogeensed, kuid pärinevad sageli seedetraktist, mistõttu koos nendega võib esineda ka patogeenseid baktereid. Ilma konkreetsete patogeene suhtes toitu analüüsimate viitavad eelmainitud indikaatororganismide kõrged arvud patogeene esinemisvõimalusele toidus. Teatud oluliste patogeene (nt *Salmonella*, verotoksiline *E. coli*) suhtes toidu analüüside läbiviimine võib aga osutada vajalikuks, juhul kui analüüsitud toidus indikaatorite arvud lähenevad piirväärtustele, mis viitab, et toiduohutus ei pruugi olla tagatud. Sageli, kuid mitte alati, korreleerub indikaatororganismide kõrge arvukus enteraalsete patogeene suurema esinemisvõimega toidus. Indikaatormikroorganismide puudumine või väga madal arvukus toidus ei tähenda aga veel seda, et toidus enteraalsete patogeene ei esine, nt *E. coli* puudumine toidus ei tähenda *Salmonella* puudumist toidus. Viimane võib toitu sattuda ka muudest kui fekaalsetest saasteallikatest.

Indikaatormikroorganismide määramist toidus kasutatakse:

- Kuumtöötlemise efektiivsuse hindamiseks ehk vegetatiivsete mikroorganismide inaktiveerimise tõhususe kontrolliks toidu kuumtöötlemisel;
- Toidu tootmiskeskonna ja -protsessi kui terviku hügieenilisuse (hügieeninõutele vastavuse) kontrolliks;
- Toidu töötlemisjärgse (rist)saastumise riskide hindamiseks;
- Toidu mikrobioloogilise (üld)kvaliteedi hindamiseks.

Indikaatororganismid, mida kasutatakse toidu mikrobioloogilise kvaliteedi ja toidu säilimisaja määramiseks (toidu kvaliteedi indikaatorid) peavad vastama teatud nõuetele:

- Nad peavad analüüsivates toitudes esinema ning olema nendes toitudes tuvastatavad ehk toidu keskkond peab võimaldama nende kasvu või toidus ellujäämist.

- Nende kasv ja arvukus peavad olema otseses negatiivses korrelatsioonis toidu kvaliteediga.
- Neid peab olema kerge tuvastada ja loendada ning eristada teistest mikroorganismidest.
- Nad peavad olema loendatavad lühikese aja jooksul, ideaalis ühe tööpäeva jooksul.
- Muu mikrobiota ei tohiks nende kasvu ebasoodsalt mõjutada.

Enamasti on kõige usaldusväärsemad toidukvaliteedi indikaatorid siiski toote spetsiifilised, nt pärmid puuviljamahlade kontsentratsioonides; *Pseudomonas putrefaciens* võis; piimhappebakterid õlles ja veinis; *Bacillus* spp. leivatainas.

Toiduohutuse indikaator peaks ideaalis vastama järgmistele nõuetele:

- Peab olema kergesti tuvastatav.
- Peab olema toidu muust biotast kergesti eristatav.
- Peab omama seoseid konkreetsete patogeenidega.
- Tema arvukus peab korreleeruma konkreetse patogeeni arvukusega.
- Tema kasvutingimused ja -määr on sarnased patogeenile.
- Tema hävimine peaks olema sarnane patogeeni hävimisele toidus ning ideaalis võiks tema hävimine võtta veidi rohkem aega kui patogeenil.
- Peab puuduma toidus juhul kui patogeeni ei esine toidus.
- Peab alati toidus esinema kui ka konkreetne patogeen esineb toidus.

Eeltoodud kriteeriumid rakenduvad enamikele toitudele, mis võivad olla toidu-patogeenide allikaks sõltumata nende päritolust. Siiski, ajaloolisest toiduohutuse indikaatorite kasutusest tingituna eeldatakse, et toiduohutusega seonduvad patogeenid pärinevad seedetraktist, mistõttu ka indikaatororganismid osutavad otseselt või kaudselt fekaalse saaste olemasolule. Viimasest tingituna kasutati mikrobioloogilisi indikaatoreid eelkõige fekaalse saaste tuvastamiseks joogiveest ning kõige esimeseks indikaatororganismiks oli *E. coli*. Pärast fekaalse indikaatori rakendamist toiduohutuses lisandusid indikaatoritele mõned täiendavad kriteeriumid, mis on pädevad tänaseni. Nendeks on:

- Ideaalis peaks valitud bakterid olema spetsiifilised (kõrge spetsiifilisus) ehk esinema vaid seedekanalisis.
- Neid peab fekaalses materjalis olema arvukalt ehk nad peavad olema loendatavad ka kõrgete lahjenduste juures.

- Nad peavad olema resistentsed seedekanalivälistele keskkonnatingimustele.
- Neid peab olema võimalik kergesti määrata ka juhtudel, kus nende arvukus on madal.

Ajajooksul hakati lisaks *E. coli* määramisele joogivee fekaalse saaste indikaatorina kasutama ka teisi indikaatororganisme nii vee kui toidu kvaliteedi ja ohutuse indikaatoritena.

Tänaste teadmiste kohaselt tuleb spetsiifilise indikaatormikroorganismi või indikaatormikroorganismide grupi valikul arvestada mitmete teguritega: toidu füüsikalise-keemilise olemusega; toidule iseloomuliku mikrobiotaga, nt värsketel puu- ja köögiviljadel on sageli osana oma normaalsest mikrobiotast kõrged Enterobacteriaceae ja/või *Coli*-laadsete üldarvud; toidu töötlemise ulatusega ehk mil määral on toitu (kuum)töödeldud; toidu töötlemise arvatava mõjuga indikaatororganismi(de)le ning valitud indikaatororganismi(de) füsioloogiaga. Mõnikord on valiku põhjenduseks välja kujunenud traditsioonid, nt USA-s kasutatakse toidu kvaliteedi ja/või tootmiskeskonna sanitatsiooni ebatõhususe indikaatorina pigem *Coli*-laadsete mikroorganismide arvukuse määramist toidus ning Euroopas on toidu kvaliteedi ja -ohutuse indikaatorina kasutusel eelkõige Enterobacteriaceae määramine. Ettevõtte tasandil on oluline ka varasem kogemus indikaatormikroorganismide määramisel toidus, mille tulemusena on toidu mikrobioloogilise kvaliteedi hindamisel välja kujunenud konkreetse(te) indikaatormikroorganismi(de) eelistamine, kusjuures kogemustele ning ametlikele kehtestatud tuginedes on kehtestatud konkreetsete piirväärtused.

Siiski on vaja mõista indikaatormikroorganismide olemust, millest järgnevalt anname lühiülevaate.

## Enterobacteriaceae

Enterobacteriaceae sugukond sisaldab palju bakterite perekondi, mis on biokeemiliselt ja geneetiliselt omavahel seotud. Sellesse sugukonda kuuluvad fakultatiivselt anaeroobsed gramnegatiivsed bakterid, mis fermenteerivad glükoosi tootes hapet. Nad on oksüdaas-negatiivsed, enamasti katalaaspositiivsed ning nitraati redutseerivad, liikuvad või siis viburit mitte omavad (liikumatud) bakterid. Enterobacteriaceae alla kuuluvad mitmed *Coli*-laadsed mikroorganismid, mis fermenteerivad laktoosi asemel glükoosi, nt

*Salmonella*. See mikroorganismide grupp sisaldab mitmeid bakteriliike, mis põhjustavad inimese seedetrakti infektsioone ehk enteralseid infektsioone. Selle sugukonna osad liikmed põhjustavad oportunistlikke infektsioone ehk tinglikult patogeensete mikroorganismide poolt põhjustatud infektsioone nt septitseemia, kopsupõletik, meningiit ja kuseteede infektsioonid. Oportunistlikud infektsioonid on haigused, mille tekitajateks on potentsiaalselt (tinglikult) patogeensed mikroobid, kes normaalse tervise ja mikrobiotaga inimesel reeglina haigust ei põhjusta. Oportunistlikke nakkusi põhjustavate perekondade näideteks on: *Citrobacter*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Morganella*, *Providencia*, *Cedecea*, *Kluyvera*, *Rahnella* ja *Serratia*. Enterobacteriaceae sisaldab koos paljude kahjutute sümbiontidega ka mitmeid patogeenide perekondi, nagu *Salmonella*, *Escherichia* k.a. *Shiga*-toksiini tootev *Escherichia coli* (STEC), *Yersinia*, *Klebsiella* ja *Shigella*. Mitmed Enterobacteriaceae sugukonna alla kuuluvad bakteriperekonnad ja -liigid elutsevad loomade ja inimeste soolestikus. Sugukonna alla kuuluvad ka enterokokid (*Enterococcus*), mille tuvastamine (joogi)veest viitab otseselt inimestelt või loomadelt pärit fekaalsele saastele. Sugukonna psührotroofsed, perekondadesse *Enterobacter*, *Hafnia* ja *Serratia* kuuluvad tüved võivad kasvada isegi 0 °C lähedase temperatuuri juures. Toidu mikrobioloogilise kvaliteedi ja toiduohutuse indikaatorina kasutatakse Enterobacteriaceae määramist toidus eelkõige Euroopas.

Vähese hapniku ja madalate temperatuuride juures võib Enterobacteriaceae domineerida ning põhjustada eelkõige lihatoodete riknemist.

## Coli-laadsed

Termin „Coli-laadsed bakterid“ ei kirjelda omaette bakterite taksonoomilist gruppi, kuid Coli-laadsete bakterite rühma kuuluvad mõned spetsiifilised enterobakterite perekonnad. Nimelt kuuluvad sellesse rühma bakterid, mis on suutelised temperatuuril 36 °C ± 2 °C 48 tunni jooksul käärutama laktoosi, tootes hapet ja gaasi. Nad kõik sisaldavad ensüümi βgalaktosidaas ja on gramnegatiivsed, oksüdaasnegatiivsed, aeroobid või fakultatiivsed anaeroobid. Paljud neist on liikuvad, endospoore mittemoodustavad pulgakujulised bakterid, peamiselt perekondade *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ja *Citrobacter* esindajad.

Kuna nimetatud bakterid on looduses laialdaselt levinud, ei ole Coli-laadsete bakterite grupp spetsiifiline fekaalse saastatuse näitaja. Sellegipoolest

kasutatakse Coli-laadsete baktereid fekaalse saaste indikaatorina, eelkõige joogivee kvaliteedi hindamisel.

Kolibakterite suur arvukus toidus viitab, et toidu tootmiskeskond ei olnud toidu tootmise ajal piisavalt hügieeniline. Ettevõtte hügieenitingimuste parandamise vajadusele osutab ka puhastatud tootmispindadelt Coli-laadsete bakterite tuvastamine.

Indikaatorina on Coli-laadsete määramine soovituslik eelkõige jahutatud valmistoitude tootmisprotsessi nõuetekohasuse hindamisel. Coli-laadsete kõrge arvukus jahutatud valmistoitudes viitab patogeenide esinemisvõimalusele tootmiskeskonnas, seega ka toidus. Samuti viitab see ettevõtte külmaketi terviklikkuse probleemidele. Ohje meetmeteks on sanitatsiooni toimingute parandamine ning temperatuurirežiimide korrigeerimine viisil, mis tagab nõuetekohaste madalate temperatuuride olemasolu.

## Escherichia coli

Kuulub inimese ja loomade soole normaalse mikrobioota koosseisu ning on teadaolevalt parim fekaalse saastatuse ja võimalike patogeensete mikroorganismide esinemise indikaator toidus ja joogivees. *E. coli* kõrge arvukus toidus viitab enteralse/fekaalse kontaminatsiooni esinemisele ettevõtte tootmiskeskonnas. Kuigi enamik *E. coli* bakteritest on inimese tervisele ohutud on osad *E. coli* tüvedest patogeensed. *Shiga*-toksiini tootev (STEC) on üks kõige olulisemaid *E. coli* patotüüpe, mille alatüübiks on enterohemorraagiline *E. coli* (EHEC). Harvaesinev, kuid eriti ohtlik on *E. coli* O157:H7. Toidumürgistusi on sagedamini põhjustanud STEC serogruppidesse O157, O26, O103, O111, O145 kuuluvad *E. coli* bakterid.

*E. coli* hävib kergesti kuumtöötlemisel ning toidu külmutamine põhjustab *E. coli* arvukuse olulise vähenemise. Paljudes loomset päritolu toorainetes võib eeldada vähesel määral *E. coli* esinemist, sest loomade kasvukeskkonnas või tapamajas loomade algtootlemise keskkonnas on *E. coli* mingil määral olemas.

Oluline on teada, et tootmiskeskonda sattunud *E. coli* võib seal edukalt püsida ning põhjustada seeläbi toodete (rist)saastumist. Seega ei pruugi *E. coli* alati pärineda vaid soolestikust, vaid ebatõhusast sanitatsioonist tingituna ka tootmiskeskonnast. *E. coli* esinemine kuumtöödeldud toidus ei viita alati fekaalsele kontaminatsioonile, pigem töötlemisjärgsele toodete saastumisele,

mis on põhjustatud saastunud seadmetest, töötajatest või kokkupuutest saastunud toorainetega.

Reeglina ei ole fekaalse saaste indikaatorina põhjalikult kuumtöödeldavatele toitudele mõttekas *E. coli* kriteeriumit siiski rakendada. Kriteeriumi rakendamine on aga fekaalse saaste määramiseks sobilik (joogi)veest ja toitudest, mida ei töödelda määral, et bakterit hävitada. Siia kuuluvad tooted, mida üldse ei kuumutata või kasutatakse kuumtöötlemiseks suhteliselt madalaid temperatuure (nt külmsuits) või toidud, mida töödeldakse mõnel teisel viisil, mis ei ole piisav *E. coli* hävitamiseks, nt toore kala vähene soolamine jms.

Piimamikrobioloogias on *E. coli* kasutusel just kuumtöötlemisjärgse piimatoodete saastumise indikaatorina, sest tema esinemine pastöriseeritud piimas viitab ebatõhusale pastöriseerimisprotsessile, ettevõtte tootmiskeskonna ebahügieenilisusele ja/või piimatoodete kuumtöötlemisjärgsele saastumisele. Adekvaatne piima pastöriseerimine hävitab *E. coli*.

## Aeroobsed mikroorganismid

Aeroobsete mikroorganismide arvu (ingl. k. *Aerobic colony count*, ACC) määramisel kasutatakse teste, mille abil saab loendada aeroobsetes mesofiilsetes tingimustes kasvavaid mikroorganisme. Aeroobsete mesofiilsete mikroorganismide arvu määramist kasutatakse sageli toidu mikrobioloogilise kvaliteedi hindamiseks, eelkõige kestvuskatsetes toidu säilimisaja määramisel. ACC-test ei erista aeroobsete mikroorganismide liike, ega näita patogeenide esinemist analüüsitava toidus, mistõttu ebarahuldavad tulemused ei viita otseselt toiduohutuse probleemidele. Aeroobsete mikroorganismide arvule kehtestavad piirväärtused sõltuvad suuresti toidu tüübist ning ei ole ühtmoodi rakendatavad sama tootegrupi erineval viisil valmistatud ja pakendatud toodetele. Sageli jääb lõpliku otsuse tegemine aktsepteeritava arvulise väärtuse suhtes toidukäitlejale. Toidu säilimisaja määramisel tuleb sageli arvesse võtta nii mikroobide üldarvu, spetsiifiliste indikaatorite kui ka toidu sensorsete analüüside tulemusi. Ebarahuldavate ACC tulemuste põhjusi tuleks uurida, sest aeroobsete mesofiilsete mikroorganismide kõrge arvukus viitab toidu kvaliteedi probleemidele ja/või temperatuuri ohje probleemidele ettevõttes.

Kui valmistoidus on ACC tasemed  $>10^6$  pmü/g, siis viitab see, et tegemist on mõne arvuliselt domineeriva bakteriliigi vohamisega toidus. Eeltoodust madalamaid arve seostatakse pigem sega mikrobioota olemasoluga toidus.

## Pärm- ja hallitusseened

Pärmid on fakultatiivsed anaeroobid, mis fermenteerivad suhkrusüsinikdioksiidiks ja veeks. Anaeroobsetes tingimustes fermenteerivad pärmid suhkrusuhkrus alkoholis ja süsinikdioksiidiks.

Pärm- ja hallitusseened on võimelised saastama toiduaineid ja võivad põhjustada saastunud toidu kiire riknemise. Tänu nende võimele toota toksilisi või allergilisi aineid, kujutavad toidus esinevad pärm- ja hallitusseened potentsiaalset terviseriski. Toidu riknemisega seonduvalt on oluline roll eelkõige pärmseen *Candida* perekonnal. Viimane asetseb sageli inimese ja loomade nina ja kurgu limaskestas.

Mõistet „hallitus“ kasutatakse tavaliselt saastunud toidu pinnal esinevate seente nähtava osaga seonduvalt. Pinna all moodustavad seened mütseeli ehk seeneniidistiku, mis on paljale silmale nähtamatu. Osad hallitusseened võivad toota ühte või koguni mitut mükotoksiini, mis võivad olla kantserogeense (vähkitekitava), mutageense (geenides ja kromosoomides muutusi tekitava), teratogeense (embrüol või feetusel muutusi tekitava) ning hepatotoksilise (maksa kahjustava) toimega. Aflatoksiinid jagunevad mitmesse gruppi, millest inimese tervisele kõige ohtlikumaks peetakse aflatoksiini B1 kuna tegemist on bioloogiliselt väga aktiivse ainega, mis mõjutab paljusid organismis aset leidvaid biokeemilisi reaktsioone. Näiteks kahjustab aflatoksiin B1 maksa DNA struktuuri, mille lõpptulemuseks võib olla maksakasvaja.

Peaaegu kõik toiduained on sobivaks kasvukeskkonnaks pärm- ja hallitusseentele. Reeglina satuvad hallitusseened toitu saastunud toidutoorme ja/või koostisosade kaudu, kuid põhjuseks võib olla ka tootmiskeskonna, nt toiduvalmistamise ruumide lagede või muude pindade saastumine, mille kaudu võivad hallitusseente eosed toitu sattuda.

Kuna pärm- ja hallitusseened võivad tolmu ja aerosoolide kaudu kiiresti levida, on toidu tootmispinnad pidevas saastumisohus. Seetõttu tuleks ettevõtte üldise hügieeni jälgimise proovivõtukavade koostamisel arvestada ka pärm- ja hallitusseente seirega.



## Kokkuvõte

Kuna indikaatormikroorganisme on erinevaid, tuleb toidu kvaliteedi ja tootmiskeskonna hügieeni indikaatorite valimisel arvestada mitmete teguritega, eelkõige indikaatororganismide füsioloogiliste iseärasustega, toidu tooraine päritolu ja olemusega, toidu töötlemisviisi ning töötlemismääruga, võimalike toidu saasteallikate, samuti ettevõtte seniste kogemustega toidu mikrobioloogilise kvaliteedi hindamisel. Ettevõtte enesekontrolli raames teostatavaid toiminguid k.a. nõuetekohasuse tõendamiseks kasutatavaid mikrobioloogilisi analüüse tuleb osata põhjendada, mistõttu on indikaatormikroorganismide tundmine (k.a. õige kasutamine) enesekontrollisüsteemide toimimise ning toidu kvaliteedi ja ohutuse tagamise eeltingimuseks.

## Kasutatud kirjandus

- FSAI, Food Safety Authority of Ireland. 2016. Guidance Note. Guidelines for the interpretation of results of microbiological testing of ready-to-eat foods placed on the market (Revision 2), ISBN 0-9539183-5-1, pp. 3–40.
- Jay, J.M. 2000. Indicators of Food Microbial Quality and Safety. In: M.J. Jay (Toim.) Modern Food Microbiology. An Aspen Publication, USA, Maryland, pp. 387–406.
- Kornacki, J.L., Johnson, J.L. 2001. *Enterobacteriaceae*, Coliforms, and *Escherichia coli* as quality and safety indicators. In: F.P. Downes and K. Ito (Toim.) Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association, Washington, DC, pp. 69–82.

## Laagerdusaja mõju lihaveise kolme lihase mõnedele omadustele

**Riina Soidla<sup>1</sup>, Kristi Kerner<sup>1</sup>, Marek Tepper<sup>1</sup>, Tanel Kaart<sup>2</sup>, Alo Tänavots<sup>1,2\*</sup>**

<sup>1</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetool

<sup>2</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, tõuaretuse ja biotehnoloogia õppetool

\*[alo.tanavots@emu.ee](mailto:alo.tanavots@emu.ee)

## Sissejuhatus

Veiseliha on oma struktuurilt sitke, mistõttu on lihatöötlejate üheks põhiliseks väljakutseks tagada selle õrnus, et valmistatud tooted oleks tarbijatele vastuvõetavad. Üheks levinuimaks liha õrnuse suurendamise meetodiks on liha laagerdamine vaakumpakendis madalatel temperatuuridel. Liha õrnus ja ka teised kvaliteedinäitajad sõltuvad looma lihaste anatoomilisest päritolust. Enam kasutatavate lihaste kiudude läbimõõt on jämedam ja need sisaldavad ka rohkem punaseid lihaskiude (Kirchofer jt., 2002). Pikema füüsilise aktiivsusega ja lühemat taastumise aega vajavates lihastes on rohkem punaseid lihaskiude (Kirchofer jt., 2002), kuid lihased, mis sooritavad kiireid liigutusi vajavad pikemat puhkeaega, seega on nendes ülekaalus valged lihaskiud (Cezar ja Sousa, 2007). Suurema kasutusintensiivsusega lihaste hapnikuvajadus on suurem, mistõttu nende kasutamisel tõuseb selliste lihaste müoglobiini kontsentratsioon ja seoses sellega ka pigmentide sisaldus (Mancini ja Hunt, 2005). Seetõttu on erinevate kehaosade lihased ka erineva värvusega.

Toodangu väljatulek on seotud töötlemise käigus tekkiva toote massikaoga, mis mõjutab majanduslikku tulukust. Termiliselt töödeldud tooteid pakutakse jaekaubanduses tavaliselt keedetud, grillitud või röstitud kujul. Seetõttu on lihatöötlejate üheks eesmärgiks vähendada lihatoodete valmistamise käigus tekkivaid massikadusid. Termilise töötlemise käigus kaotab liha oma massi peamiselt vedeliku ja selle lahustunud ainete eraldumise tõttu.

Uuringu eesmärgiks oli veiseliha optimaalse märglaagerdumisaja leidmine kolme erineva lihase näitel. Katses võrreldi nii toore kui ka *sous-vide* meetodil kuumtöödeldud veiseliha lõiketugevust ja selle muutust laagerdumisaja käigus.

## Materjal ja meetodika

Katseloomadeks oli kolm aberdiini-anguse tõugu lihasteist, kelle rümpadelt eemaldati väärtükid, milleks olid selja pikim lihas (*Longissimus dorsi*) (LD), välistüki silm ehk poolkõõluslihas (*Semitendinosus*) (MS) ja reie sisetükk (koosnes peamiselt poolkilelihasest (*Semimembranosus*), lähendajalihastest (*Adductor*)) (RS). Uuringu käigus määrati veiseliha 10., 14., 18. ja 20. laagerdumise päeval lihastes aset leidnud kvaliteedimuutused. Veiseliha küpsetamiskadu leiti *sous-vide* ja grillimise töötlemisviisi kasutamisel. *Sous-vide* tähendab prantsuse keeles „vaakumis/vaakumi all“ ja defineeritakse kui toidu toorainet või sellest valmistatud pooltoodet, mida on küpsetatud vaakumkottides, kontrollitud temperatuuri- ja aja tingimustes (Baldwin, 2012). Tehnoloogilistest ja füüsikalistest näitajatest uuriti liha pH-d, elektrijuhtivust, värvust, kuumtöötlemis- ja grillimiskadu.

Liha omaduste ajas muutumise ning lihaste vaheliste erinevuste statistilist olulisust testiti kahefaktorilise dispersioonanalüüsiga võttes arvesse ka sama partii korduvate mõõtmiste efekti. Lihanäitajate omavahelisi seoseid uuriti korrelatsioonanalüüsi abil. Tulemused loeti statistiliselt oluliseks  $P \leq 0,05$  korral. Korduvate mõõtmiste dispersioonanalüüs viidi läbi statistikaprogrammis SAS 9.4, korrelatsioonanalüüs teostati, keskmised ja standardhälbed arvutati ning joonised konstrueeriti statistikaprogrammis R 3.3.3.

## Tulemused

**Lõikejõud.** Toore liha lõiketugevuse lihastevaheline erinevus osutus statistiliselt oluliseks (tabel 1), olles suurim poolkõõluslihasel (46,8 N) ja väiksemad selja pikimal lihasel (22,3 N) ja reie sisetükil (22,8 N). Selle tunnuse varieeruvus oli suhteliselt suur kõigil lihastel (7,5–11,5 N) mis võis olla põhjustatud sidekoelise kile esinemisest lihases. Toore lihase õrnus suurenes keskmiselt kuni 14. laagerduspäevani, kuid hiljem enam mitte (tabel 2). Samas leidis reie sisetüki õrnuse vähenemine aset alles 18. laagerduspäeval (joonis 1A).

**Tabel 1.** Kolme lihase omaduste keskmised näitajad ( $\pm$  standardviga).

Tunnus	Lihase			P-väärtus
	MLD	MS	RS	
Lõiketugevus (toores), N	22,3 (10,4)	46,8 (11,5)	22,8 (7,5)	<b>&lt;0,001</b>
Lõiketugevus (sv), N	32,9 (18,4)	39,8 (13,2)	29,9 (8,7)	<b>&lt;0,001</b>
pH	5,6 (0,1)	5,5 (0,0)	5,5 (0,1)	<b>0,017</b>
Elektrijuhtivus, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1138,6 (72,6)	1112,2 (27,3)	1103,7 (23,3)	0,307
L* (heledus)	38,4 (1,5)	42,5 (2,5)	39,8 (4,4)	<b>0,017</b>
a* (punasus)	14,7 (1,8)	13,7 (1,5)	20,3 (2,8)	<b>&lt;0,001</b>
b* (kollasus)	15,5 (1,4)	16,9 (1,6)	19,1 (2,1)	<b>&lt;0,001</b>
Keedukadu, %	29,8 (4,8)	35,0 (1,4)	28,1 (2,3)	0,154
Grillimiskadu (kuum), %	14,5 (5,8)	15,1 (3,2)	14,5 (2,8)	0,928
Grillimiskadu (jahtunud), %	19,1 (7,0)	20,6 (4,7)	18,8 (3,8)	0,687

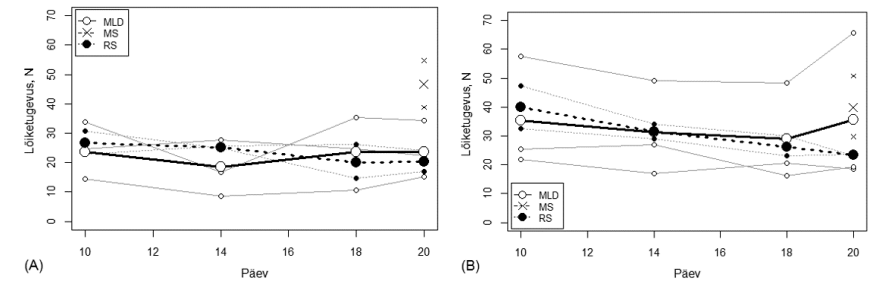
MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkilelihas, lähendajalihased), sv – kuumtöödeldud *sous vide* meetodil

Kuumtöötlemine *sous-vide* meetodil muutis selja pikima lihase (32,9 N) ja reie sisetüki (29,9 N) sitkemaks võrreldes toore lihaga, kuid poolkõõluslihas (39,9 N) õrnus hoopis suurenes. Samas jäi viimati nimetatud lihas ikkagi kõige sitkemaks analüüsitud lihastest hoolimata asjaolust, et poolkõõluslihas proovitükke analüüsiti ainult 20. laagerduspäeval (joonis 1B). Töödeldud lihastest osutus õrnemaks hoopis reie sisetüki lihaste grupp (29,9 N), kusjuures selle lihase lõiketugevus langes kuni 20. laagerduspäevani. Selja pikima lihase lõiketugevus oli eelnevast ainult 3,0 N suurem, kuid saavutas oma optimaalse õrnuse juba 14. laagerduspäevaks (joonis 1B). Lihase mõju nii toore kui ka termiliselt töödeldud lihaste lõiketugevustele oli statistiliselt oluline, oluline oli ka laagerdusaegade mõju.

**Tabel 2.** Lihaste omaduste muutused laagerdusaja kestel (keskmine  $\pm$  standardviga).

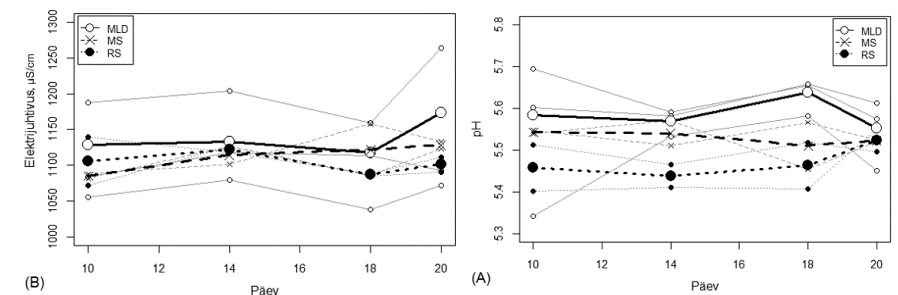
Tunnus	Laagerdusaeg, päeva				P-väärtus
	10	14	18	20	
Lõiketugevus (toores), N	24,9 (9,7)	21,1 (8,3)	22,0 (10,5)	28,9 (14,3)	<b>0,031</b>
Lõiketugevus (sv), N	37,3 (14,7)	31,4 (11,6)	27,8 (12,8)	32,9 (17,9)	<b>&lt;0,001</b>
pH	5,5 (0,1)	5,5 (0,1)	5,6 (0,1)	5,5 (0,1)	0,897
Elektrijuhtivus, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1112,0 (54,2)	1124,6 (38,7)	1110,8 (44,8)	1143,9 (76,7)	0,608
L* (heledus)	39,2 (2,9)	39,4 (2,6)	39,8 (0,1)	41,4 (4,8)	0,519
a* (punasus)	15,9 (4,0)	16,9 (2,1)	15,9 (4,6)	15,3 (3,0)	0,563
b* (kollasus)	16,6 (2,2)	17,9 (1,0)	16,8 (2,9)	16,5 (2,6)	0,406
Keedukadu, %	30,1 (4,3)	28,8 (4,8)	29,2 (4,3)	30,2 (4,5)	0,921
Grillimiskadu (kuum), %	18,7 (4,5)	15,2 (3,9)	12,0 (2,2)	13,0 (3,6)	<b>0,017</b>
Grillimiskadu (jahtunud), %	24,9 (5,5)	20,1 (4,6)	15,5 (3,0)	17,4 (4,0)	<b>0,005</b>

**pH-väärtus.** Kõigi lihaste pH-väärtus jäi alla 5,8, millest väiksema väärtusega liha loetakse normaalseks (Farmer ja Farell, 2018). Lihase mõju nende pH-väärtusele osutus küll statistiliselt oluliseks ( $P = 0,017$ ), kuid pH-väärtuste erinevus oli ainult 0,1 ühikut. Samuti oli lihastesisene pH-väärtuste varieeruvus väike ( $se = 0,0-0,1$ ). Ehkki vaakumpakend pärsib aeroobsete lagundavate bakterite kasvu, kuid soodustab piimhappebakterite arengut (Puga, 1999), siis antud töös ei osutunud laagerdusaja mõju pH-väärtuse muutusele oluliseks ( $P > 0,05$ ) ja pH koondus 20. laagerduspäevaks kõigil lihastel 5,5 ja 5,6 vahele (joonis 2A).



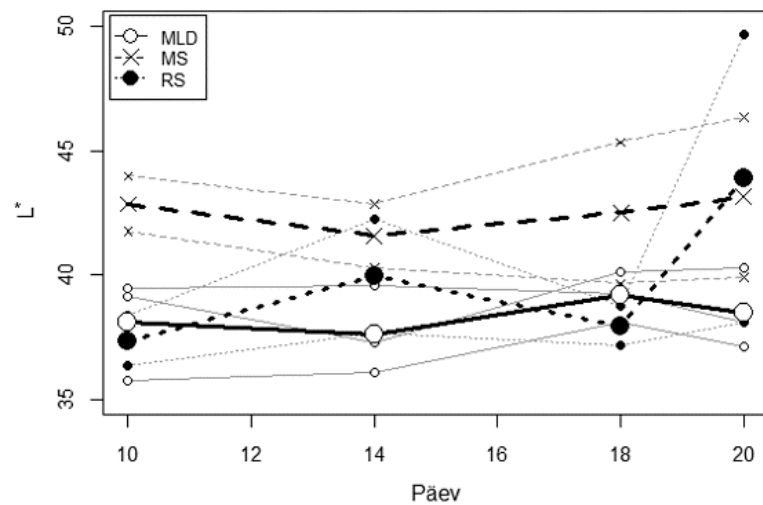
**Joonis 1.** Veiseliha lõiketugevuse muutus ajas erinevate lihaste korral (A) toorel lihal ja (B) *sous-vide* meetodil töötlemise korral. Erinevad sümbolid ja jooned tähistavad erinevaid lihaseid, peened jooned ja väikesed sümbolid märgivad üksikuid partiisid ning paksud jooned ja suured sümbolid vastavad erinevate partiide keskmistele; MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkilelihas, lähendajalihas ja harjalihas).

**Elektrijuhtivus.** Liha elektrijuhtivus tõuseb lihase happesuse suurenedes, mille põhjuseks on vaba vee osakaalu suurenemine lihases (Schmitzen jt., 1987). Antud töös sarnast seost ei leitud, kuna lihase pH-väärtus püsis kogu laagerdusaja kestel stabiilne ja seega ka elektrijuhtivus (tabel 2; joonis 2B). Lihase päritolu ega laagerdusaeg ei mõjutanud elektrijuhtivust oluliselt ( $P > 0,05$ ).



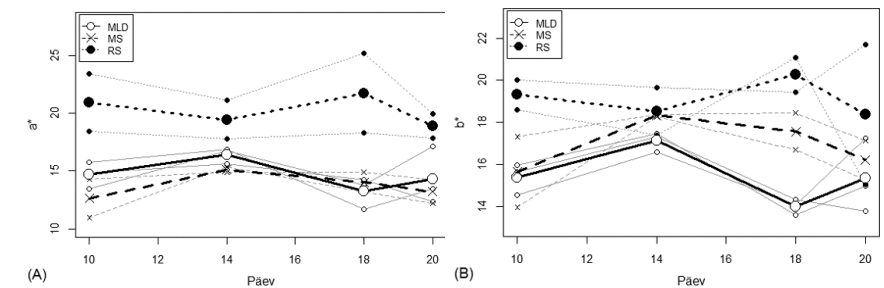
**Joonis 2.** Veiseliha pH ja elektrijuhtivuse ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) muutus ajas erinevate lihaste korral. Erinevad sümbolid ja jooned tähistavad erinevaid lihaseid, peened jooned ja väikesed sümbolid märgivad üksikuid partiisid ning paksud jooned ja suured sümbolid vastavad erinevate partiide keskmistele; MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkilelihas, lähendajalihas ja harjalihas).

**Värvuskomponent L\*.** Kolmest analüüsitud lihasest olid heledamad pikim seljalihhas ( $L^* = 38,4$ ) ja reie sisetükk ( $L^* = 39,8$ ) ning tumedaim poolkõõluslihas ( $L^* = 42,5$ ). Heleduskomponendi väärtused erinesid lihaste vahel (tabel 1). Ehkki veiseliha värvus muutus laagerdusaja kestel heledamaks, siis laagerdusaja mõju ei osutunud statistiliselt oluliseks ( $P = 0,519$ ). Heleduse väärtused olid stabiilsemad laagerdusaja kestel selja pikimal lihasel ja poolkõõluslihasel (joonis 3).



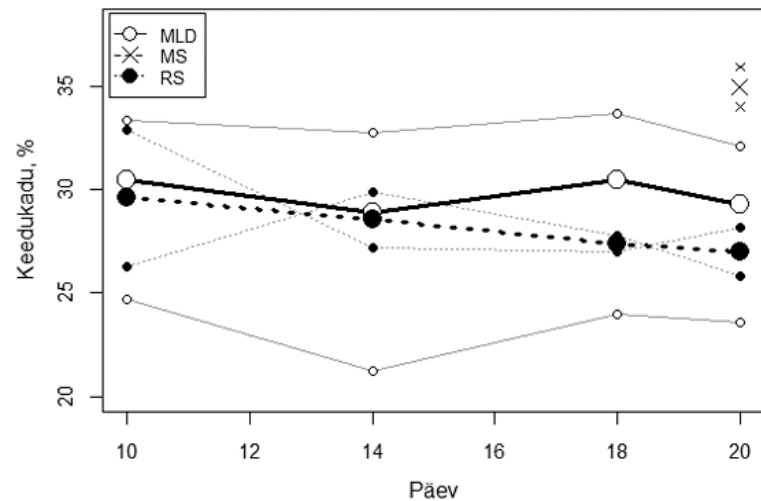
**Joonis 3.** Veiseliha värvuse heleduskomponendi L muutus ajas erinevate lihaste korral. Erinevad sümbolid ja jooned tähistavad erinevaid lihaseid, peened jooned ja väikesed sümbolid märgivad üksikuid partiisid ning paksud jooned ja suured sümbolid vastavad erinevate partiide keskmistele; MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkõõluslihas, lähendajalihas ja harjalihas).

**Värvuskomponendid a\* ja b\*.** Kõige intensiivsema punaka ( $a^*$ ) ja kollaka ( $b^*$ ) värvusega oli reie sisetükk ( $a^* = 20,3$  ja  $b^* = 19,1$ ), samas poolkõõluslihasel ja selja pikimal lihasel olid need väärtused oluliselt väiksemad (tabel 1; joonis 4A, B). Lihas mõjutas oluliselt ( $P < 0,001$ )  $a^*$  ja  $b^*$  värvuskomponentide avaldumist, kuid punaka ja kollaka värvuse intensiivsus laagerdusaja jooksul oluliselt ei muutunud ( $P_{a^*} = 0,563$  ja  $P_{b^*} = 0,406$ ). 14. laagerduspäeval lähenesid nii punaka kui ka kollaka värvuse väärtused reie sisetüki puhul teistele lihastele, kuid eemaldusid edasise laagerdusaja kestel jälle (joonis 4A, B).



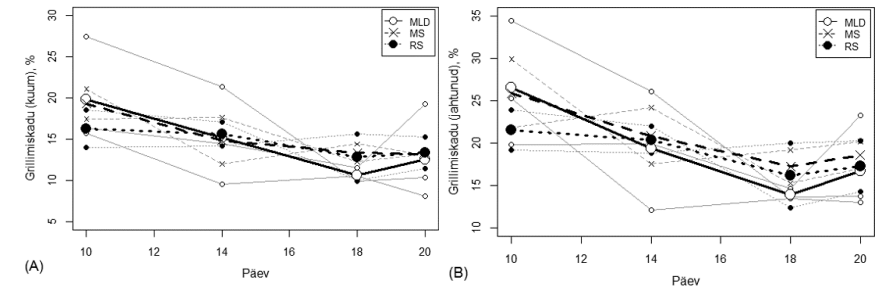
**Joonis 4.** Veiseliha värvuskomponentide  $a^*$  ja  $b^*$  muutus ajas erinevate lihaste korral. Erinevad sümbolid ja jooned tähistavad erinevaid lihaseid, peened jooned ja väikesed sümbolid märgivad üksikuid partiisid ning paksud jooned ja suured sümbolid vastavad erinevate partiide keskmistele; MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkõõluslihas, lähendajalihas ja harjalihas).

Töötlemiskaod. Lihasel, ega ka laagerdusajal polnud olulist mõju sous-vide meetodil töötlemise keedukaole (vastavalt  $P = 0,154$  ja  $P = 0,921$ ) (tabel 1 ja 2). Vaakumkotis keetmisel kaotas kõige rohkem oma massist poolkõõluslihas (35%), kuid sellel lihasel registreeriti keedukadu ainult 20. päeval, olles samas ikkagi suurem samal päeval mõõdetud teiste lihaste näitajatest (joonis 5). Selja pikima lihase ja reie sisetüki lihaste keedukadu jäi alla 30%. Laagerdusaja mitteoluline mõju keedukaole võis tuleneda lihaste kindlal ajavahemikul töötlemisest konstantsel madalal temperatuuril nn sous-vide meetodil.



**Joonis 5.** *Sous-vide* meetodil töödeldud veiseliha keedukao muutus ajas erinevate lihaste korral. Erinevad sümbolid ja jooned tähistavad erinevaid lihaseid, peened jooned ja väikesed sümbolid märgivad üksikuid partiisid ning paksud jooned ja suured sümbolid vastavad erinevate partiide keskmistele; MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkilelihas, lähendajalihas ja harjalihas).

Grillitud liha kaotas kohe pärast termilist töötlemist 14,5–15,1% ja pärast 5-minutilist jahtumist 18,8–20,6% oma massist (tabel 1). Mõlema töötlemiskao lihastevahelised erinevused ei osutunud aga statistiliselt oluliseks, küll oli statistiliselt oluline grillimiskadude muutus ajas (tabel 1 ja 2). Laagerdusaja pikenedes suurenes kõikide lihaste grillimiskadu kuni 18. laagerduspäevani nii kohe pärast küpsetamist kui ka pärast jahtumist mõõdetuna (joonis 6A, B).



**Joonis 6.** Grillimiskadude muutus kuuma ja jahtunud veiseliha ajas erinevate lihaste korral. Erinevad sümbolid ja jooned tähistavad erinevaid lihaseid, peened jooned ja väikesed sümbolid märgivad üksikuid partiisid ning paksud jooned ja suured sümbolid vastavad erinevate partiide keskmistele; MLD – selja pikim lihas, MS – välistüki silm ehk poolkõõluslihas, RS – reie sisetükk (peamiselt poolkilelihas, lähendajalihas ja harjalihas).

*Sous-vide* meetodil töödeldud veiseliha kaotas töötlemise käigus oluliselt rohkem oma algsest massist võrreldes liha grillimisega. Väiksema küpsetuskao põhjuseks grillimisel võib olla see, et liha kontaktil kuuma pinnaga moodustub selle ümber koorik, mis sulgeb lihaskiudude vahelise ruumi ega lase vedelikul lihast välja valguda.

**Tunnustevahelised seosed.** Liha omaduste vahelised seosed näitavad, et lihaste pH ja elektrijuhtivuse alanemisel muutub liha sitkemaks (vastavalt  $r = -0,48$  ja  $r = -0,55$ ) (tabel 3). Mida vähem lihas vett, ehk selle elektrijuhtivus on madal, seda happelisem liha on ( $r = 0,42$ ). Lihase pH on veel oluliselt seotud värvuse punase ja kollase komponendiga (vastavalt  $r = -0,50$  ja  $r = -0,44$ ) muutes madala pH korral nende värvuse tumedamaks. Värvuskomponentide  $a^*$  ja  $b^*$  omavaheline positiivne seos näitab, et nende intensiivsus muutub sarnaselt. Madalama pH-ga liha kaotab aga grillimisel rohkem vedelikku, mis viitab sellele, et enam kahjustatud struktuuriga liha sisaldab rohkem vaba vett. Mõlemad grillimiskadod olid omavahel tugevalt seotud ehk grillitud liha jahutamisel kaotavad need oma massi sarnaselt  $r = 0,96$ .

**Tabel 3.** Veiseliha omadustevahelised lineaarsed korrelatsioonkordajad (statistiliselt olulised seosed ( $P \leq 0,05$ ) on esitatud paksus kirjas).

Näitaja	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)
(A) Lõiketugevus (toores)	1								
(B) pH	<b>-0,48</b>	1							
(C) Elektri juhtivus, $\mu\text{S}/\text{cm}$	<b>-0,55</b>	<b>0,42</b>	1						
(D) L	-0,03	-0,11	0,08	1					
(E) a	-0,06	<b>-0,50</b>	-0,01	-0,35	1				
(F) b	-0,06	<b>-0,44</b>	0,04	0,15	<b>0,67</b>	1			
(G) Keedukadu, %	0,16	-0,14	0,25	0,36	-0,28	-0,14	1		
(H) Grillimiskadu (kuum), %	0,02	<b>-0,38</b>	-0,03	0,04	0,13	0,17	0,33	1	
(I) Grillimiskadu (jahtunud), %	0,11	-0,32	-0,08	0,03	0,08	0,17	0,29	<b>0,96</b>	1

## Järeldused

- Sitkemaks lihaseks osutus poolkõõluslihas, struktuurilt õrnemad olid selja pikim lihas ja reie sisetükk.
- Toores liha oli kõige õrnem 14. laagerduspäeval, sous-videl meetodil töödeldud liha aga 18.
- Liha pH ja selle elektri juhtivus ning lihase värvus ei muutunud 20-päevase laagerdusaja kestel oluliselt.
- Reie sisetükk oli intensiivsema punaka ja kollaka värvusega võrreldes teiste lihastega.
- Termilise töötlemise kadu ei erinenud lihaste vahel oluliselt, küll aga vähenes see näitaja liha grillimisel oluliselt 18. laagerduspäevani.

## Kasutatud kirjandus

- Baldwin, D.E. 2012. Sous vide cooking: A review. *Int. J. Gastron. Food Sci.* 1:15–30.
- Cezar, M., Sousa, W. 2007. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Uberaba, MG: Editora Agropecuária Tropical. 232 p.
- Farmer, L., Farrell, D. 2018. Review: Beef-eating quality: A European journey. *Animal*, 12:1–10.
- Kirchofer, K.S., Calkins, C.R., Gwartney, B.L. 2002. Fiber-type composition of muscles of the beef chuck and round. *J. Anim. Sci.* 80:2872–2878.
- Mancini, R.A., Hunt, M.C. 2005. Current research in meat color. *Meat Sci.* 71:100–121.
- Puga, D.M.U., Contreras, C.J.C., Turnbull, M.R. 1999. An evaluation of tenderization of forequarter bovine meat (*Triceps brachii*) through methods of ageing and injection with acetic and lactic acids. *Food Sci. Technol.* 19:88–96.
- Schmitt, F., Schepers, K. H. & Festerling, A. 1987. Evaluation of meat quality by measurement of electrical conductivity. In P. V. Eikelenboom, G. Eikelenboom & G. Monin. Evaluation and control of meat quality in pigs. Dordrecht: Martinus Nijho. pp. 191–200.

# Eestis tapetud nuumsigade rümba- näitajatest 2007.–2018. aastatel

**Alo Tänavots<sup>1,2\*</sup>, Aarne Pöldvere<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, tõuaretuse ja biotehnoloogia õppetool

<sup>2</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetool

<sup>3</sup>Eesti Tõusigade Aretusühistu

\*[alo.tanavots@emu.ee](mailto:alo.tanavots@emu.ee)

## Sissejuhatus

Seakasvatus on Eestis piimakarjakasvatuse järel tähtsusele teine loomakasvatusharu, samas lihatoodangust moodustab sealiha aga üle poole. 2017. aastal ostsid Eesti lihatöötlemisettevõtted kokku 385 600 siga, kellelt saadi 31 251 tonni liha (Eesti Statistikaamet, 2019). Seakasvatatajale maksti keskmiselt ühe tonni sealiha eest 1625 eurot. Nagu teisteski majandusharudes, sõltub ka sealihaga hind sealihaga pakkumise ja nõudluse vahelkorral turul, mida omakorda võivad mõjutada erinevad tegurid nagu näiteks söödateravilja ja sealihaga maailmaturu hind, kaubanduspiirangud, taudide esinemine jne. Lihatoöstus ja seakasvatatajaga peavad omavahel kokkuleppima sealihaga hinnastamise alused. Eestis ja enamuses Euroopa Liidu riikides on valdavalt kasutusel hinnakujundamise meetod, kus tasu realiseeritud sea eest kujuneb searümba ühe kilogrammi eest makstava hinna ja selle tailiha osakaalu alusel. Lisaks sõltub searümba eest makstav hind tapetud sea soost, vanusest ja rümbamassi vahemikust. Rümbad jaotatakse lähtuvalt tailiha osakaalule kvaliteediklassidesse, mida tähistatakse tähtedega S, E, U, R, O ja P. Vastavalt seadusele on selline searümpade klassifitseerimine kohustuslik tapamajades, kus tapetakse aastas keskmiselt üle 200 nuumsea nädalas (Veise-, sea- ja lambarümpade..., 2018). Kvaliteediklassi määramiseks kasutatakse tailihamõõturit, mis on heaks kiidetud Euroopa Liidu Komisjoni poolt (Authorising methods for grading..., 2005). Eestis on sellisteks seadmeteks mehhaaniline vahend Intraskoop ja ultraheli tehnoloogial töötav Ultra-FOM 300. Kuna viimati nimetatud seadme jõudlus on oluliselt suurem, siis kasutatakse seda tapamajades, millele laieneb eelpoolnimetatud klassifitseerimiskohustus.

Käesoleva artikli eesmärk on anda ülevaade tailihamõõturiga Ultra-FOM 300 hinnatud sigade rümbanäitajatest aastatel 2007–2018.

## Materjal ja meetodika

Andmed rümbakvaliteedinäitajate kohta pärinesid Eesti suurematest tapamajadest 2007. a augustist kuni 2018. a detsembrini tapetud sigade kohta. Käesolevas töös kasutati kokku 589 942 rümba andmeid. Searümpade näitajad mõõdeti tapaliini lõpus ligikaudu 45 minutit pärast tapmist vastava koolituse saanud spetsialisti poolt. Termin „rümp“ all mõistetakse antud töös tapetud sea keskjoont mööda poolitatud lihakeha, mis on veretustatud ja millelt on eemaldatud siseelundid, harjased, siserasv, neerud, neerurasv, suguelundid, keel, pea- ja seljaaju, diafragma, pea, esijalad randmeliigesest, saba ning sõrad (Authorising methods for grading..., 2005). Ultraheliaparaadiga UltraFOM 300 mõõdeti searümbal kaks pekipaksuse näitajat ( $x_1$  ja  $x_2$ ) ja selja pikima lihase läbimõõtu kindlatest anatoomilistest punktidest. Neid tulemusi kasutades leiti rümba hinnanguline tailihasisaldus (Authorising methods for grading..., 2005). Tapaliini lõpus sigade rümbad ka kaalutakse. Searümbad klassifitseeriti vastavalt nende tailihasisaldusele kasutades SEUROP-klassifikatsiooni, kus S-klassi kuulusid searümbad, mille tailihasisaldus oli vähemalt 60%, E-klassi 55–60%, U 50–55% ja R 45–50% (Regulation (EU) No 1308/2013..., 2013). Vastavalt sugupoolele jagati searümbad kas nuumsigadeks, kuhu kuulusid nooremised ja orikad, ning noorkultideks. Lisaks jagati eelnevad grupid vastavalt rümbamassile omakorda kategooriateks: I – 50–69,9 kg, II – 70–89,9 kg ja III – 90–100 kg. Lisaks registreeriti veel tapamaja ja farmi kood ning tapmise kuupäev. Sigade tapmise kuud jagati sesoonideks järgmiselt: talv – detsember, jaanuar, veebruar; kevad – märts, aprill, mai; suvi – juuni, juuli, august; sügis – september, oktoober, november. Sealihaga keskmise kokkuostuhinnad saadi Statistikaameti andmebaasist (Eesti Statistikaamet, 2019).

Andmete esmaseks analüüsimiseks kasutati MS Excel 2016 tabelarvutusprogrammi ja tulemuste visualiseerimiseks kasutati Daniel's XL Toolbox 7.3.4 lisa Excelile (Daniel Kraus, Würzburg, Germany [www.xltoolbox.net](http://www.xltoolbox.net)). Sugupoole, kategooria ja aastaaja mõju testimiseks kasutati dispersioonanalüüsi. Faktoritele vastavad vähimruutkeskmised hinnati ja võrreldi Tukey meetodit kasutades statistikapaketis R 3.5.2. Kuna suure vaatluste arvu tõttu osutusid väikseimadki erinevused vähimruutkeskmiste vahel statistiliselt oluliseks ( $P < 0,05$ ), siis olulisuse tõenäosusi artiklis ei käsitleta. Hajuvusdiagrammi- ja korrelatsioonimaatriksid ning histogrammid kujundati statistikapaketiga R 3.5.2.

## Tulemused ja arutelu

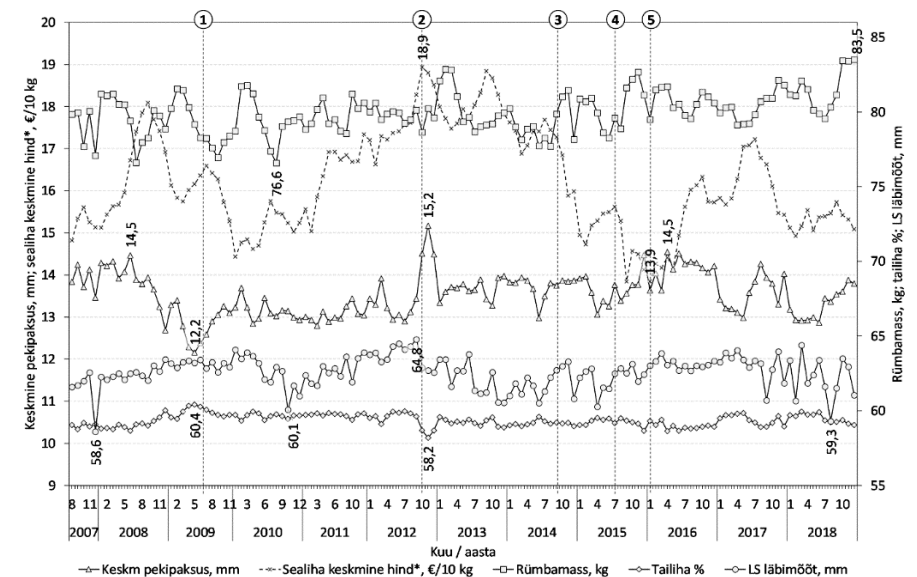
Keskmiselt kõige kergemateks osutusid 2010. a augustis tapetud sigade rümbad (76,6 kg) ja kõige raskemad olid need 2018. a detsembris (83,5 kg). Jooniselt 1 selgub, et sigade rümbamass on mõnevõrra seotud rümba keskmise hinnaga. Rümba eest makstava hinna alanemisel suureneb realiseeritavate sigade rümbamass, ilmselt soovib seakasvataja vähendada madalast hinnast tingitud hinna vähenemist suurema kehamassiga läbi numaperioodi mõningase pikendamise. Djuroki aretusmaterjali impordi algus 2009. a suvel rümbamassile otsest mõju ei avaldanud. Küll on täheldatav sigade rümbamassi järsk suurenemine pärast sigade Aafrika katku (SAK) jõudmist seafarmi 2015. aasta juulis ja hilisem massi erinevuse vähenemine erinevate kuude vahel. Selle põhjuseks oli ilmselt asjaolu, et paljud väiksemad seakasvatajad, suutmata täita karmistunud bioohutusnõudeid, lõpetasid tegevuse ja ka mõned suuremad farmid langesid SAKi tõttu tootmisest välja ning realiseerisid oma sead. Väiksem tootjate arv aga vähendas sigade kehamassi varieeruvust.

2009. a aprillis ületas searümpade keskmine tailiha osakaal 60%, langes seejärel juunis alla selle. Hiljem jääb tailiha osakaalu muutus kitsastesse piiridesse, olles enamasti 59–60% vahel. 2012. a oktoobrist detsembrini on täheldatav järsk tailiha osakaalu langus. Nendel kuudel oli tapamaht väike (365–695 siga), mistõttu võis tegemist olla juhusliku mõõtmisvea või tapmisele toodud sigade eripärast. 2012. a oktoobrikuusse jäi ka sealiha keskmise kokkuostuhinna kõrgpunkt.

Kuna sea rümba tailiha osakaalu prognoosimisel on suur mõju pekkipaksusel, siis on viimase muutus aastate lõikes sarnane tailiha sisaldusega. Tapetud sigade rümba keskmine pekkipaksus varieerus erinevatel kuudel 12,2 mm-st kuni 15,2 mm-ni, kuid kuna 2012. a viimase kolme kuu mõõtetulemused olid mingil põhjusel teistest kuudest märgatavalt suuremad, siis oli järgmiseks suuremaks tulemuseks 14,5 mm, mis saadi 2008. a juunis ja 2016. a aprillis. 2009. a keskelt kuni 2015. a novembrini jäi searümpade keskmine pekkipaksus erinevatel kuudel alla 14 mm. Pärast SAK-i tuvastamist kodusigadel hakkas suurenema tapetud sigade rümpade keskmine pekkipaksus kuna tootmist lõpetavad seakasvatajad realiseerisid ka sigu, keda ei kasvatatud nuumamise eesmärgil ja 2015. a detsembrist alates ületavad keskmised pekkipaksused aasta jooksul valdavalt 14 mm. Samal tasemel oli searümpade keskmine pekkipaksus ka uuringuperioodi algul 2007. ja 2008. aastal. Viimasel kahel aastal oli sigade rümpade keskmine pekkipaksus erinevatel kuudel olnud ligikaudu 13–14 mm vahel.

Djuroki tõugu kultide kasutuselevõtt 2009. a sigade rümpade mõõtmistulemusi märgatavalt ei mõjutanud. Küll vähenes ja stabiliseerus mõneks ajaks pekkipaksus, kuid viimastel aastatel oli märgata selle väikest kasvu ja erinevuste suurenemist kuude lõikes.

Eestis tapetud sigade rümpade keskmine selja pikima lihase läbimõõt oli suurim (64,8 mm) 2012. a septembris ja väikseim (58,6 mm) 2007. aasta detsembris. Viimane tulemus on saadud aga väga väikese arvu sigade mõõtmisel ja pole seega usaldusväärne. Sellest järgmine tulemus – 59,3 mm – mõõdeti 2018. a augustis. Valdavalt ületavad siiski selja pikima lihase läbimõõdu tulemused erinevatel kuudel 60 mm. Selja pikima lihase läbimõõt oli suhteliselt ühtlane 2008. ja 2009. a, pärast mida tekkis väike langus, kuid 2012. a septembriks saavutas see näitaja oma maksimumi, olles 64,8 mm (joonis 1). Pärast seda oli täheldatav seljalihase läbimõõdu vähenemine ja ka mõõtmistulemuste suur erinevus erinevatel kuudel. 2016. a-st alates keskmised näitajad jällegi stabiliseeruvad, muutudes 2017. a septembrist jällegi ebaühtlikumaks.

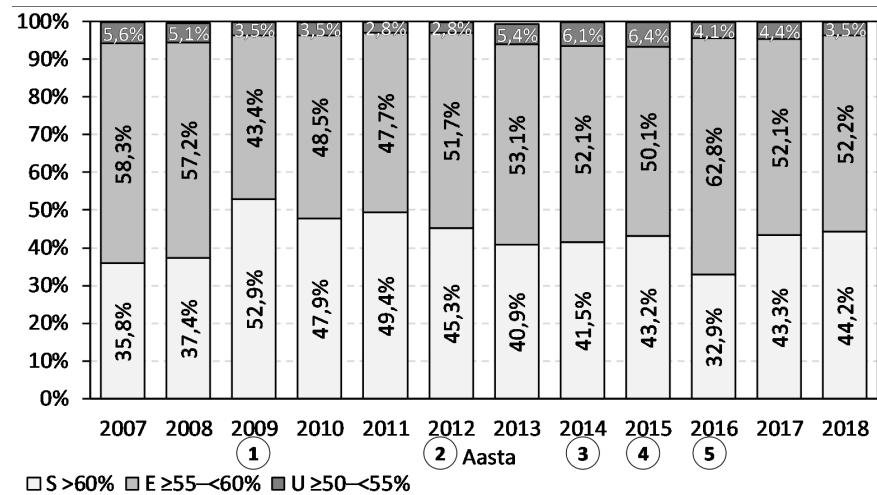


**Joonis 1.** Sigade rümbanäitajate muutus 2007. a augustist kuni 2018. a detsembrini (1 – djuroki aretusmaterjali import 2009. a suvi; 2 – sealiha kokkuostuhinna kõrgpunkt 2012. a okt; 3 – SAK leid metssigadel 08.09.2014; 4 – SAK leid kodusigadel 21.07.2015; 5 – sealiha kokkuostuhinna madalpunkt 2016. a jaan; \* – Statistikaameti andmed; LS – selja pikim lihas).



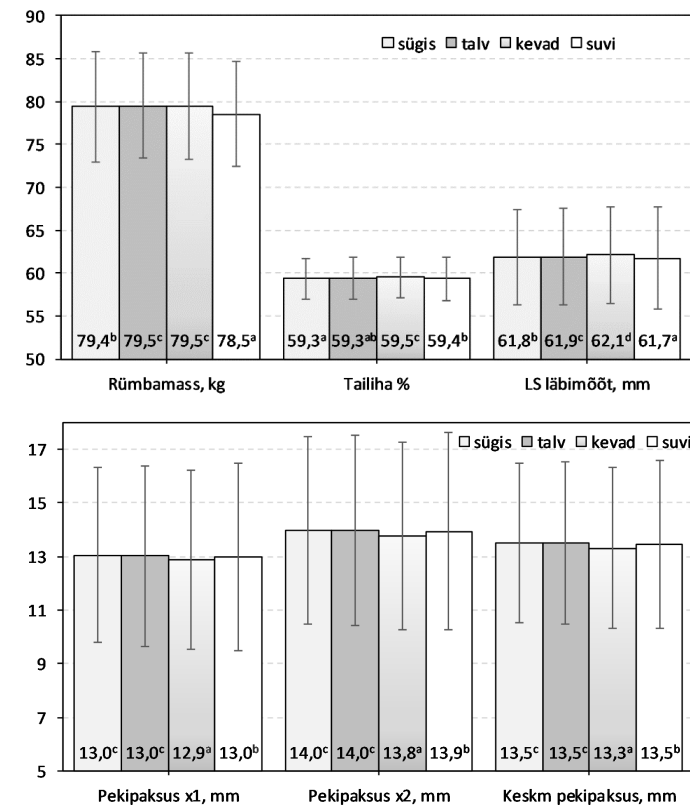
Vaatlusalusel perioodil uuritud sigade rümpadest klassifitseeriti 42,9% S-kategooriasse, mis tähendas, et nende tailiha osakaal oli üle 60%, üle poole (52,3%) rümpadest kuulus aga E-klassi, 4,6% U ja 0,2% R-klassi. O-kategooriasse kuuluvaid rümpasid oli 25 tükki.

Kui 2008. aastani kuulus S-klassi alla 40% tapetud sigade rümpadest, siis 2009. a ületas nende osakaal 50% (joonis 2). Mõningane mõju S-klassi kuuluvate searümpade osakaalu suurenemisel võis olla ka djuroki aretusmaterjali impordi alustamisel 2009. a suvel. Kolmel järgneval aastal püsis S-klassi rümpade osakaal üle 45%, kuid 2013. aastaks oli see langenud 40,9%-ni. Samast aastast alates suurenes ka U-klassi kuuluvate rümpade arv ligi poole võrra, olles 5,4%. Madalaim oli S-kategoori sigade arv 2016. a-l, kui neid oli kolmandik (32,9%) sel aastal testitud rümpade hulgast. Selle põhjuseks võis olla SAK-ijõudmine Eestisse ja sellega kaasnenud suur sigade arvu vähenemine seakarjade likvideerimise tõttu. Seoses sellega realiseeriti mitte ainult ristanditest nuumsigu, vaid ka äsja karja täienduseks valitud puhtatõulisi või ristandaretussigu. Järgmistel, 2017. ja 2018. a, oli S-kategooriasse kuuluvate sigade rümpade osakaal tavapärasel tasemel (vastavalt 43,3 ja 44,2%), ehkki U-klassi klassifitseeritud rümpade osakaal jäi oodatust kõrgemaks (vastavalt 4,4 ja 3,5%).



**Joonis 2.** Searümpade jagunemine SEUROP-kategooriasse vastavalt rümba tailiha osakaalule erinevatel aastatel (1 – djuroki aretusmaterjali import 2009. a suvi; 2 – sealiha kokkuostuhinna kõrgpunkt 2012. a okt; 3 – SAK leid metssigadel 08.09.2014; 4 – SAK leid kodusigadel 21.07.2015; 5 – sealiha kokkuostuhinna madalpunkt 2016. a jaan). R ≥ 45- < 50% ja O ≥ 40- < 45% kategooriasse kuuluvate rümpade arv jäi olenevalt aastast alla 0,6% ja pole seetõttu joonisel esitatud

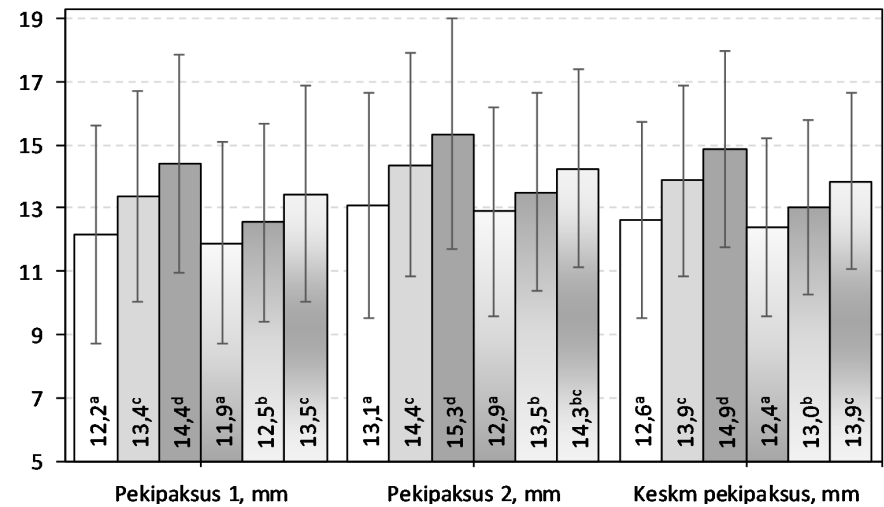
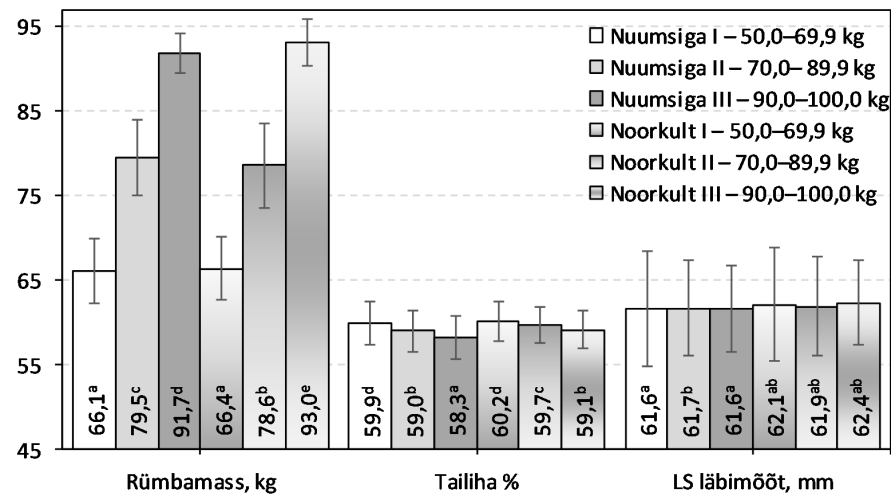
Veidi väiksema kehamassiga sigu (78,5 kg) realiseeriti suvel, kuid teistel sesoonidel oli keskmine rümbamass veidi alla 80 kg (joonis 3). Ka rümbamasside varieeruvus oli erinevatel sesoonidel sarnane (s = 6,1–6,4 kg). Kuna sigu peetakse sigalates, kus keskkonnatingimused on reguleeritavad, siis väliskeskonna tingimused ei avalda nende jõudlusele olulist mõju. Samas on temperatuuri alandamise võimalused sigalates piiratud. Seetõttu võib sigalate temperatuur suvekuudel tõusta optimaalsest kõrgemaks, mistõttu aeglustub sigade kasv ja see võis olla ka veidi väiksema rümbamassi põhjuseks suvekuudel. Erinevatel sesoonidel olid sarnased nii rümba keskmine tailiha osakaal (59,3–59,5%) kui ka selle prognoosimiseks kasutatavad selja pikima lihase läbimõõt (61,7–62,1 mm) ja pekিপaksused ( $x_1 = 12,9-13,0$  mm ja  $x_2 = 13,8-14,0$  mm).



**Joonis 3.** Aastaaja mõju sigade rümbanäitajatele (vähimruutkeskmine ± standardhälve; sama tunnuse vähimruutkeskmised erinevate ülaindeksi tähtedega tähistatult erinevad oluliselt tasemel P < 0,05; LS – selja pikim lihas)

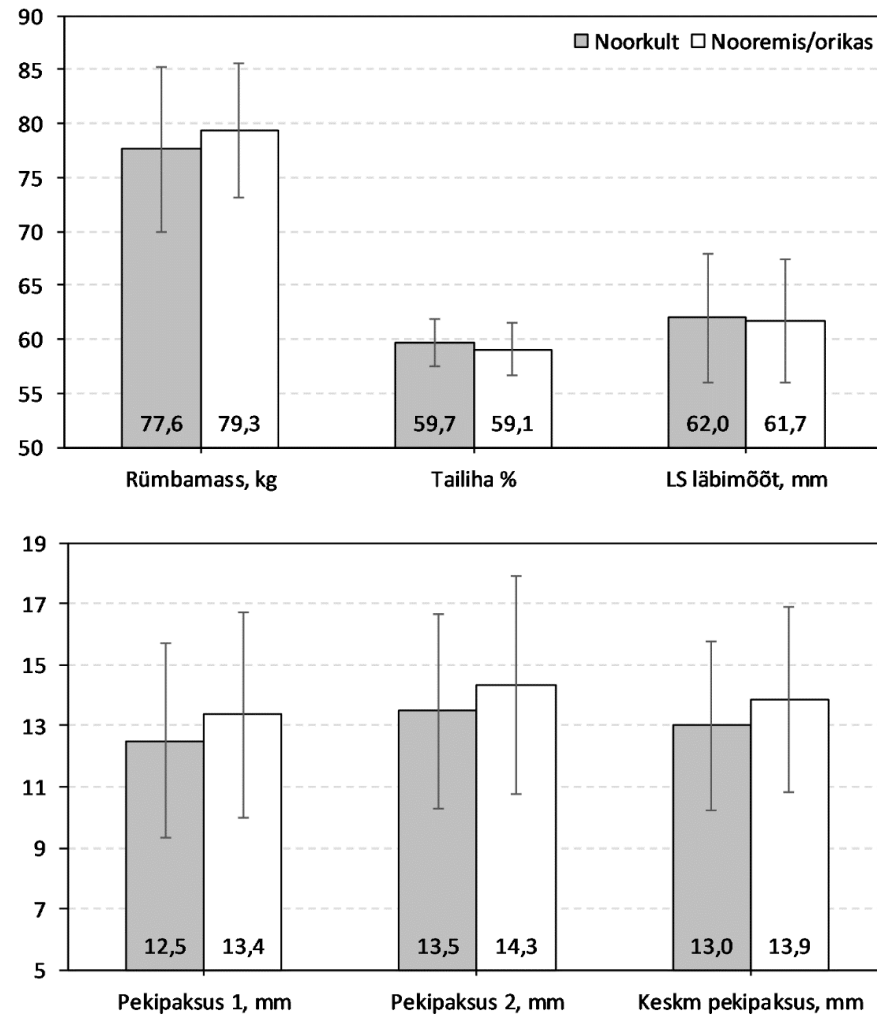
Suurem osa uuringus kasutatud sigade andmetest pärinesid nooremistelt või orikatelt rümbamassiga 70–89,9 kg (88,8%), samas nendest kergemaid oli 5,2% ja raskemaid 5,4%. Ka tapetud noorkulte oli kõige rohkem rümbamassiga 70–89,9 kg, kuid nende osakaal moodustas tapetud sigade koguhulgast ainult 0,5%.

Kõige suurema tailiha osakaaluga olid kõige kergematesse gruppidesse, vastavalt 50,0–69,9 kg, kuuluvate sigade rümbad (nooremised ja orikad 59,9% ning noorkuldid 60,2%) (joonis 4). Rümbamassi suurenedes alanes oodatult rümpade tailiha osakaal, kus raskeima grupi nooremiste ja orikate tailiha osakaal oli 1,6% väiksem ning noorkultidel oli see 1,1% madalam. Seda kinnitab ka joonisel 6 rümpade jaotus SEUROP-klassifikatsiooni alusel, kus kergemasse nuumsigade gruppi kuuluvatest nooremistest ja orikatest klassifitseeriti üle poole (59,8%) S-kategooriasse ning noorkultidest lausa 68,5%. Samas raskemas nuumsigade grupis kuulus S-klassi peaaegu kolmandik (30,9%) ja noorkultidest 41,9% rümpadest. Selle põhjuseks on ilmselt asjaolu, et sigadel intensiivistub rasvkoe juurdekasv vanuse, ehk siis kehamassi, suurenedes ja lihaskoe juurdekasvu tempo samal ajal aeglustub. Seda kinnitab ka pekিপaksuste suurenemine kehamassi kasvades, samas kui selja pikima lihase läbimõõt gruppide vahel peaaegu ei muutunud. Nooremistel ja orikatel ületasid pekিপaksused kõigis kehamassigruppides kultide omi.

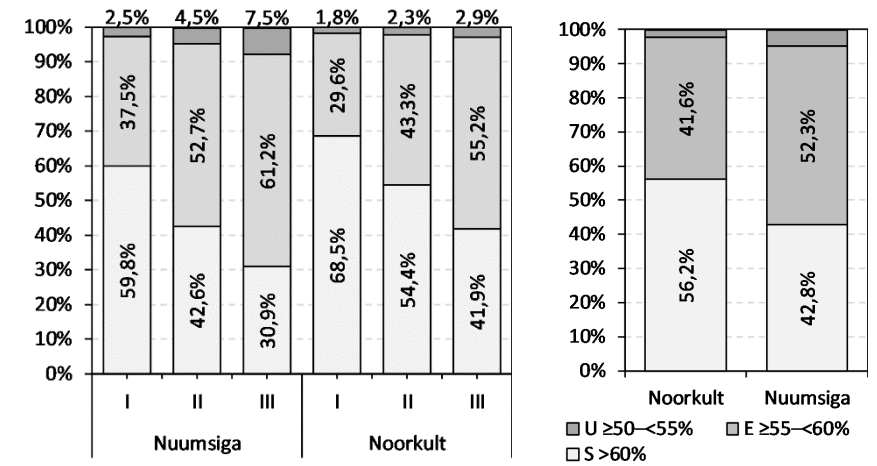


**Joonis 4.** Sugupoolte ja kehamassi kombinatsiooni mõju sigade rümbanäitajatel rümbanäitajatele (vähimruutkeskmine ± standardhälve; sama tunnuse vähimruutkeskmised erinevate ülaindeksi tähtedega tähistatult erinevad oluliselt tasemel P < 0,05; LS – selja pikim lihas; nuumsiga – nooremis või orikas)

Kuldiliha kõrvalmaitse vältimiseks kastreeritakse kõik nuumsigadena kasvatavad kuldid. Seetõttu oli noorkultide osakaal tapasigade hulgas ainult 0,6% ehk 3611. Kuna kuldiliha kõrvalmaitse avaldub isasloomadel puberteedi saabumisel, siis ilmselt selle vältimiseks realiseeriti noorkuldid kergematena kui emised ja orikad, mistõttu nende rümbamass oli 1,7 kg väiksem. Hoolimata tapetud nooremiste ja orikate suuremast arvust, oli nende rümbamassi varieeruvus väiksem kui noorkultidel (vastavalt s = 6,2 ja s = 7,6 kg). Ehkki isasloomade kehas on lihaskude rohkem kui emasloomadel või orikatel, siis üheks suurema tailiha osakaalu põhjuseks noorkultide rümpadel võis olla ka nende väiksem rümbamass. Samas noorkultide rümpade tailiha osakaal oli ainult 0,8% suurem kui nooremistel ja orikatel ning selja pikima lihase läbimõõt kõigest 0,3 mm enam, kuid keskmine pekিপaksus oli neil 0,9 mm õhem. Ehkki keskmine tailiha osakaalu erinevus sugupoolte vahel oli väike, siis kuulus noorkultidel 13,3% enam rümpasid S-klassi, kui nooremistel ja orikatel (42,8%) (joonis 6).



**Joonis 5.** Sugupoole mõju sigade rümbanäitajatel (vähimruutkeskmine ± standardhälve; kõigi tunnuste vähimruutkeskmised erinesid oluliselt tasemel  $P < 0,05$ ; LS – selja pikim lihas)

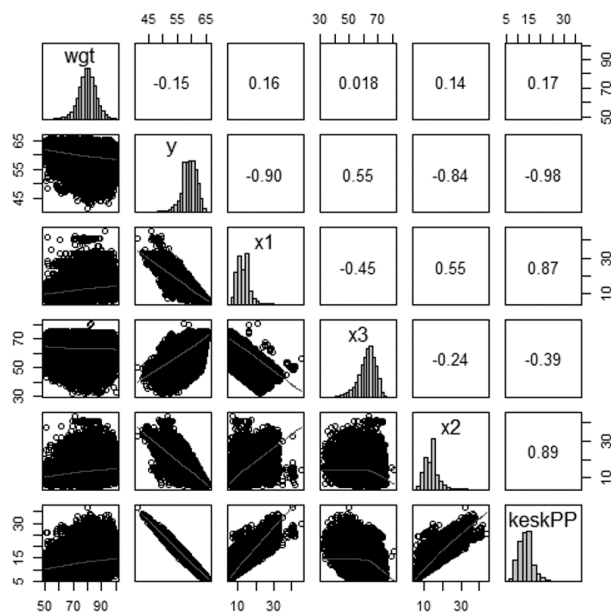


**Joonis 6.** Sugupoole ja kehamassi kombinatsiooni ning sugupoole mõju sigade SEUROP-klassi jagunemisele (nuumsiga – nooremis või orikas; nuumsigade ja noorkultide kehamassikategooriad: I – 50,0–69,9 kg, II – 70,0–89,9 kg, III – 90,0–100,0 kg). R ≥45–<50% ja O ≥40–<45% kategooriasse kuuluvate rümpade arv jäi olenevalt grupist alla 0,5% ja pole seetõttu joonisel esitatud

Searümba hind on kõige kõrgem umbes 70–90 kg raskusel rümbal (erineb erinevates lihatööstuses) ja seetõttu püüavad seakasvatajad oma sigu realiseerida kindla elusmassiga. Antud uurimuses oli tapetud sigade keskmiseks rümbamassiks 80,0 kg varieeruvusega 6,2 kg. Seetõttu vastab sigade rümbamasside jagunemine ka normaaljaotusele (joonis 1). Teiseks searümba hinnastamise komponendiks on selle tailiha osakaal, kus eelistatud on suurema tailihasisaldusega rümbad. Sellest lähtuvalt on sigade üheks põhiliseks aretuseesmärgiks samuti tailihasosakaalu suurendamine pekipaksuse vähendamise ja selja pikima lihase läbimõõdu suurendamise kaudu. Eesti Tõusigade Aretusühistu nõukogu otsusega vähendati 2006. a oluliselt survet pekipaksuse vähendamisele ja suurendati mõju selja pikima lihase läbimõõdu suurendamiseks. Sellest lähtuvalt on enamus selja pikima lihase väärtuseid koondunud histogrammi jaotusel paremale ja mõlema pekipaksuse ( $x_1$  ja  $x_2$ ) väärtused vasakule, ehk vähenemise suunas (joonis 7). Seetõttu oli ülekaalus ka suurema rümba tailiha osakaaluga sigade hulk.

Ehkki eelnevad tulemused näitasid seost rümbamassi ja UltraFOM 300-ga mõõdetud tailiha osakaalu ja pekipaksuste väärtuste vahel, siis viimaste seosed rümbamassiga olid nõrgad (joonis 7). Samas kinnitas negatiivne seos rümbamassi ja tailihaosakaalu vahel ( $r = -0,15$ ) eelnevat, kus rümbamassi suurenedes väheneb selle tailihasisaldus. Sarnane, kuid samasuunaline, seos oli ka rümbamassi ja mõlema pekipaksuse näitaja vahel ( $r_{\text{mass};x_1} = 0,16$  ja  $r_{\text{mass};x_2} = 0,14$ ). Rümbamassi ja selja pikima lihase vahel oli seos aga peaaegu olematu ( $r = 0,018$ ). Seega pole sea rümbamassi just parim näitaja, mille kaudu saaks rümba kvaliteedinäitajaid ennustada.

Keskmise tugevusega negatiivne seos selja pikima lihase ja pekipaksuse  $x_1$  vahel ( $r = -0,45$ ) näitab, et mõlemat tunnust on võimalik aretusega vajalikus suunas muuta. Veidi nõrgem oli seos aga pekipaksus  $x_2$ -ga ( $r = -0,24$ ).



**Joonis 7.** Sigade rümbanäitajate hajuvusdiagrammid (diagonaalil), omavahelised seosed (diagonaalist ülalpool) ja histogrammid (wgt – rümbamass, y – tailiha osakaal, x1 – pekipaksus  $x_1$ ,  $x_3$  – selja pikima lihase läbimõõt, x2 – pekipaksus  $x_2$  ja keskPP – kahe pekipaksuse mõõtetulemuse keskmine; kõigi seoste statistiline olulisus oli  $P < 0,001$ )

## Järeldused

- Sigade rümbamassid erinesid kuude lõikes suurtes piirides, sõltudes pigem antud hetkel valitsevast üleüldisest seakasvatuse olukorrast.
- Djuroki töugu kultide kasutuselevõtt 2009. a sigade rümpade mõõtmistulemusi märgatavalt ei mõjutanud.
- Suvel tapetud sigade rümbad oli veidi kergemad võrreldes teiste sesoonidega, kuid teised rümbanäitajad erinevatel aastaegadel ei erinenud.
- Väiksema rümbamassiga sigadel oli õhem pekipaksus ja sellest tulenevalt ka suurem tailiha osakaal.
- Noorkuldid tapeti kergematena kui nooremised ja orikad ning nende rümpade tailiha osakaal oli suurem ja pekipaksus õhem.
- Nuumikute rümpade tailiha osakaal oli erinevatel kuudel 58,2–60,4% vahel. Seega on see viimastel aastatel saavutanud optimaalse taseme. Edasine aretusega sigade seljapeki vähendamine ja sellega kaasnev rümba lihasuse suurendamine võib kaasa tuua liha kvaliteedi halvenemise.
- Rümbamassi seosed kõigi UltraFOM 300ga hinnatud näitajatega (pekipaksused  $x_1$  ja  $x_2$ , selja pikima lihase läbimõõt ning tailiha osakaal) olid nõrgad.
- Vastassuunaline seos selja pikima lihase ning pekipaksuste  $x_1$  ja  $x_2$  vahel võimaldab vajadusel mõlemaid tunnuseid aretusega muuta vajalikus suunas.

## Kasutatud kirjandus

- Authorising methods for grading pig carcasses in Estonia (2005/308/EC). 12.04.2005. Official Journal of the European Union. <http://data.europa.eu/eli/dec/2005/308/oj>. Viimati külastatud 30.11.2018.
- Eesti Statistikaamet. 2019. PM194: Sigade kokkuost (kuud). <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?lang=et&DataSetCode=PM194#>. Viimati külastatud 04.01.2019.
- Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 establishing a common organisation of the markets in agricultural products and repealing Council Regulations (EEC) No 922/72, (EEC) No

234/79, (EC) No 1037/2001 and (EC) No 1234/2007. <http://data.europa.eu/eli/reg/2013/1308/oj>. Viimati külastatud 30.11.2018.

Veise-, sea- ja lambarümpade kvaliteediklasside määramise täpsemad nõuded ning kvaliteediklasside määramiseks tunnustamise kord. 11.07.2018. Riigi Teataja. <https://www.riigiteataja.ee/akt/103072018007>. Viimati külastatud 30.11.2018.

## Akrüülamiid toidus

**Mati Roasto<sup>1\*</sup>, Andres Elias<sup>1</sup>, Mari Reinik<sup>2</sup>, Eha Nurk<sup>3</sup>, Keiu Nelis<sup>3</sup>,**

**Terje Elias<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduhügieeni ja rahvatervise õppetool

<sup>2</sup>Terviseameti Tartu labor

<sup>3</sup>Tervise Arengu Instituut

\*[mati.roasto@emu.ee](mailto:mati.roasto@emu.ee)

### Sissejuhatus

Toidu keemilised ohud võib jaotada kahte kategooriasse. Esimesse kuuluvad keemilised ühendid, mida toidus ei tohi üldse esineda, ning teise kategooriasse nn vältimatud kahjulikud ühendid, mille suhtes on kehtestatud kindlad piirnormid toidus. Saasteaine on igasugune aine, mida ei ole toitu lisatud taotluslikult, vaid mis on sattunud sinna toorme kasvatamise, toidu tootmise, valmistamise, töötlemise, ettevalmistuse, käitluse, pakkimise, transpordi või hoidmise käigus või keskkonnasaaste tulemusena ning mis võib muuta toidu kvaliteeti halvemaks ja olla ohtlik inimese tervisele (ET, 2009).

Päritolu järgi jaotatakse saasteained nelja gruppi: keskkonnast tulenevad saasteained, toidu töötlemisel tekkivad, toidu tootmisel tekkivad ning looduslikult esinevad toksilised ühendid. Akrüülamiidi ( $\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$ ) puhul on tegemist toidu töötlemisel tekkiva saasteainega.

### Akrüülamiidi teke ja toime organismile

Akrüülamiid tekib toidu termilisel töötlemisel läbi Maillard'i reaktsiooni.

Maillard'i reaktsiooni lihtsustatud selgitus: Redutseerivad suhkrud (nt fruktoos ja glükoos) ja aminorühmad reageerivad, mille tulemusena tekivad karbonüülühendid. Tekkinud karbonüülühendid reageerivad omakorda aminorühmade ja teiste komponentidega, mille tulemusena moodustuvad erinevad maitse- ja lõhnaühendid. Üks karbonüülühenditega seotud reaktsioonidest on nn Streckeri lagunemine, mille käigus aminohape deaminiseeritakse ja dekarboksüülitakse ning tekib aldehüüd. Akrüülamiid tekibki põhiliselt läbi Streckeri tüüpi reaktsiooni, mis hõlmab aminohapet

asparagiini. Maillard'i reaktsioon toimub süsivesikuterikastes ja valguvaestes taimsetes toodetes nende praadimisel, küpsetamisel või röstimisel temperatuuril üle 120 °C. Tekkiva akrüülamiidi kogus sõltub peamiselt toidu valmistamise temperatuurist, küpsetamise ajast, asparagiini ja redutseerivate suhkrute kogusest toidus. Toidu söömisel imendub akrüülamiidid maosooletraktist kergesti ning satub hõlpsasti kõikidesse organitesse (EFSA, 2015). Akrüülamiidi metaboliseeritakse organismis suurel määral ning seda põhiliselt glutatiooniga ühinemisel ning epoksüdatsoonil glütsiidamiidiks. Viimati mainitud ühendi teket organismis seostatakse otseselt akrüülamiidi genotoksilise (geenides muutusi tekitava) ja kantserogeense (vähhitekitava) toimega. Seniste toiduanalüüsiandmete põhjal on selgunud, et toiduga saadavad akrüülamiididkogused ei põhjusta reeglina toksikoosi. Vaatamata sellele, et senised epidemioloogilised uuringud ei ole tõestanud akrüülamiidi rolli vähkkasvajate tekkes inimestel, viitavad loomkatsete tulemused siiski selle võimalikkusele. Loomkatsete tulemusena on selgunud, et akrüülamiidil võib olla neurotoksiline, isasloomade sigivust pärssiv, arenguhäireid põhjustav ning kantserogeenne efekt. Viimasest tingituna on maailma toiduohutusespetsialistid soovitanud toidus akrüülamiidi sisaldust vähendada, lähtudes põhimõttest "nii madal kui võimalik" (EFSA, 2015).

## Akrüülamiidi sisaldus toidus

Täiskasvanud inimeste akrüülamiidi peamiseks allikateks on leivatooted, prae- ja friikartulid ning kohv. Laste ja noorte jaoks on akrüülamiidi põhiallikateks prae- ja friikartulid, kartulikrõpsud, küpsised ning pagaritooted (Elias jt., 2017).

Euroopa Toiduohutusameti teaduslikus arvamuses (ingl. k. *scientific opinion*) akrüülamiidi esinemise kohta toidus (EFSA, 2015) hinnati üle neljakümne tuhande toiduproovi analüüsitulemusi ning leiti, et kõrgeimad akrüülamiidi sisaldused olid kohviasendajates ja kohvis (keskmise tase 578 µg/kg), millele järgnesid kartulikrõpsud ja kartulisnähkid (389 µg/kg) ning praetud kartulitooted (308 µg/kg). Toidud, millest inimesed enamasti said akrüülamiidi, vastavalt tarbimiskogusele, olid praetud kartulitooted. Akrüülamiidi sisaldus oli näkileibades kõrgem kui pehmes leivas. Samuti olid sisaldused kõrgemad piparkookides võrreldes kreekerite ja muude küpsistega. Imiku- ja väikelastetoidudes leiti kõrgeimad akrüülamiidi tasemed töödeldud, teraviljapõhistest aga ka kuivatatud ploome sisaldavatest lastetoidudest. Hinnangu järgi saavad toiduga akrüülamiidi enim väikelapsed ja imikud.

Keskmsed väärtused ning 95. protsentiil toiduga saadavatest akrüülamiidi kogustest kõiki laste vanusegruppe arvestades jäid vastavalt vahemikku 0,4-1,9 µg/kg ning 0,6-3,4 µg/kg kehakaalu kohta päevas (EFSA, 2015).

## Toidus sisalduva akrüülamiidi kogused Eestis

Eestis läbiviidud rakendusuringute projektis, mida teostas EMÜ toiduhügieeni ja rahvatervisese õppetool koostöös Terviseameti Tartu labori ning Tervise Arengu Instituudiga, keskenduti Eestis valmistatud toidule ning laste poolt saadavatele akrüülamiidi doosidele (Elias jt., 2017). Leiti, et akrüülamiidi sisaldus oli 346 uuritud proovis vahemikus <LOD (avastamispiir, ingl. k. *limit of detection*) kuni 3300 µg kg<sup>-1</sup>, sõltuvalt tootekategooriast ja kategooriasestest toodetest (tabel 1). Kõrgeim keskmine akrüülamiidi sisaldus leiti kohviasendajatest (721 µg kg<sup>-1</sup>) ja kartulikrõpsudest (529 µg kg<sup>-1</sup>), millele järgnesid kliitooted ja täisteraviljast hommikusöögihelbed (326 µg kg<sup>-1</sup>) (RTE), friikartulid (299 µg kg<sup>-1</sup>), piparkoogid (253 µg kg<sup>-1</sup>), küpsised ja vahvlid (242 µg kg<sup>-1</sup>), nisu- ja rukkipõhised hommikusöögihelbed (221 µg kg<sup>-1</sup>) ja röstitud kohv (210 µg kg<sup>-1</sup>). Madalaimad keskmsed akrüülamiidi sisaldused leiti puuviljapõhiste imikutoitude, väikelaste küpsiste ja nisupõhiste pehmete leibade puhul. Väikelaste toitade hulgas leiti kõrgeim akrüülamiidi keskmine tase köögiviljapõhistes teravilja mittesisaldavates toitades (65 µg kg<sup>-1</sup>), millele järgnes teraviljapõhised imikutoidud (42 µg kg<sup>-1</sup>). Akrüülamiidi võrdlusväärtuseid ületati kõige enam köögiviljapõhiste imikutoitude puhul, koguni 55% proovidest.

**Tabel 1.** Akrüülamiidi (AA) sisaldused erinevates toidukategooriates

Toidukategooria	Kõrgeim AA sisaldus*	Keskmine AA sisaldus
	µg kg <sup>-1</sup>	µg kg <sup>-1</sup>
Kartulitooted	3300	255
Leivatooted	637	68
Teised teraviljatooted	1390	214
Kohv	350	210
Kohviasendajad	930	721
Väikelastetoidud	353	34

\*Antud kategooria lõikes analüüsitud proovidest kõrgeim määratud AA sisaldus tootes

## Väikelaste poolt saadavad akrüülamiidi kogused Eestis

Toiduga saadavaid akrüülamiidi koguseid hinnati väikelaste kahes vanusegrupis; 4-5 kuud ja 6-12 kuud. Saadavuse hinnangute tegemisel arvestati kõikide Eesti jaemüügiturul saadaval olevate toitudega, nii import- kui kodumaiste imikutoitudega. Akrüülamiidi toidust saadavuse arvutused põhinevad Tervise Arengu Instituudi toidu tarbimisandmetel, mis pärinevad 488 väikelapselt vanuses 4-11 kuud, kellest 356 (73%) tarbisid Eesti jaemüügiturul saadavat imikutoitu, kellest omakorda 41,6% Eesti päritolu imikutoitu. Võttes arvesse nii kommertsimikutoite tarbinud kui ka mitte tarbinud lapsi, olid akrüülamiidi keskmised päevased kogused üle kõigi uuritud vanuserühmade vahemikus 0,12 kuni 0,80  $\mu\text{g kg}^{-1}$  kehakaalu kohta. Madalamaid akrüülamiidi saadavusi täheldati 4-5 kuu vanuste imikute ja kõrgemaid 6-11 kuu vanuste imikute seas. Teostati toiduga saadava akrüülamiidi tervise riski iseloomustamine. Kasutades loomkatsete põhjal arvatud  $\text{BMDL}_{10}$  (*Benchmark Dose Lower Confidence Limit*) väärtusi ja akrüülamiidi saadavuse andmeid, arvutati MOE (*margin of exposure*) väärtused. **Genotoksiliste (DNA-d kahjustav) ja kantserogeensete (vähkitekitava) ainete** puhul loetakse MOE (ingl. *margin of exposure*) väärtusega 10 000 või enam rahvatervisele väheohlikuks (EFSA, 2015). Akrüülamiidi vähi tekkega seotud omaduste MOE-d jäid meie uuringute kohaselt vahemikku 620-185. **Mittegenotoksiliste ainete** puhul loetakse tavaliselt väheohlikuks MOE-d väärtusega 100 või enam (EFSA, 2015). Neurotoksilise toime MOE-d jäid vahemikku 1569-467. MOE väärtustest lähtuvalt järeldati, et väikelaste poolt toiduga saadavad akrüülamiidi kogused ei mõjuta neurotoksilisi toimeid, küll aga neoplastilise toime (potentsiaalselt vähkitekitav toime) seisukohalt on toidus sisalduvad akrüülamiidi kogused väikelaste tervisele potentsiaalselt ohtlikud (Elias jt., 2017).

EFSA teaduslikus arvamuses (EFSA, 2015) konstateeriti, et koduseks toiduvalmistamiseks antavate soovitude järgimine võib oluliselt vähendada toiduga saadava akrüülamiidi koguseid.

Euroopa Komisjoni poolt on 2017. aastal välja antud akrüülamiidi võrdlusväärtused mõningates toidugruppides, nt alates 40  $\mu\text{g/kg}$  imikute ja väikelaste toitudes, 500  $\mu\text{g/kg}$  friikartulites kuni 4000  $\mu\text{g/kg}$  üksnes sigurist valmistatud kohviasendajates (ET, 2017). Akrüülamiidi sisalduste vähendamine

on eelkõige vajalik seetõttu, et teadaolevalt on viimaste aastate jooksul muutunud tarbijate toitumisharjumused ning menüüs on suurenenud töödeldud ja valmistoidu osakaal (Delgado-Andrade, 2014). Sellised muutused puudutavad eriti nooremat generatsiooni, kes tarbib suuremal hulgal snäkke ja valmistoite, millistes leidub kõrgemal määral akrüülamiide.

## Juhendid ettevõtetele

Euroopa toidu- ja joogiettevõteteid tarbija huvidega ühendav organisatsioon (*FoodDrinkEurope*) on 2013. aastal tootjate abistamiseks välja andnud mõned soovituslikud meetmed akrüülamiidi sisalduse vähendamiseks toodetes. Näiteks leivatoodete puhul soovitatakse tooraine valikul teravili koguda põldudelt, kus mulla väävlisisaldus ei oleks liiga madal, sest madal väävlisisaldus mullas põhjustab viljas kõrgemat asparagiini sisaldust. Toote koostisosade valikul soovitatakse ammooniumvesinikkarbonaadi (happesuse regulaator, kergitusaine) asemel kasutada võimalusel kaaliumkarbonaati koos kaaliumtartraadiga või dinaatriumfosfaati koos naatriumvesinikkarbonaadiga, sest viimaste kasutamisel on toidus tekkiv akrüülamiidi sisaldus madalam. Kaltsiumkarbonaadi või kaltsiumsulfaadi (happesuse regulaator, paakumisvastane aine) toitudesse lisamine on akrüülamiidi teket vähendanud ning nt näkileibades võiks akrüülamiidi sisalduse vähendamiseks kasutada ensüüm asparaginaasi. Töötlemisprotsessi valikul on mõningate toodete puhul saadud väiksemaid akrüülamiidi sisaldusi juhtudel, kus küpsetamisel on kasutatud tavapärasest madalamaid temperatuure pikema aja vältel. Vältida tuleks leivatoodete kooriku liigset pruunistumist. Eelnevalt soovitatud võtete kasutamisel võib mingil määral muutuda toote maitse ja tekstuur, kuid akrüülamiidi sisaldus on madalam. Märgitakse, et toodete vähendatud kuumtöötlemisel tuleb tagada toodete mikrobioloogiline ohutus ning adekvaatne säilimisaeg. Selliseid soovitusi antakse dokumendis erinevatele, akrüülamiidi osas kõrgendatud riskiga seotud, tootegruppidele. Lugejad, kes soovivad antud soovituslike meetmetega põhjalikumalt tutvuda, peaksid lugema juhendmaterjali „*FoodDrinkEurope*„ (2013).

## Järeldused ja kokkuvõte

Akrüülamiidi kogus toidus sõltub toidu valmistamise temperatuurist, kuumtöötlemise ajalisest kestusest ning toidu koostisest. Seetõttu on võimalik rakendada ka mõningaid meetmeid akrüülamiidi sisalduse vähendamiseks kodustes tingimustes. Näiteks saia röstimisel ning kartulite praadimisel ja friikartulite valmistamisel tuleks eelistada valmistootte võimalikult heledat kuldset värvust. Akrüülamiidi tekib rohkem siis, kui toidu töötlemine toimub kõrgetel temperatuuridel ning pikaajaliselt, kuid keetmise ja aurutamise korral akrüülamiidi tavaliselt ei moodustu. Eestis läbiviidud uuringud kinnitasid, et väikelaste puhul on vaja vähendada akrüülamiidi sisaldusi imikutoidus. Samuti leiti, et toidu tootjatel, kelle toitudes tehti kindlaks akrüülamiidi võrdlusväärtuste ületamised, peavad võimalusel muutma toote koostist ja/ või kasutatavaid kuumtöötlemise režiime. Vastavalt seadusandlusele vastutab toidu tootja toiduohutuse ja muudele toidule esitatavatele nõuetele vastavuse eest. Kuigi antud hetkel on tegemist akrüülamiidi võrdlusväärtustega ehk kokkuleppeliste väärtustega, võib Euroopa Toiduohutusameti riskihinnangust välja lugeda tendentsi ametlike kriteeriumite väljatöötamise suunas. Seega tuleks akrüülamiidi võrdlusväärtustesse suhtuda tõsiselt ning vajadusel teha töötlemisrežiimidesse ning toidureseptidesse korrektsioone. Muudatused on vajalikud eelkõige selleks, et kaitsta rahvatervist toidust saadava akrüülamiidiga seotud terviseriskide eest.

## Tänuavaldused

Täname Eesti Maaeluministeriumi rakendusuringute projekti „Akrüülamiid toidus“ algatamise eest.

## Kasutatud kirjandus

- Delgado-Andrade, C. 2014. Maillard reaction products: some considerations on their health effects. *Clin. Chem. Lab. Med.* 52:53–60.
- EFSA, European Food Safety Authority. 2015. Scientific opinion on acrylamide in food. *EFSA Journal*, 13(6):4104, pp 321.
- Elias, A., Roasto, M., Reinik, M., Nelis, K., Nurk, E., Elias, T. 2017. Acrylamide in commercial foods and intake by infants in Estonia. *Food Addit. Contam. Part A.* 34:1875–1884.

ET, Euroopa Liidu Teataja. 2009. Nõukogu määrus (EMÜ) nr 315/93 millega sätestatakse ühenduse menetlused toidus sisalduvate saasteainete suhtes. EÜT L 37, 13.02.1993.

ET, Euroopa Liidu Teataja. 2017. Komisjoni Määrus (EL) 2017/2158 millega kehtestatakse riskivähendusmeetmed ja võrdlusväärtused akrüülamiidi sisalduste vähendamiseks toidus. L 304/24, 21.11.2017.

FoodDrinkEurope. Acrylamide Toolbox 2013. [veebileht] [http://www.fooddrinkurope.eu/uploads/publications\\_documents/AcrylamideToolbox\\_2013.pdf](http://www.fooddrinkurope.eu/uploads/publications_documents/AcrylamideToolbox_2013.pdf) (20.01.2019).



# Kasemahla siirup jäätise magustajana

Andres Sats\*, Katrin Laikoja, Katrin Rünk

EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetool

\*andres.sats@emu.ee

## Taust

Kasemahlas leidub suhkruid, kaaliumit, kaltsiumit, fosforit, magneesiumit, mangaani, tsinki, naatriumit, rauda, puuviljahappeid, aminohappeid ja C-vitamiini (Kallio jt., 1985; Kallio jt., 1989; Ozolinčius jt., 2016). Kasemahla suhkrute sisaldusest tulenevat kiiret riknemist ja aastaringset kasutatavust silmas pidades on otstarbekas kasemahla kohene kontsentreerimine. Kasemahla siirupit toodetakse maailmas suurusjärgus 10 000 liitrit aastas, enamus sellest Ameerika Ühendriikides.

Üha enam tähelepanu pälviv kasemahla kogumine ja säilitamine ka Eestis. Heaks näiteks on OÜ Kasekunst, kus toodetakse kasesiirupit kaasaegse tehnoloogia abil. Kasesiirupi tootmismahdade suurenemisega kaasneb uute kasutusvaldkondade leidmise vajadus ja võimalus. Antud töö eesmärgiks oligi uurida kasemahla siirupi sobivust jäätise valmistamisel.

## Metoodika

Töö eksperimentaalses osas uuriti kasemahla siirupi kasutamise mõju jäätise füüsikalise-keemilistele näitajatele (vahustuvus, külmumistäpp), organoleptilisteleomadustele (aroom, värvus, maitse, tekstuuri, sulavus, magusus) ja üldisele meeldivusele (9-punktiline hedooniline skaala). Jäätisesegude vahustuvus määrati El-Neshawy jt. (1988) ja Baer jt. (1997) kirjeldatud meetodil. Külmumistäpp määrati termistorrüskoobi abil (EVS-EN ISO 5764:2009). Organoleptilise hindamise teostasid 9 instrueeritud hindajat, vanuses 22 kuni 63 aastat. Hindamiseks kasutati jäätiste proove, mida oli säilitatud 3 nädalat -22 °C juures. Hindamine viidi läbi pimekatsena. Organoleptiliste omaduste (aroomi, värvuse, maitse, tekstuuri, sulavuse ja magususe profiilkatse: 1 - nõrk/halb kuni 5 - tugev/hea) ja üldise meeldivuse (hedooniline skaala: 1 - ülimalt

ebameeldiv kuni 9 - ülimalt meeldiv) hindamiselehed koostati Nollet (2004) ning Wichchukit & O'Mahony (2014) alusel.

Eelkatsete käigus välja töötatud retsepti põhjal tehti kolm erinevas koguses kasemahla siirupit sisaldavat (ülejäänud koostisainete sisaldus oli sama) jäätist kolmes korduses:

- ainult kasemahla siirupiga (135 g);
- ainult sahharoosiga (135 g);
- kasemahla siirup (75 g) kombinatsioonis sahharoosiga (65 g).

Kogutud andmete analüüs viidi läbi Microsoft Excel 2013 (Microsoft, USA) töötlusprogrammis. Tulemuste erinevuse statistiline olulisus selgitati t-testi abil ( $p < 0,05$ ). Arvutuste vahelise lineaarse seose leidmiseks kasutati korrelatsioonianalüüsi ja seose statistilise olulisuse kontrollimiseks funktsiooni T.DIST.2T ( $p < 0,05$ ).

## Tulemused

Kasemahla siirupiga ning kasemahla siirupi ja sahharoosiga magustatud jäätiste külmumistäpid olid madalamad võrreldes ainult sahharoosiga magustatud jäätisega (tabel 1). Kuigi kasemahla siirupi kasutamine jäätiseseguses ei mõjutanud jäätise vahustuvust (tabel 1), leiti külmumistäpi ja vahustuvuse vahel statistiliselt oluline sama suunaline seos ( $r = 0,45$ ;  $p = 0,02$ ) (tabel 2).

**Tabel 1.** Külmumistäpi, vahustuvuse ning üldise meeldivuse ja organoleptiliste omaduste hinnangute (aroom, värvus, maitse, tekstuuri, sulavus, magusus) võrdlus jäätiste magustajate lõikes (kolme korduskatse keskmine  $\pm$  standardhälve). Erinevad tähed (ühes veerus) märgivad statistiliselt olulist erinevust ( $p < 0,05$ )

Näitaja	Kasemahla siirup	Kasemahla siirup ja sahharoos	Sahharoos
Külmumistäpp, °C	3,00 <sup>a</sup> $\pm$ 0,002	-2,996 <sup>a</sup> $\pm$ 0,006	-2,906 <sup>b</sup> $\pm$ 0,012
Vahustuvus, %	100,87 $\pm$ 0,12	100,80 $\pm$ 0,20	101,00 $\pm$ 0,20
Üldine meeldivus	3,78 <sup>a</sup> $\pm$ 1,47	6,67 <sup>b</sup> $\pm$ 1,25	7,56 <sup>b</sup> $\pm$ 0,50
Aroom	2,89 $\pm$ 0,93	2,44 $\pm$ 0,73	2,78 $\pm$ 1,09
Värvus	2,44 $\pm$ 0,53	2,22 $\pm$ 0,44	2,44 $\pm$ 0,53
Maitse	3,22 $\pm$ 0,97	3,22 $\pm$ 0,83	3,56 $\pm$ 0,88
Tekstuuri	3,33 $\pm$ 0,87	3,44 $\pm$ 0,88	3,89 $\pm$ 0,60
Sulavus	3,44 $\pm$ 0,53	3,78 $\pm$ 0,44	3,67 $\pm$ 0,71
Magusus	2,33 <sup>a</sup> $\pm$ 0,87	3,44 <sup>b</sup> $\pm$ 0,88	4,00 <sup>b</sup> $\pm$ 1,00

Organoleptilise hindamise tulemusel leiti, et ainult kasemahla siirupiga magustatud jäätis on vähem magus võrreldes kasemahla siirupi ja sahharoosiga magustatud jäätisega. Ülejäänud organoleptilistes omadustes (aroom, värvus, maitse, tekstuur ja sulavus) magustaja valikust lähtuvaid statistiliselt olulisi erinevusi ei tuvastatud.

Üldise meeldivuse osas saavutas tagasihoidliku tulemuse ainult kasemahla siirupiga magustatud jäätis. Kasemahla siirupi ja sahharoosi kombinatsioonis magustatud jäätise ja ainult sahharoosiga magustatud jäätise hinnangute erinevus ei olnud statistiliselt oluline. Üldise meeldivuse ja organoleptiliste omaduste hinnangute vaheliste korrelatiivsete seoste (tabel 2) võrdlusest selgus, et jäätiste üldist meeldivust mõjutasid kõige rohkem tekstuur ja magusus. Sulavuse ja tekstuuri omavahelist positiivset seost võib seletada jääkristallide tajumisega suus. Aroomi ja tekstuuri seosed vajaksid täiendavat uurimist.

**Tabel 2.** Kasemahla siirupiga magustatud jäätiste korrelatsiooni ja olulisuse tõenäosuste (valgel taustal) maatriks. Paksus kirjas on märgitud statistiliselt olulised lineaarsed seosed ( $p < 0,05$ )

	Kasesiirup, %	Külmumis- täpp, °C	Vahustuvus, %	Üldine meeldivus	Aroom	Värvus	Maitse	Tekstuur	Sulavus	Magusus
Kasesiirup, %			0,096	<b>&lt;0,001</b>	0,802	1,000	0,431	0,144	0,415	<b>0,001</b>
Külmumistäpp, °C	<b>-0,87</b>		<b>0,020</b>	<b>0,003</b>	0,939	0,593	0,311	0,154	0,978	<b>0,017</b>
Vahustuvus, %	-0,33	<b>0,45</b>		0,110	0,722	0,475	0,607	0,345	0,534	0,326
Üldine meeldivus	<b>-0,78</b>	<b>0,55</b>	0,31		0,756	1,000	0,914	<b>0,036</b>	0,124	<b>0,036</b>
Aroom	0,05	-0,02	-0,07	-0,06		0,402	0,874	<b>0,020</b>	0,449	0,588
Värvus	0,00	0,11	0,14	0,00	0,17		0,096	0,483	0,237	0,122
Maitse	-0,16	0,20	0,10	0,02	0,03	0,33		0,413	0,798	0,054
Tekstuur	-0,29	0,28	0,19	<b>0,40</b>	<b>0,44</b>	0,14	0,16		<b>0,046</b>	0,815
Sulavus	-0,16	-0,01	-0,13	0,30	0,15	0,24	-0,05	<b>0,39</b>		0,436
Magusus	<b>-0,61</b>	<b>0,45</b>	0,20	<b>0,40</b>	-0,11	0,30	0,38	0,05	0,16	

## Kokkuvõte

Kasemahla siirupiga magustatud jäätise valmistamine on tehnoloogiliselt igati teostatav. Lisaks maitseainete rikastamisele, võimaldab kasemahlasiiirupi kasutamine saavutada jäätise tehnoloogia seisukohalt väga olulise parameetri, jäätisesegu külmumistäpi, alandamist ilma magustajate sisaldust tõstmata.

Jäätise konkurentsivõimet (tarbija vastuvõtlikkust, jäätise omahinda) silmas pidades võiks eelistada kasemahla siirupi ja sahharoosi kombinatsioonis magustatud jäätist.

## Kasutatud kirjandus

- Baer, R., Wolkow, M., Kasperson, K. 1997. Effect of emulsifiers on the body and texture of low fat ice cream. *J. Dairy Sci.* 80:3123–3132.
- El-Neshawy, A.A., Abdel Baky, A.A., Rabie, A.M., Metwally, S.A. 1988. Organoleptic and physical properties of ice cream made from hydrolyzed lactose reconstituted milk. *Food Chem.* 27:83–93.
- EVS-EN ISO 5764:2009 Milk - Determination of freezing point - Thermistor cryoscope method. Tallinn: Eesti standardikeskus. [veebileht] <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-iso-5764-2009> (14.12.2018).
- Kallio, H., Teerinen, T., Ahtonen, S., Suihko, M., Linko, R. 1989. Composition and properties of birch syrup (*Betula pubescens*). *J. Agric. Food Chem.* 37:51–54.
- Kallio, H., Ahtonen, S., Raulo, J., Linko, R.R. 1985. Identification of the sugars and acids in birch sap. *J. Food Sci.* 50:266–267.
- Nollet, L. 2004. Handbook of food analysis. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, p. 21–36.
- Ozolinčius, R., Bareika, V., Rubinskiene, M., Viškelis, P., Mažeika, R., Staugaitis, G. 2016. Chemical composition of silver birch (*Betula pendula* Roth.) and downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.) Sap. *Baltic For.* 22:222–229.
- Wichchukit, S., O'Mahony, M. 2014. The 9-point hedonic scale and hedonic ranking in food science: some reappraisals and alternatives. *J. Sci. Food Agri.* 95:2167–2178.

## Kartulikasvataja väljakutse – toodangule lisandväärtuse andmine

**Alice Aav<sup>1</sup>, Hannes Mootse<sup>1</sup>, Terje Tähtjärv<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetool

<sup>2</sup>Eesti Taimakasvatuse Instituut

\*[alice.aav@emu.ee](mailto:alice.aav@emu.ee)

Kartul on kogutoodangult kolmas toidukultuur maailmas peale nisu ja maisi (FAO, 2014). Konjunktuuri Instituudi andmetel on Eestis aga kartuli tarbimine vähenenud rohkem kui poole võrra (EKI, 2017). Mis on sellise trendi põhjustanud? Põhjuseid on kindlasti mitmeid, kuid üks kõige märkimisväärsem on ilmselt tarbijate valik – kartulit asendatakse toidulaual nii riisi, tatra, pasta kui ka muu alternatiivse toiduga. Teine põhjus on kindlasti selles, et kartuli tootmine on küllaltki kulukas ning kohalik kartulikasvataja ei suuda konkureerida sissetoodava kartuli madalama hinnaga. Millised on kartulikasvataja võimalused täna, jäämaks oma ettevõtlustegevusega kasumisse?

Kartulikasvatustoodangu müümine vaid lauakartuliks võib kartulikasvatajale majanduslikult olla ebaotstarbekam ning seega tuleb nimetatud tootmisharus ellu jäämise nimel anda toodangule lisandväärtust. Eesti Maaülikooli Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetooli töögrupp kaardistas Eesti Põllukultuuride Innovatsiooniklastri projekti raames kartuli väärimise võimalused, kus toodi ära erinevaks otstarbeks kasutatavad kartulist valmistatavad tooted.

Nimtoiduks sobivate toodete grupis toodi välja friikartuli, kartulikröpsude, erinevate külmutatud ja kuivatatud kartulitoodete, kartulijahu, -tärglise, -nuudlite ja alkoholi üldised tootmistehnoloogiad. Kirjeldati ka kartuli kasutamise võimalusi loomasööda koostisosana. Lisaks sellele toodi välja tehniliseks otstarbeks kasutatavad kartulisaadused nagu näiteks korstnapuhastushalud, väetis/muld/kompost, bioplastik ja -kütus. Kõige enam huvi pakkuvaks kartuli väärimise võimaluseks kujunesid tärglise tootmisel kõrvalsaadusena tekkivad kartuli kiudaine, -proteiinikontsentraat ja -mahl.

Töögrupi poolt läbi viidud uuringust selgus, et ilma lisainvesteeringuid tegemata kartulikasvatusektoris muudatusi oodata ei ole. Selleks, et kohaldada

juba eksisteerivasse tootmisüksusesse või rajada uue ettevõtmisena kartuli töötlemisega tegelevat haru, on vaja teha suuri lisakulutusi, eeskätt masinapargi ja töötlemisliinide välja arendamise jaoks. Lisaks eeldab selliste väljaminekute tegemine Eesti kartulikasvatajate poolt omavahelist koostööd ning piisavat kartulitoodangut, et investeeringud ennast ka ära tasuksid.

# Vadaku väärindamine – glükoosi-galaktoosi siirupi tootmistingimuste optimeerimine ning siirupi kasutamine erinevates toodetes

**Marie Kriisa\*, Irina Stulova, Aili Kallastu, Raivo Vilu**

Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus

\*marie@tftak.eu

Vadak on piimatööstuses tekkiv väärtuslik kõrvalsaadus, mida on aastakümneid käsitletud kui jääki. Viimastel aastakümnetel on toimunud aga suur tehnoloogiaalane areng, mille tulemusel on vadaku ümbertöötlemine ja väärindamine kasvanud. Vadakust valmistatakse erinevaid vadakuvalgukontsentrante ja laktoosipulbreid (Harju jt., 2012; Affertsholt ja Pedersen, 2017). Lisaks on võimalik vadakust eraldatud laktoosist valmistada alternatiivseid magustajaid, nagu näiteks glükoosi-galaktoosi siirupit (Gänzle jt., 2008).

Käesoleva projekti peamiseks eesmärgiks on vadaku väärindamine ning sellest glükoosi-galaktoosi siirupi kui ühe võimaliku produkti valmistamine. Projekti alustati siirupi tootmistingimuste optimeerimisega laboritingimustes, et parandada selle kvaliteeti ja maitseomadusi. Valkude ja mineraalide eemaldamiseks võeti kasutusele membraantehnoloogiad. Lisaks uuriti ja võrreldi erinevate laktaaside hüdrolüüsingimusi ning optimeeriti kontsentreerimise parameetreid. Paralleelselt siirupi arendamisega on vaatluse alla võetud ka erinevad tooted ja mudelretseptid, kus seda siirupit kasutada saaks.

Optimeerimiste tulemusel saadi kollane siirup, mis sarnaneb väliselt meega. Maitset on see magus, kergelt soolase ja hapuka järelmaitsega. Nano- ja diafiltratsiooni kasutamisel on võimalik vähendada mineraalide hulka siirupis, mis vähendab kaaliumioonidest tulenevat kibedust ning tugevdab magusust. Valmistatud glükoosi-galaktoosi siirupit on võimalik kasutada alternatiivse magustajana näiteks pagaritoodetes või jäätistes, kus see

parandab vahustamise omadusi ning annab küpsetistele krõbedama kooriku ja pehmema sisu. Lisaks sellele, et antud siirupit saab kasutada sahharoosi või glükoosi-fruktoosi siirupi asemel, on glükoosi-galaktoosi siirupi kasutamine oluline ka keskkonna seisukohalt, kuna tegemist on tootega, mis on tehtud piimatööstuse jääkproduktist.

## Tänuavaldused

Projekti rahastab Euroopa Liidu Eesti-Läti koostööprogramm Interreg.



## Kasutatud kirjandus

- Affertsholt, T., Pedersen, D. 2017. Whey & Lactose: Market Fueled by High Protein. *World Food Ing.* 26–27.
- Gänzle, M. G., Haase, G., Jelen, P. 2008 Lactose: Crystallization, hydrolysis and value-added derivatives. *Int. Dairy J.* 18:685–694.
- Harju, M., Kallioinen, H., Tossavainen, O. 2012. Lactose hydrolysis and other conversions in dairy products: Technological aspects. *Int. Dairy J.* 22:104–109.

# Eesti Maaülikooli mikromeierei seadmepargi täienemine membraantehnoloogia valdkonnas

**Tauno Mahla**

EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetool  
tauno.mahla@emu.ee

## Sissejuhatus

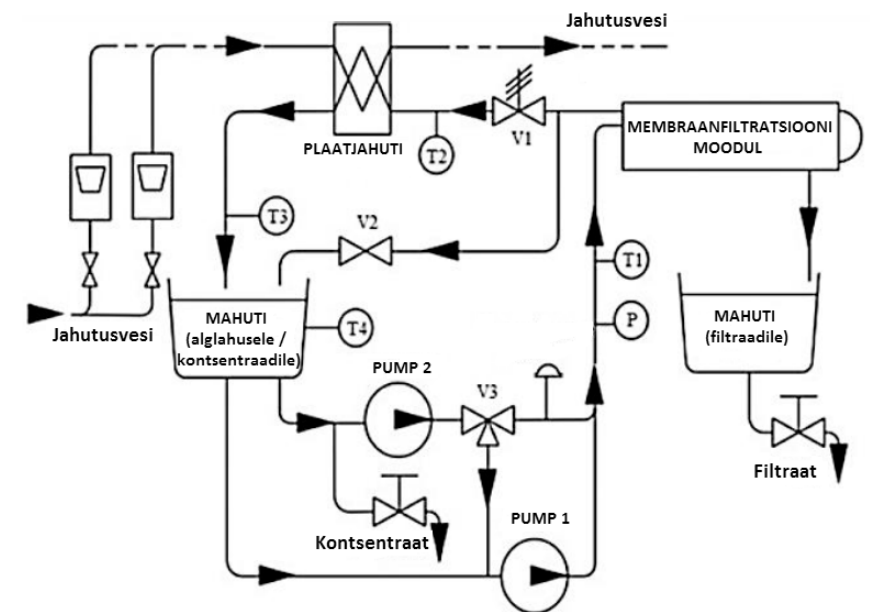
2017. aasta sügisel valmis Eesti Maaülikoolis ASTRA projekti "Väärtusahelapõhine biomajandus" raames toiduainete tehnoloogia laborkompleksi I etapp. Ühtlasi koliti varem eksisteerinud mikromeierei Tartu Waldorfgümnaasiumi keldriruumidest uue laborkompleksi renoveeritud ruumidesse, moodustades teiste laboritega (analüüside labor, toidu sensorika labor jt) sünergilise terviku. Lisaks kaasaegsetele ruumidele ja teiste laborite lähedusele, täienes ka mikromeierei seadmeпарк. Ühena paljudest hangiti elektrodialüüsi seade, mis laiendas varasemaid membraantehnoloogia kasutamise võimalusi toiduainete tehnoloogia alases uurimistöös ja tootearenduses. Selle ilmekaks näiteks on Liina Mälgandi magistritöö "Membraantehnoloogiatega kasutamise hapu vadaku demineraliseerimiseks" valmimine ja kaitsmine 2018. aasta kevadel.

Järgnevalt tutvustatakse mikromeiereis oleva universaalse membraanfiltratsiooni seadme ja elektrodialüüsi seadme olemust. Samuti antakse (varasemast kasutamiskogemusest lähtuvalt) üldisi juhiseid ja soovitusi nende seadmete tulevastele kasutajatele.

## Membranfiltratsiooni seade

Membranfiltratsiooniga on võimalik veerikkaid toidulahuseid (näiteks vadakut) nii puhastada, külmpastöriseerida, koostiscomponentide järgi fraktsioneerida ja standardiseerida (näiteks suurenda valgusisaldust, osaliselt demineraliseerida) ning kontsentreerida (eemaldada vett). Iga protsessi jaoks tuleb valida sobiv membraanfiltritüüp ning vastavad protsessiparameetrid (rõhk, temperatuur).

Mikromeiereis olev seade (joonis 1) on universaalne, võimaldades läbi viia ultrafiltratsiooni, nanofiltratsiooni ja pöördosmoosi. Selleks tuleb membraanfiltratsiooni moodulisse paigaldada vastavat tüüpi torumembraanid ning kindlustada protsessiks vajalik töö rõhk. See on reguleeritav kraanide V1, V2 ja V3 abil vahemikus 2–55 bar. Töö rõhk on pidevalt jälgitav seadme esipaneelil (rõhuandur P). Kogu protsessi jooksul on jälgitavad ka temperatuurid ja nende muutused (temperatuuriandurid T1, T2, T3 ja T4). Toidulahuse soojenemine protsessis võib soodustada selle mikrobioloogilist rikkumist. Moodulist väljuva lahuse temperatuuri on võimalik alandada plaatjahutit kasutades (jahutusvee kulu kuni 10 L/min). Probleeme aitab vältida ka toidulahuse eelnev kuumtöötlus (pastöriseerimine). Ultrafiltratsioonil on korraga töös mõlemad pumbad 1 ja 2, võimaldades süsteemis saavutada maksimaalse tsirkulatsioonikiiruse 30 L/min. See tagab moodulis lahuse voolamisel piisava turbulentsuse, vältimaks valkude kogunemist membraani pinnale ja membraani pooride ummistumist. Nanofiltratsioonil ja pöördosmoosil töötab ainult pump 1, mis tagab tsirkulatsioonikiiruse kuni 18 L/min.



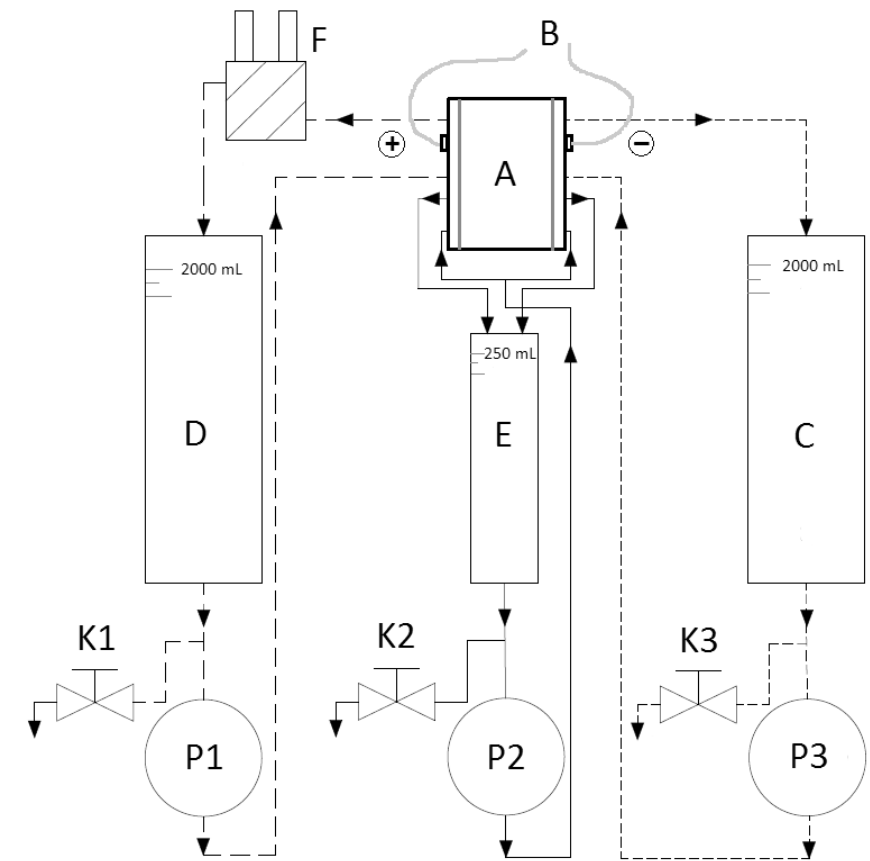
**Joonis 1.** Armfield RO/UF FT18 membraanfiltratsiooni seadme ehitus ja tööpõhimõte (allikas: skeem seadme esipaneelil)

Membranfiltratsiooni seade võimaldab korraga töödelda 3–10 L alglahust. Soovi korral võib seda protsessi käigus mahutisse juurde lisada eraldunud filtraadi mahu ulatuses. Samuti on võimalik alglahuse mahutisse lisada demineraliseeritud vett diafiltratsiooni läbiviimiseks, saavutades sellega puhtama kontsentradi. Liiga väikese vedeliku koguse puhul annab nivooandur signaali süsteemi automaatselt seiskamiseks, vältimaks pumpade tühjalt töötamist.

Kindlasti peab membraanfiltratsiooni seadme kasutaja arvestama suure ajakuluga, sest membraanide summaarne filtreeriv pind (240 cm<sup>2</sup>) ei võimalda piisavat tootlikkust filtraadi järgi – seda eriti pöördosmoosil. Lisaks kulub aega seadme ettevalmistamisel ning pärast pesemisel ja mooduli ning seal olevate membraanide eraldamisel. Membraanid on nõuetekohase hoolduse ja säilitamise korral korduvkasutatavad, kuid nende töökarakteristikud (täpsus, läbilaskvus) halvenevad ajas. Vanemaid membraane kasutatakse põhiliselt eelkatsetes või õppetöö eesmärgil. Uute membraanide tellimisel tootjafirmalt PCI Membrane Systems Ltd. peab arvestama tarneajaga vähemalt üks kuu.

## Elektrodialüüsi seade

Elektrodialüüs erineb tavalisest membraanfiltratsioonist selle poolest, et aineosakeste membraani läbimise võime sõltub mitte ainult nende suuruselt (molekulmassist), vaid eelkõige laengust. See võimaldab toidulahuseid vajalikus ulatuses demineraliseerida, eraldades eriti hästi väiksemaid monovalentseid ioone (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> jt). Protsessi läbiviimiseks peab elektrodialüüsi moodulis kasutama vaheldumisi ionselektiivseid membraane (lasevad läbi kas ainult katioone või anioone) ning tekitama elektrivälja. Selle toimel kanduvad ioonid demineraliseeritavast lahusest läbi membraanide absorptsioonilahusesse. Mikromeiereis oleva seadme ehitusest ja komplekteerimisest annab ülevaate joonis 2.



**Joonis 2.** MemBrain P EDR-Z elektrodialüüsi seadme ehitus ja komplekteerimine. A – elektrodialüüsi moodul, B – elektrodide toitekaablid, C – absorptsioonilahuse mahuti, D – demineraliseeritava lahuse mahuti, E – elektrodilahuse mahuti, F – mõõterakk, P1, P2 ja P3 – tsirkulatsioonipumpad (vastavalt demineraliseeritavale, elektroodi- ja absorptsioonilahusele), K1, K2 ja K3 – tühjenduskraanid (vastavatele lahustele)

Seade võimaldab korraga töödelda 1–2 L alglahust, mis valatakse mahutisse D. Eraldunud ioonid võtab vastu absorptsioonilahus, millena võib kasutada joogivee nõuetele vastavat veevõrguvett (valatakse mahutisse C). Elektrodialüüsi mooduli A elektrodid ühendatakse vastavate toitekaablitega B ning tekitatakse protsessi toimumiseks vajalik elektriväli. Elektrodidele rakendatav pinge on

reguleeritav (maksimaalne näit 24 V). Elektrodikambreid peab pidevalt läbima elektrodilahus. Selleks sobib 2% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> vesilahus, mis valatakse mahutisse E. Kõikide lahuste voolamise mahutitest moodulisse ja tagasi kindlustavad reguleeritava tootlikkusega (20–65 L/h) tsirkulatsioonipumbad (P1, P2 ja P3). Mahutid, pumbad ja moodul on ühendatud elastsete voolikutega. Lahuste liikumissuunad on joonisel näidatud nooltega. Elektrodialüüsi protsessi kulgu ning demineraliseerimise ulatust on võimalik seirata mõõteraku F kaudu, ühendades sinna näiteks pH, temperatuuri ja elektrijuhtivuse andurid. Protsessi lõpus saab lahused mahutitest eemaldada kraanide K1, K2 ja K3 kaudu.

Elektrodialüüsi protsess toimub reeglina toatemperatuuril – seega toidulahus peaks olema eelnevalt kuumtöödeldud mikrobioloogilise rikenemise vältimiseks. Ühtlasi peab arvestama temperatuuri mõningase tõusuga protsessi käigus. Seade ei sobi tugeva sademe ja kõrge viskoossusega lahuste demineraliseerimiseks. Elektrodialüüsiks kuluv aeg sõltub toidulahuse kogusest, mineraalainete sisaldusest, vajalikust demineraliseerimise astmest jt teguritest. Eeldatav protsessi kestvus jääb vahemikku 0,5–3 h. Samuti peab seadme kasutaja arvestama ajaga, mis kulub seadme tööks ettevalmistusele ning pärast pesule.

Elektrodialüüsi moodul koos seal asuvate membraanidega on korduvkasutatav selle õige hoolduse ja säilitamise korral. Pesulahused peavad olema kloorivabad. Mooduli töö ajal võib esineda sealt lahuste vähest leket, seetõttu asetatakse mooduli alla seadme komplekti kuuluv alusvann. Mooduli tihenduspoltide ja -mutrite abil on leke välditav, kuid liigne kokkusurumine võib kahjustada membraane. Membraanid on väga tundlikud ka kuivamise suhtes. Kui seadet kasutatakse mõnepäevase kuni nädalase intervalliga, piisab vahepealsest mooduli niisutamisest. Seadme pikemaajalisel mittekasutamisel tuleb moodul komplektist eraldada. Seejärel asetatakse see sobib suurusega mahutisse ning kaetakse tervikuna konserveerimislahusega (0,1% Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> vesilahus). Säilitustemperatuur on 2–6 °C.

## Kokkuvõte

Eesti Maaülikooli mikromeiereis on laienenud võimalused kasutada membraantehnoloogiat veerikaste toidulahuste töötamiseks, pakkudes uusi võimalusi nii uurimistöös kui tootearenduses. Antud artikkel annabki ülevaate universaalse membraanfiltratsiooni seadme ja elektrodialüüsi seadme ehitusest

ning töö omapärast, mis võiksid abiks olla nende seadmete tulevastele kasutajatele. EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetooli juurde kuuluva laborkompleksi (ja selle kasutamise võimaluste) kohta saab täiendavat informatsiooni kodulehelt <http://vl.emu.ee/et/struktuur/toiduainete-tehnoloogia-osakond/laborkompleks/>.

## Kasutatud kirjandus

- Armfield Ltd. 2005. Instruction manual. Reverse osmosis ultrafiltration unit FT18. Issue 13, pp. 34.
- MemBrain s.r.o. 2012. Operating instructions. Electrodialysis unit P-series with automatic regulation EDR-Z. Pp. 16.
- Mälgand, L. 2018. Membraantehnoloogiate kasutamine hapu vadaku demineraliseerimiseks. (Magistritöö). Eesti Maaülikool. Tartu, 70 lk.

# Liha ja kala värskuse määramise uudne meetod ja seade. Inosiinhapest

**Tõnu Püssa<sup>1\*</sup>, Artur Kuznetsov<sup>2</sup>, Alar Sünter<sup>2</sup>, Aleksandr Frorip<sup>2</sup>, Dea Anton<sup>1</sup>, Piret Raudsepp<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduhügieeni ja rahvatervise õppetool

<sup>2</sup>AS Ldiamon, Tartu Teaduspark

\*tonu.pyssa@emu.ee

## Sissejuhatus

Liha ja kala värskuse all mõistetakse nende tarvitamise hetke keemilise ja füüsikalise identsuse astet, võrrelduna sama toiduainega tema saamise momendil; lihal oleks see peale looma tapmist ja liha tapajärgsete muutuste toimumist, kalal tema veest väljapüüdmise hetk. Tänapäeval, mil järjest suureneb toidutoorme, sealhulgas liha ja kala ülemaailmne kaubastamine, on suurenenud ka vajadus liha/kala värskuse määramise ning ajas toimuvate autolüütiliste ja mikrobioloogiliste muutuste uurimise lihtsa, odava, aga samas teaduslikult põhjendatud meetodi ning vastava seadme järele.

Liha ja kala värskust ning teisalt vananemist võib hinnata paljude meetoditega, millest lihtsaim ja populaarseim on sensoorne, st aroomi ning maitse hindamine, kus värskuse taseme ja iseloomu määrab erinevate keemiliste ja biokeemiliste reaktsioonide (oksüdatsioon, lagunemine, komplekseerumine jt) tulemusena tekkinud lenduvate madalmolekulaarsete orgaaniliste ühendite (*volatile organic compounds* – VOC) kompleks (Biniecka, Caroli, 2011). Selle koostise täpsemaks uurimiseks sobivad nn „elektroonilised ninad“, mis kasutavad erinevaid optilisi ja kolorimeetrilisi meetodeid ning biosensoreid (Górska-Horczyczak jt., 2016; Li, Suslick, 2016; Khan jt., 2015; Cheng jt., 2015; Hil jt., 2011).

Liha värskuse määramiseks on kasutusel ka rida füüsikalisi ja tekstuuri hindavaid meetodeid (Gutt jt., 2014). Teatud roiskumisbakterite ja mikrosete toodetud biogeensete vasoaktiivsete amiinide nagu histidiini, putrestsiini jt määramine

on eriti populaarne kalade värskuse hindamisel (Stadnik ja Dolatowski, 2010).

Suurem osa eeltoodud meetoditest kõlbavad liha ja kala värskuse määramiseks siis, kui nimetatud toiduainetes on juba toimunud märkimisväärsed muutused ning juba on teatud tasemele jõudnud lihaskiudude ja valkude lagunemine, rasvade rääsumine ehk oksüdatsioon ja/või nendes materjalides elunevate bakterite elutegevuse tulemusena tekkinud spetsiifilise lõhnaga amiinide kuhjumine.

Liha ja kala absoluutse värskuse määramiseks juba väga väikeste erinevuste ilmnemisel võrreldes elava looma või kalaga on aga väga heaks parameetriks lihasrakusisesse energiakandja adenosiintrifosfaadi (ATP) laguproduktide inosiin-5'-monofosfaadi ehk inosiinhappe (IMP), inosiini (Ino) ja hüpoksaantiini (Hx) kontsentratsioonide suhted (Hong jt., 2017). Hetkel, mil rakk sureb, lõpeb temas ATP süntees ja rakkudes oleva ATP kontsentratsioon hakkab laguproduktide järjestikuse tekke tõttu kiiresti langema.

Meie eesmärk oligi ATP metaboliitide sisalduste suhte alusel välja töötada liha ja kala absoluutse värskuse hindamise meetod, mis oleks kasutatav mitte ainult kallite ning keerukate kromatograafidega varustatud laborites, kus saaks mõõta ülaltoodud ja ka teiste laguproduktide reaalselt kontsentratsiooni liha- või kalaekstraktis, vaid ka väiketööstuses või kaubandus- ja toitlustusettevõtetes ning miks ka mitte kodudes. Meetod põhineb ammutuntud valkude kiirel vedelikchromatograafial (*Fast Protein Liquid Chromatography* – FPLC) suuruseralduskolonnidel (*size-exclusion columns* – SEC), mis jaotavad kolonnist läbiminevaid molekule nende suuruse ehk molekulmassi järgi. Mida väiksem on aine molekul, seda hiljem ta sellisest kolonnist väljub ehk „hilineb“.

## Materjalid ja meetodid

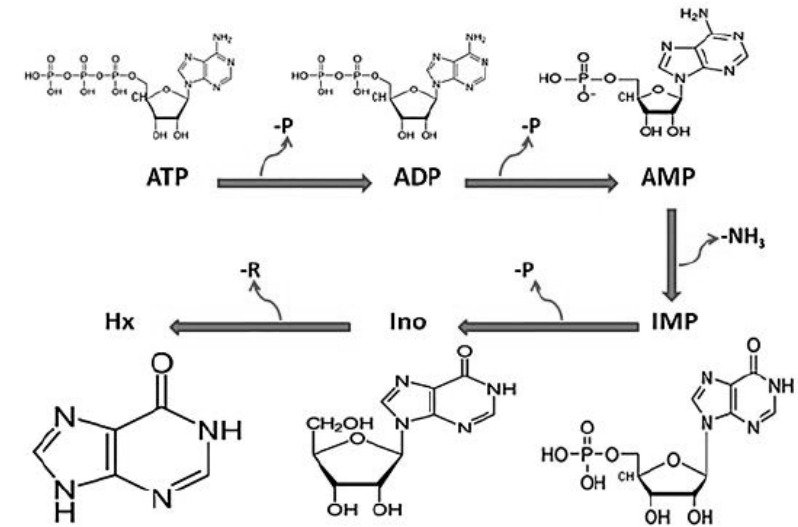
**Analüüsiproovid.** Uuriti kokku 64 liha- ja kalaproovi, mille seas olid: 1) värsked ja –20°C säilitatud ning 95°C juures töödeldud forelli- ja karpkalaproovid; 2) erinevad sea-, veise- ja kanalihaproovid; 3) värsked ja 200°C juures kuumtöödeldud seahakklihad. Analüüsiks kasutati maksimaalselt rasvavaba homogeenset nii PSE, NOR kui ka FFD liha. 2 grammi liha või kala lõigati noaga tükikesteks (2×2×2 mm), mis asetati Whatmani filtrisse WHAAV125UGMF (0,45 µm), lisati 6 ml TRIS-puhvrit (pH 8,0-8,2) ning kolviga varustatud filtrit loksutati umbes 15 minutit. Filtraat läks analüüsimisele liha ja kala värskuse analüüsimeetodiga. Igast proovist valmistati kaks paralleelrakki.



**Kromatograafilised meetodid.** FPLC viidi läbi hiline misaja  $\Delta t$  määramiseks SEC-kolonnidel Sephadex-G-25 (Sigma-Aldrich). FPLC kolonni eluaadi teises fraktsioonis väljunud ainete identifitseerimiseks ning ATP laguproduktide IMP, Ino ja Hx kvantiteerimiseks (joonis 1) kasutati kõrgefektiivset vedelikkromatograafi Agilent1100 Series LC/MSD Trap-XCT (Agilent Technologies).

## Tulemused ja arutelu

Lihast või kalast TRIS-puhverlahuse abil valmistatud ekstrakti kromatogramm SEC-kolonnil (joonis 2) koosneb kahest põhiosast: 1) kõrgem terav piik ajahetkel  $t=0$ , mille moodustavad valgud ja muud veeslahustuvad kõrgmolekulaarsed ained ning 2) laialivalgunud maksimumiga tsoon. Selle tsooni, mille moodustavad põhiliselt nukleosiidid ja nende derivaadid nagu ATP, ADP, AMP, IMP, Ino ja Hx ning mitmesugused madalmolekulaarsed peptiidid, maksimum nihkub liha- või kalaproovide seismisel pikematele kolonnist väljumise ehk retensiooni aegadele põhiliselt tänu järjestikku toimuvatele erinevate ensüümide poolt kiirendatud lagunemisreaktsioonidele reas  $ATP \rightarrow ADP \rightarrow AMP \rightarrow IMP \rightarrow Ino \rightarrow Hx$ , mille käigus molekuli mass oluliselt väheneb (joonis 1). Valgu ja nukleosiidide tsoonide maksimumide vahe ehk "hiline misaeg" (*delay time*)  $\Delta t$ , määratuna standardsetes tingimustes, ongi aluseks liha või kala värskuse indeksi leidmisel. Mida suurem on  $\Delta t$  väärtus, seda suhteliselt vanem ja riknenum uuritav liha või kala on ja seda väiksemad on tema vees hästi lahustuvad molekulid (Goodrich ja Balakireva, 2015).



**Joonis 1.** ATP *post mortem* lagunemise skeem hüpoksantiiniks pärast lihasrakkude hingamise peatumist (originaal: Goodrich ja Balakireva, 2015)

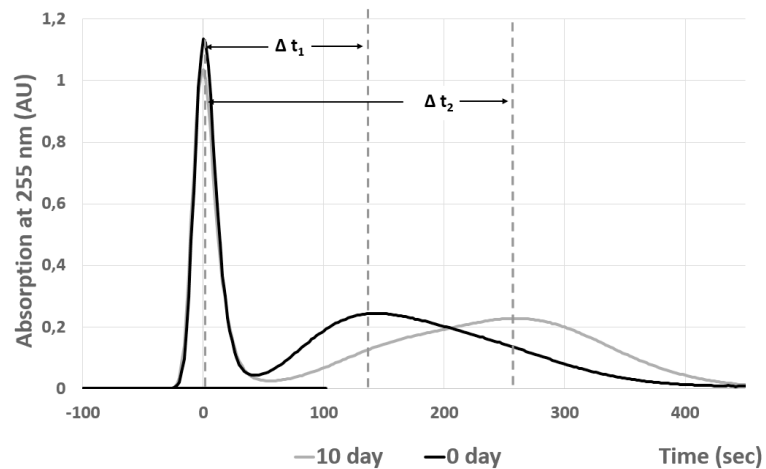
Hiline misaegade ja esmakordselt Jaapani teadlaste (Saito jt., 1959) poolt väljapakutud standardse värskuseindeksi  $K_i = ([Ino] + [Hx]) / ([IMP] + [Ino] + [Hx])$  väärtuste vahel on selge positiivne sõltuvus (joonis 3). Analoogiliselt korreleeruvad hiline misajad ka teiste sama ATP lagunemisskeemi alusel arvutatud värskuseindeksitega. Vastavad korrelatsioonivõrrandid, mida saab kasutada liha või kala värskuse- või maitseindeksite arvutamiseks on sisestatud seadme (joonis 4) tarkvarasse (AS Ldiamon). Seega saab joonisel 3 olevalt graafikult hinnata liha või kala värskuse indeksi väärtusi, ilma et oleks vaja vastavate ainete tegelikke kontsentratsioone määrata.

Toodud valem  $K_i = F(\Delta t)$  on universaalne kõigi liha- ja kalaproovide jaoks. See ei tähenda muidugi, et reaajas mõõdetud vananemise kiirused oleksid kõigis lihastes võrdsed. Näiteks on reaktsiooni  $IMP \rightarrow Ino$  kiirus haugi (*Esox lucius*) lihas 120 korda suurem kui latika (*Pagrus major*) omas (Howgate, 2006).

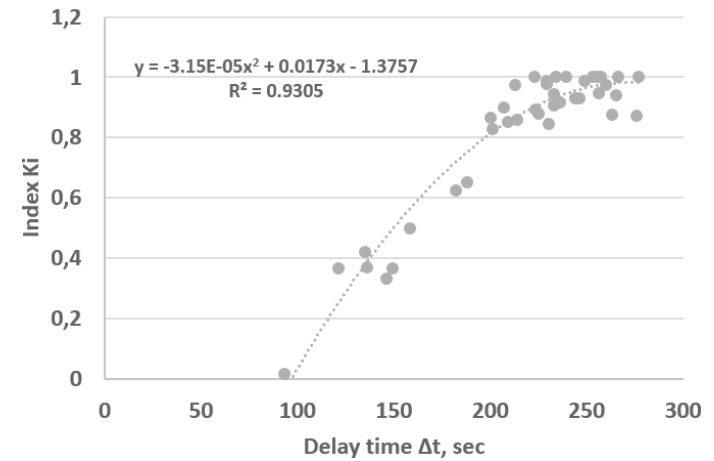
Hiline misaegadest  $\Delta t$  saab tuletada ka mõningaid teisi liha või kala kvaliteedi parameetreid. Näiteks iseloomustab suhe  $[IMP] / ([Ino] + [Hx])$  liha maitset. Nagu tuleneb joonisel 3 toodud sõltuvusest, on ajavahemikus  $\Delta t \leq 150$  sekundit

see suhe  $\geq 1$ , mis tähendab seda, et vastav liha- või kalaproov on suhteliselt rikas IMP poolest. See on aga tuntud ja tunnustatud toidu maitsetugevdajast lisaaine (E630), mida eraldatakse kanalihast ning mis annab lihatoodele nn *umami* maitse. Kuna eriti kõrges kontsentratsioonis on IMP-d kana rinnalihases, kasutataksegi IMP tööstusliku allikana eeskätt kanaliha tootmise kõrvalsaadusi. IMP laguprodukt inosiin aga lisab lihale mõrudat maitset (Tikk jt., 2006).

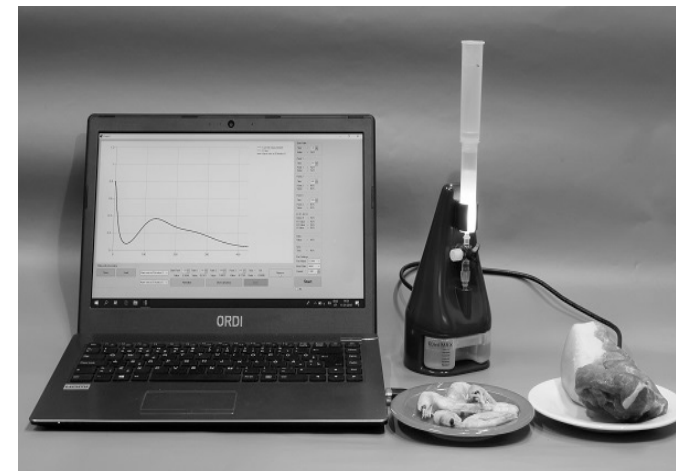
Joonisel 1 toodud üleminekut AMP→IMP kiirendab kogu esitatud skeemi võtmeensüüm AMP-deaminaas. Seda ensüümi leidub olulises hulgas selgroogsete lihasrakkudes, kuid taimerakkudes on tema aktiivsus väga madal. AMP-deaminaas puudub täiesti prokarüootsetes ehk eeltuumsetes bakterirakkudes, samas on aga eukarüootsetes ehk päristuumsetes pärmirakkudes tema kontsentratsioon kõrge. Seetõttu leidub IMP-d näiteks hapendatud leivas, kus tal on oluline osa leiva maitse kujunemises (Fujisawa ja Yoshino, 1994). IMP on stabiilne liha lühiajalisel termilisel töötlemisel ning toimib maitsetugevdajana sünergistiliselt naatriumvesinikglutamaadiga (E621) (Schaoul ja Sporns, 1987).



**Joonis 2.** Lihaekstraktide FPLC kromatogrammid ( $\lambda = 255$  nm) kümnepäevase vahega (originaal: Püssa jt., 2018)



**Joonis 3.** Universaalne võrrand ja sõltuvus teljestikus " $\Delta t$  – indeks  $K_i$ ", mida on võimalik kasutada üleminekuks  $\Delta t \rightarrow K_i$ . (originaal: Püssa jt., 2018)



**Joonis 4.** Hilinemisaegade määramise seade

Selleks, et IMP lagunemine liha- ja kalatoitudes toimuks aeglasemalt, oleks vajalik leida loodusliku, eeskätt taimse päritoluga lisandeid, mis seda ensümaatilist protsessi pidurdaksid.

## Järeldused

Uut liha ja kala absoluutse värskuse määramise meetodit ja seadet saab kasutada erinevatel liha või kala kvaliteedi hindamise ja selle parandamise eesmärkidel. Toodud valem  $K_i = F(\Delta t)$  on kasutatav kõigi liha ja kala liikide korral.

Vajalik on edasi uurida IMP lagunemise mehhanisme ning nende uuringute tulemuste alusel otsida taimseid aineid, mis aitaksid liha või kala sisetekkelise ehk endogeense IMP lagunemist pidurdada.

## Tänuõnad

Autorid tänavad Maaeluministeeriumi toetuse eest EU ERA-NET SUSFOOD programmi raames (Projekt SUSMEATPRO) ning Eesti Maaülikooli baasuringute projekti P170054VLTH.

## Kasutatud kirjandus

AS Ldiamon, Tartu, publitseerimata intellektuaalne omand.

- Biniecka, M., Caroli, S. 2011. Analytical methods for the quantification of volatile aromatic compounds. *Trends Analyt. Chem.* 30:1756–1770.
- Cheng, J.-H., Sun, D.-W., Zeng, X.-A., Liu, D. 2015. Recent advances in methods and techniques for freshness quality determination and evaluation of fish and fish-fillets: A review. *Crit. Rev. Food Sci.* 55:1012–1025.
- Fujisawa, K., Yoshino, M. 1994. Role of yeast in the formation of inosinic acid as the taste compound in leavened bread. In: Kurihara K., Suzuki N., Ogawa H. (Toim.) *Olfaction and Taste XI*. Springer, Tokyo. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-4-431-68355-1\\_156#citeas](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-4-431-68355-1_156#citeas) (24.01.2019).
- Goodrich, W., Balakireva, L. 2015. A freshness assay for seafood. Biotek Instruments. <https://www.foodqualityandsafety.com/article/a-freshness-assay-for-seafood/>.
- Górska-Horczyzak, E., Guzek, D., Molęda, Z., Wojtasik-Kalinowska, I., Brodowska, M., Wierzbicka, A. 2016. Application of electronic noses in meat analyses. *Food Sci. Tech-Brazil.* 36, <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.03615>.
- Gutt, G., Paduret, S., Amariei, S., Plesca, M. 2014. Physical and texture parameters used in the analysis of meat freshness. *J. Agroaliment. Proc. Technol.* 20:257–262.

- Hil, L., Barat, J. M., Baigts, D., Martinez-Manez, R., Soto, J., Garcia-Breijo, E., Aristoy, M. C., Toldra, F., Llobet, E. 2011. Monitoring of physical-chemical and microbiological changes on fresh pork meat under cold storage by means of a potentiometric electronic tongue. *Food Chem.* 126:1261–1268.
- Hong, H., Regenstein, J.M., Luo, Y. 2017. The importance of ATP-related compounds for the freshness and flavor of post-mortem fish and shellfish muscle: A review. *Crit. Rev. Food Sci.* 57:1787–1798.
- Howgate, P. 2006. A review of kinetics of degradation of inosine monophosphate in some species of fish during chilled storage, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 41:341–353.
- Khan, M.I., Jo, C., Tariq, M.R. 2015. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors: a systematic review. *Meat Sci.* 110:278–284.
- Li, Z., Suslick, K.S. 2016. Portable optoelectronic nose for monitoring meat freshness. *ACS Sensors.* 1:1330–1335.
- Püssa, T., Frorip, A., Kuznetsov, A., Sünter, A., Anton, D., Raudsepp, P. 2018. New freshness index, method and device to determine freshness status of meat and fish, 64<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology, (ICoMST-2018), Melbourne, Australia, 12-17. August 2018, oral presentation. [http://icomst-proceedings.helsinki.fi/papers/2018\\_02\\_06.pdf](http://icomst-proceedings.helsinki.fi/papers/2018_02_06.pdf)
- Saito, T., Arai, K., Matsuyoshi, M. 1959. A new method for estimating the freshness of fish. *Bull. Jpn. Soc. Fish.* 24:749–750.
- Schaoul, O., Sporns, P. 1987. Hydrolytic stability at intermediate pHs of the common purine nucleotides in food, inosine-5'-monophosphate, guanosine-5'-monophosphate and adenosine-5'-monophosphate. *J. Food Sci.* 52:810–812.
- Stadnik, J., Dolatowski, Z.J. 2010. Biogenic amines in meat and fermented meat products. *Acta Sci. Polon. Technol. Aliment.* 9:251–263.
- Tikk, M., Tikk, K., Torngren, M.A., Meinert, L., Aaslyng, M.D., Karlsson, A.H., Andersen, H.J. 2006. Development of inosine monophosphate and its degradation products during aging of pork of different qualities in relation to basic taste and retronasal flavor perception of the meat. *J. Agric. Food. Chem.* 54(20):7769–7777.

# Ülevaade ERA-NET SUSFOOD rahvusvahelise projekti SUSMEATPRO tulemustest: lihatoodete väärindamine taimsete lisanditega

Piret Raudsepp\*, Dea Anton, Mati Roasto, Kadri Meremäe, Tõnu Püssa

EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduhügieeni ja

rahvatervise õppetool

\*piret.raudsepp@emu.ee

## Ülevaade

Projekti "SUSMEATPRO": Sustainable plant ingredients for healthier meat products kestvus oli 36 kuud. Projekt algas 2015. a. märtsis. Projekti partnerid olid järgmised institutsioonid: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Plant Breeding (Rootsi); Natural Resources Institute Finland (LUKE, endine MTT Agrifood Research Finland) (Soome); Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi toiduhügieeni ja rahvatervise õppetool ning Polli Aiandusuuringute Keskus; Aarhus University (Taani); Lund University (Rootsi) ning Latvia State Institute of Fruit Growing (Läti).

Projekti eesmärkideks oli erinevate töötlemistehnoloogiate optimeerimine, taimeosade Lüofiliseerimine ja ekstraheerimine, pressimisjääkide ekstraheerimine (nt. mahlatööstuse tootmisjääkide väärindamine), saadud ekstraktide kvaliteedi hindamine (polüfenoolsete jt. ühendite sisalduse analüüsimine; antimikroobne ja antioksüdantne toime), taimsete lisandite kasutamine erinevates lihatoodetes antimikroobsete ja antioksüdantsete lisanditena, sensoorsed analüüsid, et hinnata saadud toodete maitse-, lõhna- ja visuaalseid omadusi, säilituskatsed (mikroobide, pärmide-hallituste üldarvude ja oksüdatsioonitaseme hindamine) ning loomkatsed hiirtega, saadud lihatoodete põletikuvastase toime hindamiseks.

## Uuringud

Eesti partnerite poolt viidi läbi järgmised analüüsid: antioksüdantse toime hindamine *in vitro* erinevatel meetoditel (DPPH, HPLC-MS/MS); UHPLC-MS, HPLC-MS ja HPLC-Q-TOF-MS kromatograafilised analüüsid taimedes leiduvate polüfenoolsete jm. ühendite profiili iseloomustamiseks; hinnati, eelnevate analüüside käigus välja valitud, taimeekstraktide *in vitro* antimikroobset toimet, lihatoodetes esinevatele, tingimisi patogeensetele ja patogeensetele bakteritele (tabel 1; Raudsepp jt., 2018).

**Tabel 1.** Eesti töögrupi uuritud bakteritüved, mille suhtes antimikroobset toimet hinnati

Gram negatiivsed	Gram positiivsed
<i>Campylobacter jejuni</i> ATCC 33291	<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 13929
<i>Salmonella</i> Enteritidis ATCC 13076	<i>Bacillus cereus</i> ATCC 11778
<i>Escherichia coli</i> NCCB 100282	<i>Kocuria rhizophila</i>
<i>Yersinia ruckeri</i> NCIM 13282	<i>Bacillus subtilis</i> BGA
	<i>Bacillus pumilus</i> CV 607

Analüüside tulemuste põhjal valiti välja taimed (aroonia marjad; musta sõstra marjad ja lehed; rabarberi varred ja juured; söödava kuslapuu marjad ja tomati viljad), mida kasutati tervislike lihttoodete valmistamiseks:

- valmistati erinevad taimsete lisanditega rikastatud lihatooted,
- viidi läbi sensoorsed analüüsid, leidmaks meeldivaimad taimse lisandi maitsekombinatsioonid lihatoodetes,
- viidi läbi säilituskatsed ja analüüsid (maloondialdehüüdi sisaldus, oksülipiinide sisaldus; mikroobide ja pärmide-hallituste üldarv), hindamaks lisatud taimeekstraktide antioksüdantset ja antimikroobset toimet lihatoodete säilitamisel.

## Tulemused ja kokkuvõte

Kõige efektiivsemad mikroobivastased taimsed materjalid nii toores kui ka töödeldud hakklihas olid rabarberi varred; rabarberi varred koos tomatiga; rabarberi juured koos mustsõstra marjadega, mille toimed olid samaväärsed kontrollühenditega: NaCl koos NaNO<sub>2</sub>-ga, gallushape ja rutiin. Kõige efektiivsemad oksüdatsiooni pidurdavad taimsed materjalid nii toores kui ka küpses hakklihas olid rabarberi juur koos aroonia marja või mustsõstra marjadega, mille toimed olid paremad kontrollühenditest: NaCl koos NaNO<sub>2</sub>-ga, gallushape ja rutiin. Kõige parema maitsega oli lihatoode, millesse lisati tomatipulbrit koos rabarberi varre pulbriga.

Partnerriikide tulemusi saab näha projekti veebilehel: <https://sites.google.com/site/susmeatpro/>

## Tänuõnad

Autorid tänavad Polli Aiandusuuringute Keskuse töötajaid taimse materjali kasvatamise ja lüofiliseerimise eest; Maaeluministeeriumit, toetuse eest EU ERA-NET SUSFOOD programmi raames (projekt SUSMEATPRO) ning Eesti Maaülikooli baasprojekti P170054VLTH.

## Kasutatud kirjandus

Raudsepp, P., Koskar, J., Anton, D., Meremäe, K., Kapp, K., Laurson, P., Bleive, U., Kaldmäe, H., Roasto, M., Püssa, T. 2019. Antibacterial and antioxidative properties of different parts of garden rhubarb, black currant, chokeberry and blue honeysuckle. *J. Sci. Food Agric.* (avaldamisel) doi: 10.1002/jsfa.9429

## Euroopa toiduvõrgustiku võimalused praktikule, ülikoolile ja tudengile

**Andre Veschioja**

BioCC OÜ

[andre.veschioja@biocc.eu](mailto:andre.veschioja@biocc.eu)

### Mis on Euroopa toiduinnovatsiooni algatus?

Euroopa juhtiv toiduinnovatsiooni algatus ehk Euroopa Innovatsiooni- ja Tehnoloogiainstituut (EIT) Food (inglise keeles *European Institute of Innovation & Technology*) on enam kui 50 Euroopa juhtivatest ettevõtetest, stardikeskustest, uurimiskeskustest ja ülikoolidest koosnev konsortsium, eesmärgiga on luua jätkusuutlik ja tulevikukindel toidusektor. EIT Food soovib, et Euroopa juhiks ülemaailmset innovatsiooni toiduainete innovatsioonis ja tootmises. EIT Food-i sihiks on ümber kujundada viis, kuidas me oma toiduaineid toodame, tarnime, tarbime ja ringlusse võtame. Lisaks on algatuse eesmärk luua tulevikus toetus ja tõhus toiduainesektor, mis toetab jätkusuutlikku ja ringlevat biomajandust.

EIT Food-i suurem eesmärk muuta toidusüsteem, selleks on loonud kuus strateegilist suunda:

- Tarbijate usaldusväarsuse suurendamine: toetada Euroopat üleminekul nutikale toidusüsteemile, mis on kaasav ja usaldusväärne;
- Pakkuda tarbijale väärtuslikku ja tervisliku toitu: võimaldada inimestel teha teadlikke ja taskukohaseid isiklike toitumisalaseid valikuid;
- Luua tarbija keskne ühendatud toidusüsteem: töötada välja digitaalne toiduainete tarnevõrgustik kus tarbija ja tööstus oleksid võrdsed partnerid;
- Efektiivsus: töötada välja lahendused, mis muudaksid traditsioonilise "tooda - kasuta - lagasta" mudeli ringmajanduseks, kus kõik on jätkusuutlik;
- Osutada toiduga seotud oskusi üliõpilastele, ettevõtjatele ja professionaalidele. Seda nii edasijõudnud koostööprogrammide kui ka avatud online-kursuste kaudu;

- Toiduettevõtlus ja innovatsioon: innovatsiooni edendamine kõigis ettevõtluse loomise etappides

EIT Food pakub sihtgruppidele:

- Tootearenduse suvekool - erineva tausta ja riikidest pärit osalejad tulevad kokku EIT Food suvekoolis, et saada teadmisi uute toodete väljatöötamisel kasutatud vahenditest, tehnikatest ja meetodikatest toiduainetetööstuses.
- Praktika stipendiumid - 3-6 kuune praktika EIT partneriorganisatsioonides, ülikoolides ja lubavates uutes väikestes ja keskmise suurusega ettevõtetes.
- Demopäevad - piirkondliku ettevõtluse inkubatsiooni seminarid, mida korraldavad EIT piirkondlikud koostöökeskused kaasates akadeemia, toidu tootjad, töötajad ja turustajad.
- Innovatsioonitoetused - auhinnad, mis toetavad starditegevuse alustamist - loomaks ettevõtet, arendamaks prototüüpe ja katsetamaks.
- Innovatsiooni „otsing“ – on pidev ettevõtlus talentide ja suure potentsiaali otsimine, et neile EIT Food süsteemis leida mentorid, rahastus, väljundid, jne
- RIS talendid - EIT RIS (inglise keeles *Regional Innovation Scheme*) riikidest pärit doktoriõpilased ja noored postdokid, kes ei ole otseselt toiduga seotud valdkondadest saavad kogemuse toiduga seotud T&A projektidest osalemisest.

EIT Food pakub veel mitmeid võimalusi, millega on võimalik täpsemalt tutvuda <https://www.eitfood.eu/> või jälgida EIT Food LinkedIn profiili <https://www.linkedin.com/company/eit-food/>

## Võitlus tervisliku toitumise eest 20. sajandi alguskümneleil

**Anu Kannike**

*Eesti Rahva Muuseum*

*anu.kannike@erm.ee*

Ettekanne käsitleb tervisliku toitumise alaste ideede ja praktikate levikut 20. sajandi alguskümneleil Eesti rahvahariduslikus kirjanduses ja meedias ning koolide ja kursuste kaudu, samuti organisatsioonide ja aktivistide tegevust. Tollases toidukultuuris väljendus tervislikkuse ja otstarbekuse idee kõige selgemalt taimetoidu tarbimise propageerimises. See seostus üldise kodukultuuri moderniseerimise ja aianduse arenguga.

Eestikeelses ajakirjanduses ilmusid esimesed taimetoitlust tutvustavad kirjutised 19. sajandi viimasel ja 20. sajandi esimesel kümnendil. Rahvahariduslikus kirjanduses võtsid tervisliku toitumise teemad põhjalikumalt arutuse alla arst Peeter Hellat (1857-1912) ja pomoloog Jaan Spuhl-Rotalia (1859-1916), kes olid mõõdukad taimetoitluse pooldajad. Maailmasõdade vahelisel ajal oli suurimaks eesti taimetoitlaste autoriteediks taani arst Mikkel Hindhede.

I maailmasõja eelsetel aastatel läks Eesti toidukultuuri alases haridustöös juhtiv roll naistele ja naisorganisatsioonidele ning aiandus- ja toitlustusalane õpetus suunati perenaistele. Esimese maailmasõja aegse toidunappuse olukorras tõusis vajadus ja huvi taimetoitude vastu: neid tutvustati näitustel ja pakuti söögimajades. Toidukultuuri ja aianduse moderniseerumises avaldas olulist mõju Soome eeskuju. Eestvedajateks said Soome majapidamiskoolide kasvandikud ja soomlannadest õpetajad.

Kui varases nõuandekirjanduses oli tähtis koht moraalsetele argumentidel, siis sõdadevahelistel kümnenditel said kutseliste kodumajandusspetsialistide mõjul valdavaks teaduslikud ja majanduslikud kaalutlused. 1920.-30. aastatel levis Eestis ka üleskutseid minna üle täielikult taimetoidule või isegi ainult toortoidule. Huvi taimetoidu vastu ilmutasid peamiselt keskklassi linlased, maal püsisid talupoeglikud söömisharjumused ja suhtumine toidusse. 1930. aastate teisel poolel, mil suur osa perenaisi oli moodsa kodumajanduse põhimõtetega kursuste või ajakirjanduse vahendusel tutvunud, toimus siiski nihe uue toidukultuuri suunas.

## Loomse toiduga seotud müüdid

**Kersti Ehrlich-Peets**

BioCC OÜ

kersti.ehrlich-peets@ut.ee

Viimastel aastatel on palju kajastamist leidnud loomse toidu negatiivsed terviseefektid ning positiivne on jäänud tahaplaanile. Levima on hakanud trend, et inimesed vähendavad liha- ja piimatarbimist märkimisväärselt või loobuvad sellest sootuks. Ühelt poolt on selle taga ökoloogilised ja eetilised aspektid, teisalt aga küsitav uskumus, et liha ja piim pole tervisele kasulikud. Käesolev ülevaade keskendubki just viimasele ehk mis on levinumad väärarvamused, mis inimestel on seoses piima ja liha mõjudega tervisele. Ühtlasi leiavad alljärgnevalt kajastamist viimaste teadusuuringute tulemused selles valdkonnas.

Järjest rohkem leiab tõestust piimatoodete ja piimarasva kasulikkus südame-veresoonkonna haiguste seisukohast. Üks uusimaid suuri kohortuuringuid selles valdkonnas, mis hõlmas 21 riiki 5 erinevalt kontinendilt (*PURE study*) tõestas, et piimatoodete suurem tarbimine on seotud vähenenud suremusega südame-veresoonkonnahaigustesse, eriti selgelt väljendus see insuldi korral (Dehghan jt., 2018). Antud tulemust põhjendatakse asjaoluga, et piim sisaldab mitmesuguseid rasvhappeid ja bioloogiliselt aktiivseid ühendeid, mis omavad erinevaid biokeemilisi omadusi ja annavad mitmesuguseid metaboolseid vastuseid. Lisaks näitavad viimased metauuringud, et küllastatud rasvhapete tarbitud üldhulk üksinda pole seotud koronaarhaiguste, insuldi ega infarkti riski suurenemisega. Küllastatud rasvhapete tarbimise vähendamine andis positiivse tulemuse kardiovaskulaarsete haiguste seisukohast ainult juhul kui selle arvelt tõsteti polüküllastamata rasvhapete osakaalu (Nettelton, 2017).

Viimastes uuringutes seostatakse liigse liha teket hingamisteedes piimatoodete tarbimisega. Limaproduktsiooni peamiseks põhjustajaks arvatakse olevat  $\alpha 1$ -kaseiinist seedimise käigus tekkiv bioaktiivne  $\beta$ -kasomorfiiin-7. Samas pole piimatoodete liha tootmist soodustav mõju üheselt tõestatud. Teisalt, kui liigne liha hingamisteedes on ebasoovitav, siis seedetrakti kaitseks on liha olemasolu võtmetähtsusega (Trompette jt., 2003).

Sageli tuuakse loomse toidu mittetarbimiseks põhjus, et intensiivse karjakasvatuse tulemusel sinna sattunud kasvuhormoonid ja antibiootikumid

mõjuvad inimesele ebasoodsalt. Tegelikult pole kasvuhormoonid Euroopas probleemiks, kuna nende kasutamine on keelatud. Samuti on rangelt reguleeritud antibiootikumravi saavate loomade eraldamine tervetest ja käitlemine. Erinevaid hormone leiti vaid 0,18% proovidest ja antibiootikume 0,2% proovidest (EFSA, 2017). Lisaks on kasvuhormoon peptiidse struktuuriga, mis tähendab, et meie seedeenesüümid lammutavad ta kiiresti.

Üks levinud müüt väidab, et piima ja liha tarbimine põhjustab kaltsiumi kadu luudest ja suurendab osteoporootiliste murdude hulka. Selle väärteooria kohaselt on piim ja piimatooted „hapet produtseerivad toiduained“ ning lihas olevad väävlit sisaldavad aminohapped peaks samuti kaltsiumi organismist välja viima. Väävlit sisaldavate aminohapete kaltsiumi organismist välja viimise idee põhineb ilmselt väitel, et sulfaadid võivad seda teha. Samas on väävlit sisaldavad aminohapped ja sulfaadid keemiliselt totaalselt erinevad ning inimese ainevahetuskäitleb neid erinevalt. Tegelikult puudub teaduslik tõestus, et piim ja piimatooted võiks tekitada organismi sisekeskkonna hapestumist ja seeläbi kaltsiumi kadu luudest (Fenton jt., 2011). Lisaks ei saa öelda, et piimas leiduvad fosfaadid ja sulfaadid oleks luude ainevahetusele kahjulikud, kuna uriinis leiduv kaltsium ei peegelda kogu organismi kaltsiumi staatust ja fosfaadid ei oma negatiivset efekti kaltsiumi ainevahetusele (Fenton jt., 2009). Müüt, et piima tarbimine mõjub luudele halvasti on inspireeritud asjaolust, et ühiskondades, kus on kõrgem piimatoodete tarbimine, on ka rohkem luumurde. Selline väide pole aga paraku pädev, sest kahe nähtuse koosinemine ei tähenda automaatselt, et nende vahel on põhjuslik seos. Näiline seos kaob kui võtta arvesse veel mitmed tegurid mille poolest võrreldavad ühiskonnad erinevad nagu füüsiline töö (soodustab luukoe sünteesi), eksponeeritus päikesevalgusele (põhjustab vitamiin D sünteesi nahas) ja luumurdude diagnoosimise praktika (Fenton jt., 2011).

Sageli on räägitud palju ka liigse liha tarbimise vähki tekitavast toimest. Samas on see väide tugevalt üldistatud, kuna uurimistulemused on vastuolulised. Esiteks tuleb rääkida kindlatest vähiliikidest (eelkõige jämesoolevähk aga ka prostata ja rinnavähk), teiseks seostub see enam punase- ja eelkõige töödeldud lihaga (nt. praadimine, suitsetamine, valmistooted). Kolmandaks on jutt ikkagi liigsete koguste tarbimisest. Samuti ei ole lõpuni selged biokeemilised mehhanismid ning kuivõrd suur roll on liha töötlemisel tekkivatel toksilistel ühenditel ja valmistoodetes leiduvatel lisaainetel ning kui suur osakaal lihal endal kui sellisel. Lisaks tuleb arvestada ka liigse liha tarbimisega tavaliselt

kaasuvate ebatervislike toitumisharjumuste mõju nagu näiteks vähene kaitsvaid ühendeid sisaldavate toitude ja kiudainete tarbimine.

Kehtivate toitumissoovituste kohaselt loetakse liha- ja piimatooteid endiselt tasakaalustatud ja täisväärtusliku toitumise osaks.

## Kasutatud kirjandus

- Dehghan, M., Mente, A., Rangarajan, S., jt. 2018. Association of dairy intake with cardiovascular disease and mortality in 21 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. *Lancet*. 392:2288–97.
- EFSA (European Food Safety Authority), 2017. Report for 2015 on the results from the monitoring of veterinary medicinal product residues and other substances in live animals and animal products. EFSA Supporting publication. 14(11):EN-1150. 69 pp.
- Fenton, T.R., Lyon, A.W., Eliasziw M., Tough, S.C., Hanley, D.A. 2009. Metaanalysis of the effect of the acid-ash hypothesis of osteoporosis on calcium balance. *J. Bone Miner. Res.* 24:1835–1840.
- Fenton, T.R., Lyon, A.W., Eliasziw, M., Tough, S.C., Hanley, D.A. 2009. Phosphate decreases urine calcium and increases calcium balance: a meta-analysis of the osteoporosis acid-ash diet hypothesis. *Nutr. J.* 8:41.
- Fenton, T.R., Lyon, A.W. 2011. Milk and acid-base balance: proposed hypothesis versus scientific evidence. *J. Am. Coll. Nutr.* 30(5 Suppl 1):471S–5S.
- Nettleton, J.A., <sup>Brouwer</sup> I.A., Geleijnse, J.M., Hornstra, G. 2017. Saturated fat consumption and risk of coronary heart disease and ischemic stroke: A science update. *Ann. Nutr. Metab.* 70:26–33.
- Trompette, A., Claustre, J., Caillon, F., Jourdan, G., Chayvialle, J.A., Plaisancie, P. 2003. Milk bioactive peptides and  $\beta$ -casomorphins induce mucus release in rat jejunum. *J. Nutr.* 133:3499–503.

# Lipogeneesi ja lipolüüsi reguleerivate geenide avaldumine erinevas toitumuses holsteini tõugu lehmade rasvkoos poegimiseel ja -järgsel perioodil

**Hanno Jaakson\*, Priit Karis, Katri Ling, Maksim Runin, Meelis Ots**

*EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, söötmisteaduse õppetool*

\*hanno.jaakson@emu.ee

## Sissejuhatus

Suuretoodangulised lehmad ei suuda poegimisjärgsel söödaga rahuldada elatuseks ja piima tootmiseks vajamineva energia hulka, nende energiabilanss on negatiivne (NEB) ning energiadefitsiidi katmiseks kasutavad nad rasvkoos talletatud varutriglütseriide. Lehmade aretus suurema piimatoodangu suunas on kaasa toonud olukorra, kus varutriglütseriidide kasutamine on intensiivistunud ja NEB periood pikenenud (Jorritsma jt., 2003), mis on seotud poegimisjärgsete terviseprobleemide sh. ainevahetushaigustega (De Koster ja Opsomer 2013; Janovick jt., 2011). Varutriglütseriidide talletamise ja kasutamise vahelkorda rasvkoos reguleerib muuhulgas pankrease hormoon insuliin. Insuliin stimuleerib lipogeneesi e. varutriglütseriidide talletamist ja inhibeerib lipolüüsi e. viimaste kasutamist aktiveerides ja/või inhibeerides nende protsesside vahelkorda reguleerivate geenide avaldumist rasvkoos (Ji jt., 2012). Poegimisjärgsel, NEB tingimustes väheneb insuliini sekretsioon pankreasest ja selle tase lehma organismis on madal. Lisaks areneb välja insuliiniresistentsus (IR) - seisund, mille puhul kudede sh. rasvkoe tundlikkus insuliini lipogeensele toimele väheneb. Nii suunatakse poegimisjärgsel rasvkoe ainevahetus varutriglütseriidide talletamiselt nende kasutamisele.

Geenide avaldumisel sünteesitakse DNA lõigule vastav valk. Selle protsessi esimese etapi tulemuseks on DNAle komplementaarne mRNA, mille alusel sünteesitakse vastav valk. Käesolevas artiklis käsitleme geeni avaldumisena valgusünteesi esimest etappi ehk mRNA sünteesi (mRNA suhteline hulk).



Käesolevas uurimistöös püstitati järgmine hüpotees: poegimisjärgne IR kujunemine rasvkoos on seotud rasvkoe (varutriglütseriidide) hulgaga kinnisperioodil. Hüpoteesi kontrollimiseks seati eesmärgiks määrata nelja lipogeneesi ja lipolüüsi reguleeriva geeni [lipogeensed: lipoproteiini lipaas (*LPL*), rasvhapete transportvalk 1 (*SLC27A1*), diatsüülglütserooli atsüültransferaas 2 (*DGAT2*); lipolüütiline: hormoon-tundlik lipaas (*LIPE*)] avaldumist nahaaluses rasvkoos 21 päeva enne ja 21 päeva pärast poegimist kõhnadel, optimaalses toitumuses ja paksudel eesti holsteini tõugu lehmadel.

## Materjal ja meetodid

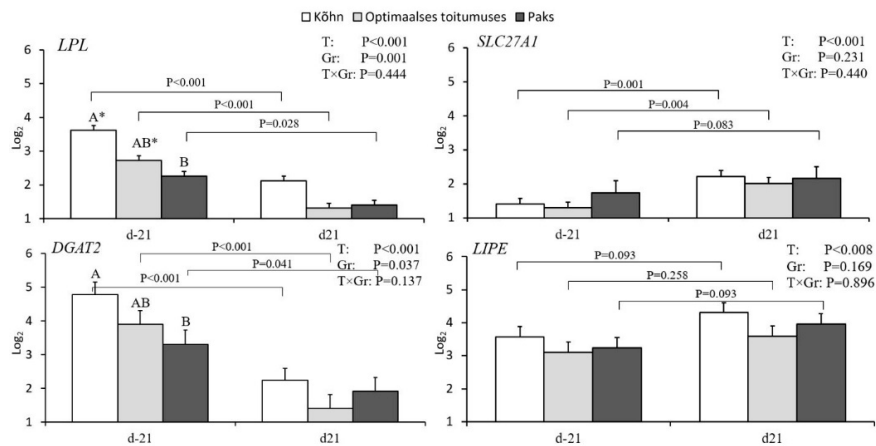
Katse viidi läbi Eesti Maaülikooli Märja katsefarmis korduvpoeginud eesti holsteini tõugu lehmadega (n=42). Lehmi söödeti kogu katseperioodi jooksul täisratsioonilise segasöödaga vastavalt tarbenormidele (Oll, 1995). Vastavalt neli nädalat enne loodetavat poegimist hinnatud toitumusele (ingl. k. body condition score – BCS) (Ferguson jt., 1994) jaotati lehmad kolme katserühma: BCS  $\leq 3,0$  (n=14) – kõhn, BCS=3,25-3,5 (n=14) – optimaalses toitumuses, ja BCS  $\geq 3,75$  (n=14) – paks. Rühmade komplekteerimisel viidi katselehmad kinnislehmade ühissulust katselauta lõaspidamisele, kus nad poegisid. Alates seitsmendast lüpsikorrast paigutati lehmad ümber vabapidamisele, kus neid lüpsiti kaks korda päevas. Rasvkoe proovid võeti päraluunukilt  $21 \pm 0,6$  päeva enne (-21p) ja  $21 \pm 0,2$  päeva pärast (21p) poegimist, külmutati koheselt vedelas lämmastikus ja säilitati kuni analüüsimiseni temperatuuril -80 C. Uuritavate geenide avaldumine (mRNA suhteline hulk) määrati kvantitatiivse pöördtranskriptsioonilise reaalaaja polümeraasi ahelreaktsiooni (ingl. k.: *quantitative real-time reverse-transcription-polymerase chain reaction* [RT-qPCR]) meetodiga. Hindamiseks aja ja rühma mõju uuritavatele geenidele kasutati statistikaprogramm R funktsiooni “lmer” segamudelit. Mõju olulisus defineeriti järgmiselt: statistiliselt oluline –  $P < 0,050$ ; tendents (trend) olulisusele –  $P < 0,100$ .

## Tulemused

Aeg (-21p vs. 21p) mõjutas ( $P < 0,010$ ) kõikide uuritud geenide avaldumist: *LPL* ja *DGAT2* mRNA suhteline hulk rasvkoos oli poegimisjärgselt (21p) väiksem ning *SLC27A1* ja *LIPE* mRNA suhteline hulk suurem võrreldes poegimiseelse perioodiga (-21p) (Joonis 1.). Väiksem *LPL* ja *DGAT2* ning suurem *LIPE* mRNA hulk näitavad, et 1) veres ringlevatest lipoproteiinidest vabastatakse rasvkoos

vähem (potentsiaalselt) rasvarakkude varutriglütseriidide koostisesse re-esterifitseeritavaid rasvhappeid, 2) potentsiaal varutriglütseriidide sünteesiks diglütseriididest ja rasvhapetest rasvarakkudes on vähenenud ja 3) rasvhapete vabanemine varutriglütseriididest on poegimisjärgselt võrreldes poegimiseelse perioodiga intensiivsem e. rasvkoe ainevahetuses domineerib lipolüüs. Suurem poegimisjärgne *SLC27A1* mRNA hulk rasvkoos viitab ühelt poolt suuremale potentsiaalile rasvhapete transpordiks rasvarakkudesse. Teisalt jäi see nõ. lipogeenne potentsiaal realiseerumata. Seda näitavad ka varasemad samadel lehmadel tehtud uuringud: lipolüüsi intensiivsuse markeri - esterifitseerimata rasvhapete (ingl. k. non-esterified fatty acids – NEFA) tase veres oli kõikides katserühmades 21p kõrgem kui -21p (Jaakson jt., 2018; Jaakson jt., 2016).

Katserühm e. BCS neli nädalat enne poegimist mõjutas kahe lipogeense geeni, *LPL* ( $P=0,001$ ) ja *DGAT2* ( $P=0,037$ ) avaldumist rasvkoos (Joonis 1). Rühmadevahelised erinevused ilmsid seejuures vaid perioodil -21p. Nii *LPL* kui ka *DGAT2* mRNA suhteline hulk rasvkoos oli sel perioodil suurim kõhnadel ja vähim paksudel lehmadel (Joonis 1), mis viitab paksude lehmade rasvkoe intensiivsemale lipolüüsile e. varutriglütseriidide kasutamisele. Ilmselt väheneb ülemäärase rasvavaruga lehmade rasvkoe tundlikkus insuliini lipogeensele toimele juba poegimiseelselt. Seda kinnitavad ka samadel lehmadel läbi viidud varasemad uuringud: paksude lehmade rühmas oli poegimiseelselt vere NEFA tase teiste katserühmadega võrreldes kõrgem (Jaakson jt., 2016) ja insuliini tase madalam. Lisaks eelnevale oli perioodil -21p tehtud glükoosi tolerantsi testi ajal insuliini kõveraalne pindala paksudel lehmadel suurem (Jaakson jt., 2018), mis viitab enam avaldunud IR-le ülemäärase rasvavaruga loomadel.



**Joonis 1.** Lipogeneesi [lipoproteiini lipaas (*LPL*), rasvhapete transportvalk 1 (*SLC27A1*), diatsüülglytserooli atsüültransferaas 2 (*DGAT2*)] ja lipolüüsi [hormoon-tundlik lipaas (*LIPE*)] intensiivsust reguleerivate geenide avaldumine (mRNA suhtelise hulga vähimruutude keskmised+standardvead) nahaaluses rasvkoos 21 päeva enne (d-21) ja 21 päeva pärast poegimist (d21) kõhnadel, optimaalses toitumuses ja paksudel eesti holsteini tõugu lehmadel. Erinevad tähed tulpdiaagrammil näitavad rühmadevahelist erinevust ( $P < 0,050$ ), tärnid tendentsi erinevusele ( $P < 0,100$ ). P-väärtused nurksulgudel näitavad toitumushinde rühmade poegimiseelse ja -järgse geenide avaldumise erinevuse statistilist olulisust, P-väärtused jooniste paremas ülannurgas näitavad üldist aja (T), katserühma (Gr) ja nende koosmõju (T×Gr) statistilist olulisust

## Järeldused ja kokkuvõte

Uuritud geenide avaldumine nahaaluses rasvkoos oli poegimiseelsel ja -järgsel perioodil erinev, kusjuures muutus oli kõikides katserühmades samasuunaline. Võrreldes poegimiseelse perioodiga nihkus varutriglytseriidide talletamise ja kasutamise e. lipogeneesi ja lipolüüsi vahekord rasvkoos poegimisjärgselt lipolüüsi suunas sõltumata sellest, milline oli lehmade toitumus kinnisperioodil.

Võrreldes teiste katserühmadega kaldus ülemäärases toitumuses lehmadel lipogeneesi ja lipolüüsi vahekord rasvkoos lipolüüsi suunas juba poegimiseelsel perioodil, mis näitab rasvkoos vähenenud tundlikkust insuliini lipogeneesile toimele, seega suuremat rasvkoos IR võrreldes kõhnade ja optimaalses rasvavaruga lehmadega.

Uuritud geenide poegimisjärgses avaldumises rühmadevahelisi erinevusi ei esinenud. Võimalik, et lipogeneesi ja lipolüüsi vahekorra regulatsioonis mängib käesolevas uuringus käsitletud geenidest olulisemat rolli mõni muu geen (geenid) või faktor (faktorid).

## Tänuavaldused

Käesolevat uuringut toetas Haridus- ja Teadusministeerium institutsionaalse uurimistoetuse projekti „Piimalehmade sigimine ja tervis“ (IUT8-1) raames.

## Kasutatud kirjandus

- De Koster, J.D., Opsomer, G. 2013. Insulin resistance in dairy cows. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 29:299–322.
- Ferguson, J.D., Galligan, D.T., Thomsen, N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77:2695–2703.
- Jaakson, H., Karis, P., Ling, K., Samarütel, J., Ots, M. 2016. Poegimisaegse toitumuse ja poegimisjärgse varulipiidide mobilisatsiooni seostest eesti holsteini tõugu lehmadel. *Konverents Terve loom ja tervislik toit 2016, 2.-3. märts, Tartu.* (Toim. Kass, M.) Tartu: Ecoprint, 49–55.
- Jaakson, H., Karis, P., Ling, K., Ilves-Luht, A., Samarütel, J., Henno, M., Jõudu, I., Waldmann, A., Reimann, E., Pärn, P., Bruckmaier, R.M., Gross, J.J., Kaart, T., Kass, M., Ots, M. 2018. Adipose tissue insulin receptor and glucose transporter 4 expression, and blood glucose and insulin responses during glucose tolerance tests in transition Holstein cows with different body condition. *J. Dairy Sci.* 101:752–766.
- Janovick, N.A., Boisclair, Y.R., Drackley, J.K. 2011. Parturient dietary energy intake affects metabolism and health during the periparturient period in primiparous and multiparous Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 94:1385–1400.
- Ji, P., Osorio, J.S., Drackley, J.K., Looor, J.J. 2012. Overfeeding a moderate energy diet prepartum does not impair bovine subcutaneous adipose tissue insulin signal transduction and induces marked changes in periparturient gene network expression. *J. Dairy Sci.* 95:4333–4351.
- Jorritsma, R., Wensing, T., Kruip, T.A.M., Vos, P.L.A.M., Noordhuizen, J.P.T.M. 2003. Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. *Vet. Res.* 34:11-26.

Oll, Ü., Tõlp, S. 1995. Põllumajandusloomade söötmissnormid koos söötade tabelitega. Vabariiklik Söötmissalase Uurimistöo Koordineerimise Komisjon. Tartu (Eesti Põllumajandusülikool), 186 lk.

## Veiste vaagnapõhja luukoe ja osteotsüütide pilootuuring

**Esta Nahkur<sup>1\*</sup>, Aimar Namm<sup>1,2</sup>, Taavi Torga<sup>2</sup>, Andres Arend<sup>2</sup>,  
Marina Aunapuu<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, veterinaarse bio- ja populatsioonimeditsiini õppetool

<sup>2</sup>Tartu Ülikool, bio- ja siirdemeditsiini instituut, anatoomia osakond

\*esta.nahkur@emu.ee

### Sissejuhatus

Looma luud on kogu eluaja pidevas ümberehitumises. Ümberkujunemine võimaldab luustikul vastavalt muutuvatele koormustele dünaamiliselt kohaneda uute tingimustega, säilitades samas luude mehaanilise tugevuse. Eriti on muutusi märgata luulises vaagnapõhjas, mis kõhuseina ühe kinnituskohana kannab siseorganite, ja emasloomadel ka udara raskust. Teisalt on vaagnapõhi jäsemelihaste kinnituskohaks ja sünnitusteeks.

Luukoe kohanemise ja mineraalse homöostaasi juhtijateks on luurakud ehk osteotsüüdid. Need moodustavad täiskasvanud looma luudes üle 90% kõigist rakkudest ning on küllaltki pikaajalised. Mineraliseerunud luumaatriksis asuvad osteotsüüdid on mehaanosensoreteks ning eritavad mitmeid luukoe moodustumist ja imendumist reguleerivaid signaalmolekule. Osteotsüütide tundlikkus on tugevalt mõjutatud nende morfoloogiast ja paiknemise suunast luukoos ning varieerudes vaagnapõhja erinevates osades. Kuid teaduskirjanduses vastavaid andmeid vaagnate kohta avaldatud pole

Teadupoolest on luuline põhi ealiselt kõige muutuvam piirkond emaslooma vaagnas. Seega oli antud uurimuse eesmärgiks teha kindlaks vaagnapõhja luurakkude kuju ning võrrelda saadud tulemusi mullikatel ja lehmadel.

### Materjal ja meetodika

Uurimistöös kasutati 3 mullika (vanus 1,5a) ja 5 vanema lehma (vanus 6,5–11,5a) värskelt rümbalt saetud vaagnapõhju. Histoloogilisteks uuringuteks võeti proovid neljast vaagnaliiduse piirkonnast: süleluukõbrestest, süleluu

kaudaalsete harude ja istmikuluuharude ühinemiskohast, liidusekõrgendist ja vaheistmikuluu-kehast. Proovide histoloogilised preparaadid värviti hematoksüliin-eosiin värvinguga, mikroskopeeriti ja pildistati Zeiss Axiophot 2 mikroskoobiga. Igal preparaadil loeti kahe uurija poolt 40x suurendusega 20-nes vaateväljas olevad osteotsüüdid.

## Tulemused

Preparaatides esines nii ümara kui pikliku kujuga osteotsüüte, mis olid reastatud mitmes eri suunas. Lehmadel oli vaagnaliiduse kaugelearenenuma luustumise tõttu luurakkude koguarv suurem kui mullikatel. Mullikatel esines uuritud piirkondades suhteliselt palju kõhrkude ja luukoes statistiliselt rohkem piklikke luurakke kui ümaraid (vastavalt  $49,4 \pm 4,50$  ja  $18,4 \pm 3,48$ ); pikliku kujuga osteotsüüte oli rohkem süle- ja istmikuluu ühinemiskohas ning liidusekõrgendis. Vanematel loomadel oli aga piklike osteotsüütide hulk suurem ka süleluukõstrukes.

## Järeldused

Luurakkude erisuunaline paigutus viitab erinevatele mehaanilistele koormustele, mida luukude vaagnas on talunud. Ümaraid luurakke oli rohkem piirkondades, mis polnud veel lõplikult luustunud ning kus koormus luudele oli ilmselt väiksem. Sünnituse seisukohalt on osaliselt luustunud alad aga olulised, võimaldades loote väljutamisel vaagnaõõne avardumist. Kirjanduse andmetel (van Oers jt., 2015; Wu jt., 2018) ongi ümarad rakud koormusele ja tõmbejõududele tundlikumad kui piklikud. Teisalt võib ümarate luurakkude rohkus viidata ka luutiheduse vähenemisele. Piklikud osteotsüüdid domineerisid enam luustunud vaagnapõhja piirkondades nagu liidusekõrgend ja vaheistmikuluu-keha; need alad on talunud enam mehaanilist pinget ning funktsionaalselt kohanenud udara massi kandmiseks, kuid on sünnitusel liikumatud. Erinevused osteotsüütide kujus ja asukohas olid ilmselt seotud erinevusega luutiheduses. Seega oli ümarate ja piklike luurakkude esinemine mullikatel ja lehmadel vaagnapõhja erinevates piirkondades vanusest ja füsioloogilisest seisundist sõltuv.

## Kasutatud kirjandus

- van Oers, R.F.M., Wang, H., Bacabac, R.G. 2015. Osteocyte shape and mechanical loading. *Curr. Osteoporos. Rep.* 13:61–66
- Wu, V., van Oers, R.F.M., Schulten, E.A.J.M., Helder, M.N., Bacabac, R.G., Klein-Nulend, J. 2018. Osteocyte morphology and orientation in relation to strain in the jaw bone. *Int. J. Oral Sci.* 10:2.

# Sigade Aafrika katku viiruse Eestis ringlevate tüvede molekulaarne iseloomustus

**Annika Vilem<sup>1,2\*</sup>, Imbi Nurmoja<sup>1,2</sup>, Taavi Riit<sup>1</sup>, Arvo Viltrop<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Veterinaar- ja Toidulaboratoorium

<sup>2</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, veterinaarse bio- ja populatsioonimeditsiini õppetool

\*annika.vilem@student.emu.ee

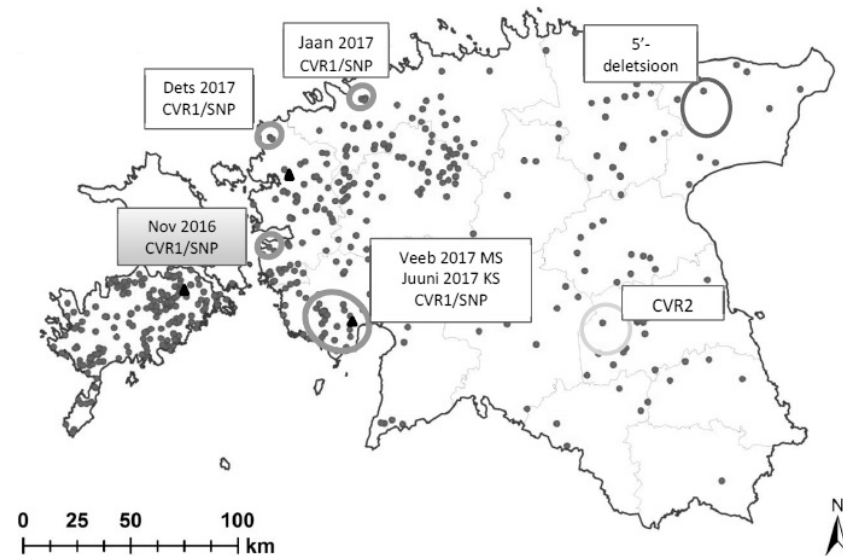
Sigade Aafrika katku (SAK) viiruse genotüübi II levik Ida-Euroopas sai alguse 2007. aastal Gruusiast. Pärast haiguse ulatuslikku levikut Taga-Kaukaasia riikides, Vene Föderatsioonis ja Valgevenes diagnoositi esimene SAK-i juhtum Euroopa Liidus 2014. aasta jaanuaris Leedus. Eestis tuvastati SAK esmakordselt 2014. aasta septembris. Veterinaar- ja Toidulaboratoorium (VTL) on koostöös Euroopa Liidu referentlaboratooriumiga (EURL) SAK alal (CISA-INIA, Hispaania) iseloomustanud molekulaarselt osa perioodil 2014-2017 mets- ja kodusigadelt leitud SAK viiruse isolaatidest kasutades standardiseeritud genotüüpiseerimisprotokolle. Lisaks on Saksamaal Friedrich-Löffler-Institut's (FLI) teostatud teatavate SAK-i viirustüvede täisgenoomne sekveneerimine.

Üks olulisemaid markereid SAK viiruse tüvede geneetiliste erinevuste iseloomustamiseks on viiruse B602L geenis olev keskne muutlik piirkond (ingl. k. *central variable region* - CVR). Enne Eestisse sisenemist oli Poolas ja Baltimaades ringlevate viiruse tüvede seas leitud vaid üks CVR variant (GII-CVR1). Sama variant oli alates 2007. aastast levinud ka kõigis teistes taudistunud Ida-Euroopa riikides. 2015. aasta suvel kinnitas EURL uue SAK-i viiruse II genotüübi CVR variandi (GII-CVR2) leiu Lõuna-Eestis Tartumaal. Uus CVR variant oli tekkinud suure deletsiooni ehk kao tagajärjel B602L geenis (CVR2- ligikaudu 350 bp; CVR1- ligikaudu 400 bp). Järjestuste analüüs näitas, et geenideletsiooni tulemuseks oli kolme aminohappe tetrameersete korduste (CASMCADTNVDT) deletsioon. Täiendavad uuringud teostati VTL-s ning EURL-s, kus analüüsiti kogu Eestist kogutud SAK-i viiruse tüvede geeni B602L CVR järjestusi. Tulemustest selgus, et uus variant GII-CVR2 on levinud ainult metssigade hulgas piiratud alal Tartumaal ja seda lühikese perioodi vältel (2015. ja 2016. aastal). 2017. ja 2018. aastal kogutud viirustüvede seast GII-CVR2 varianti tuvastatud ei ole.

2017. aastal tuvastati EURL-is ühes GII-CVR1 viirustüves CVR-s punktmutatsioon (ingl. k. *single nucleotide polymorphism* - SNP), kus guaniin oli asendunudalaniiniga. Nimetatud mutatsioon on tinginud ka aminohappe muutuse (tsüsteiin-C asemel kodeeritakse türosiini-Y). Punktmutatsiooniga viirus isoleeriti esmakordselt 2017. aasta jaanuaris Harjumaal kütitud metssealt. Täiendavate uuringute tulemusena selgus, et GII-CVR1/SNP tüved olid levinud ka Lääne- ja Pärnumaal, seejuures kõige varasem leid pärines 2016. aasta novembrist Läänemaalt. SAK-i viiruse GII-CVR1/SNP põhjustas ka ühe puhangu kodusigadel 2017. aasta juunis Pärnumaal. Sama viirustüve levik piirkonna metssigadel tuvastati 2017. aasta mais kogutud proovidest.

Kolmas teadaolev SAK-i viiruse mutatsioon Eestis leiti 2014. aasta sügisel Ida-Virumaal tsirkuleerinud viirustüve täisgenoomse sekveneerimise tulemusel Saksamaal FLI-s. Analüüsi käigus tuvastati viiruse genoomi 5' otsas ulatuslik deletsioon (ligikaudu 15 kb) ning genoomi ümberorganiseerimine (3' otsast ligikaudu 7200 nukleotiidi sidumine ümberpööratult 5' otsa, millega kaasnes 10 geeni dubleerimine). Selline ulatuslik genoomi ümberorganiseerimine on varasemates uuringutes näidatult olnud seotud SAK-i viirustüvede atenuatsiooniga. Nimetatud mutatsiooni avastamiseks töötati FLI-s välja PCR meetod. Selle protokollil alusel läbi viidud sõeluuring näitab, et Eestis 2014-2017 tuvastatud viirustüvede hulgas levis deletsiooniga tüvi ainult Ida-Virumaal suhteliselt väikesel territooriumil. Antud tüve on tuvastatud seni vaid 2014. aastal kogutud proovidest.

Vaatamata SAK-i viiruse suhteliselt aeglasele evolutsioonile, viitavad Eestis kogutud uurimistulemused, et teatud muutused võivad viirustüvedes tekkida väikesel territooriumil (vähem kui 45 000 km<sup>2</sup>) suhteliselt lühikese aja jooksul. Nimelt tuvastati esimene mutatsioon aasta pärast viiruse avastamist Eestis. Taoliste muutuste avastamine nõuab järjepidevat uute leidude molekulaarset kirjeldamist. Molekulaargeneetilised uuringud on jätkuvalt olulised, sest aitavad mõista, kuidas mõjutab viiruse evolutsioon (nt atenuatsioon) tüvede tekkimine epideemia kulgu. Sigade Aafrika katku viiruse evolutsioon ei ole täielikult selge, eriti põhjamaistes tingimustes, mistõttu nõuab edasisi uuringuid, sealhulgas uute geneetiliste markerite leidmist genoomis.



**Joonis 1.** Sigade Aafrika katku (SAK) viiruse geneetiliselt erinevate variantide levik Eestis. Täpid tähistavad SAK juhtusid metssigadel (MS) 2017. aastal; kolm-nurgad tähistavad SAK juhtusid kodusigadel (KS) 2017. aastal; sõõrid tähistavad kolme erineva geneetilise variandi ligilähedast levikuala

## Kasutatud kirjandus

- Gallardo, C., Mwaengo, D.M., Macharia, J.M., Arias, M., Taracha, E.A., Soler, A., Okoth, E., Martin, E., Kasiti, J., Bishop, R.P. 2009. Enhanced discrimination of African swine fever virus isolates through nucleotide sequencing of the p54, p72 and pB602L (CVR) genes. *Virus Genes* 38:85–95.
- Gallardo, C., Fernández-Pinero, J., Pelayo, V., Gazaev, I., Markowska-Daniel, I., Pridotkas, G., Nieto, R., Fernández-Pacheco, P., Bokhan, S., Nevolko, O., Drozhzhe, Z., Perez, C., Soler, A., Kolbasov, D., Arias, M. 2014. Genetic Variation among African Swine Fever Genotype II Viruses, Eastern and Central Europe. *Emerg. Infect. Dis.* 20:1544–1547.
- Nurmoja, I., Petrov, A., Breidenstein, C., Zani, L., Forth, J.H., Beer, M., Kristian, M., Viltrop, A., Blome, S. 2017. Biological characterization of African swine fever virus genotype II strains from north-eastern Estonia in European wild boar. *Transbound. Emerg. Dis.* 64:2034–2041.

Zani, L., Forth, J.H., Forth, L., Nurmoja, I., Leidenberger, S., Henke, J., Carlson, J., Breidenstein, C., Viltrop, A., Höper, D., Sauter-Louis, C., Beer, M., Blome, S., 2018. Deletion at the 5'-end of Estonian ASFV strains associated with an attenuated phenotype. *Sci. Rep.* 8, 6510.

# Kinnislehmade toitumuse ja energia söömuse vaheline seos

Priit Karis\*, Meelis Ots

EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, söötmisteaduse õppetool

\*priit.karis@emu.ee

## Sissejuhatus

Lehma toitumuse määramisega on võimalik hinnata looma rasvkoe suurust ehk looma varuenergia hulka. Kuna rasvkude mõjutab suuresti laktatsiooni edukust (nt. läbi varuenergia hulga ja rasvkoe hormoonide) on toitumuse määramisel tähtis praktiline väljund. Ühelt poolt on piisav varuenergia hulk vajalik selleks, et tagada lehmadel maksimaalne piimatoodang ja optimaalne tiinestuvus, teiselt poolt võib aga liigne varuenergia kasutamine vähendada poegimise järgset söömust ning suurendada rasvade kasutamisega seotud ainevahetushaiguste esinemissagedust (Roche jt., 2009). Euroopas (v.a Ühendkuningriigid) ja Ameerika Ühendriikides kasutatakse kõige enam Ferguson jt. (1994) poolt valideeritud meetodikat, skaalaga 1-5 palli ja astmega 0,25, kus 1 on äärmisel kõhn ja 5 rasvunud loom. Eesti Maaülikooli söötmisteaduse õppetooli poolt läbi viidud uurimuste järgi võib eesti holsteini tõugu lehmade sobivaks toitumuseks poegimisel pidada vahemikku 3,25-3,5. Sobiv toitumus soovitatakse saavutada juba kinnijätmise hetkeks ja see peaks jääma samaks kuni poegimiseni (Drackley ja Cardoso, 2014).

Keskmiseks lehmade kinnisperioodi pikkuseks peetakse 60 päeva, millest esimesed 39 päeva on puhkeperiood (ingl. k. *far-off*) ja ülejäänud 21 päeva on lehmadenntesootmine ehk järgmiseks poegimiseks ettevalmistamise periood (ingl. k. *close-up*). Lehmade söötmine kinnisperioodil peab olema kooskõlas sobiva toitumushinde säilitamisega. Arvestada tuleb söömuse ja sööda kuivaines sisalduvat energia ja toitainete hulka. Puhkeperioodil moodustab lehmade kuivaine söömuse ca 1,8...2,0% kehamassist, poegimiseelselt see väheneb ca 1,0...1,5%-ni ja vahetult enne poegimist langeb see alla 1% (Ingvarsen ja Andersen, 2000). Selleks, et säiliks lehmade toitumus kinnisperioodil peab neile päevas söödeta energia ja toitainete hulk jääma kas samaks või suurenema ainult loote kasvu ja ternespiima moodustamiseks vajaminevate toitefaktorite vajaduse arvelt. Sellest tulenevalt peab kinnislehmade söödaratsioon puhkeperioodil sisaldama vähem ja poegimise eelselt rohkem toitefaktoreid.

Uurimuse eesmärgiks oli välja selgitada puhkeperioodil söödeta energiahulk päevas, mis toetaks sobiva toitumuse säilitamist kõrge aretusväärtusega eesti holsteini tõugu lehmadel.

## Materjal ja meetodid

Tootmiskatse viidi läbi Torma Põllumajandusosaühingus eesti holsteini tõugu kinnislehmadega (n=170). Katset rahastati MAK meetme 16.2 projekti „Kinnisperioodi söötmissstrateegia väljatöötamine kõrge aretusväärtusega piimakarjale“ raames. Kinnijäätavatest lehmadest moodustati ajavahemikul detsember 2016 kuni mai 2018 kokku kuus katsegruppi, kelle grupisisene loodetava poegimise vahemik langes enam-vähem 30-ne päevasesse perioodi. Katsegruppide söödaratsioonid koostati arvestusega, et puhkeperioodil söödeta metaboliseeruva energia hulk lehma kohta päevas oleks vastavalt 85, 100 või 115 MJ. Kõigi kolme söödaratsiooni mõju kontrolliti kahel korral. Katselehmide söödeti täisratsioonilise segasöödaga *ad libitum* (tabel 1). Katses kasutatud söödapartiid analüüsiti EMÜ VLI söötmisteaduse õppetooli söödalaboris, kasutades Euroopa Liidus üldtunnustatud analüüsimeetodikaid.

Katselehmade toitumust hinnati Ferguson jt. (1994) meetodika alusel kinnijätmisel (ligikaudu 60 päeva enne loodetavat poegimist) ja ettesöötmise gruppi viimisel (u 21 päeva enne loodetavat poegimist). Katseandmed töötlemiseks kasutati tabelarvutusprogrammi MS Excel 2016.

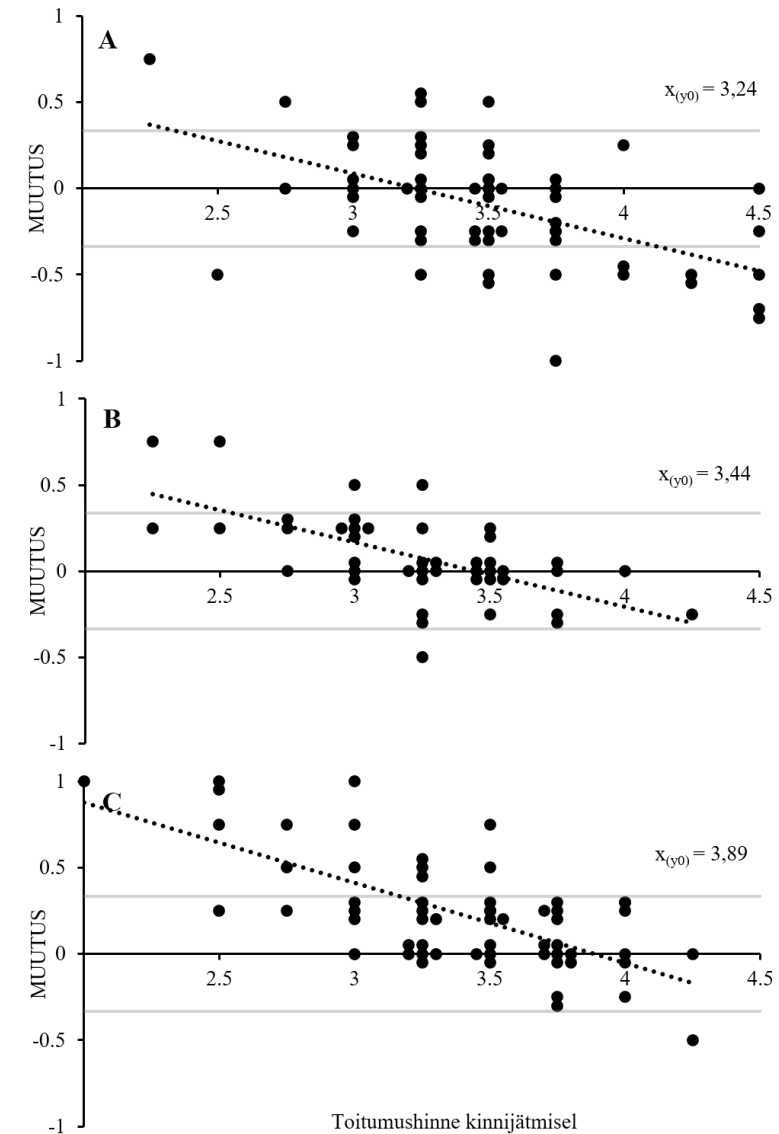
**Tabel 1.** Puhkeperioodi söödaratsioone iseloomustavad näitajad

Näitaja	85 MJ katsegrupp	100 MJ katsegrupp	115 MJ katsegrupp
Söötade osatähtsus kinnislehmade söödaratsiooni kuivaines, g/kg			
Silo	511	824	716
Hein ja/või põhk	373	93	22
Odrajahu ja/või konservvili	0	41	242
Rapsikook ja/või sojašrott	96	23	1
Mineraalsööt	20	19	19
Toitefaktorite sisaldus kinnislehmade söödaratsiooni 1 kg kuivaines			
Metaboliseeruv energia, MJ	8,69	9,22	10,10
Proteiin, g	131	131	145
Metaboliseeruv proteiin, g	76	75	84
Vatsa proteiinibilanss, g	2,5	3,1	3,0
Toorrasvasisaldus, g	31	33	31

## Tulemused ja arutelu

Lehmade poolt tarbitud energia hulk päevas on seotud nii söödaratsiooni energeetilise tiheduse kui kuivaine söömusega. Arvestuslikult söid lehmad segasööda kuivainet vastavalt katsegruppides 85 MJ, 100 MJ ja 115 MJ keskmiselt 9,9 kg, 10,5 kg ja 10,8 kg päevas. See erines mõnevõrra planeeritud, mistõttu lehmade tegelik metaboliseeruva energia söömused oli  $86 \pm 0,5$  MJ,  $97 \pm 0,2$  MJ ja  $109 \pm 0,7$  MJ ning metaboliseeruva proteiini söömused  $756 \pm 4,8$  g,  $791 \pm 3,4$  g ja  $909 \pm 5,8$  g päevas. Sellele vaatamata eristusid katsegrupid söödud metaboliseeruva energia ja proteiini koguse poolest ning tagasid järelduste tegemiseks piisava erinevuse kolme katsegrupi vahel.

Lehmade toitumus ei allu vaid sööda energiakontsentratsioonile, vaid ka pidamisest (nt. söödalava pikkus), keskkonnast (nt. haigustekitajad) ja loomast (nt energia kasutamise efektiivsus) tulenevatele teguritele. Individuaalne söötmine ei ole tootmisettevõttes võimalik ning söötmissupri toitainete tarbed arvutatakse söötmissupri „keskmise lehma“ järgi. See põhjustab toitumuse varieeruvust karjas, näiteks laktatsiooni lõpus ehk kinnijäämisel, mida iseloomustab joonisel 1 punktide hajuvus piki x-telge. Lisaks sõltub energiatarve looma ainevahetusmassist ehk ainevahetuses aktiivselt osalevate organite ja kudede massist. Siinkohal tuleb eraldada rasvavaba kehamassi ja rasvkoe massi. Katses osalenud loomade kõrgus ja pikkus oli sarnane ja sellest tulenevalt võib eeldada, et enamus ainevahetusmassi erinevusest on tingitud rasvkoe massist (toitumusest). Suurema rasvkoega loomad vajavad toitumuse säilitamiseks rohkem energiat kui kõhnemad loomad ning teatud energiahulk, sama rasvavaba kehamassi korral, tagab sellele vastava keskmise rasvkoe massi (toitumuse).



**Joonis 1.** Toitumushinde muutus puhkeperioodil sõltuvalt metaboliseeruva energia söömusest: A – 85 MJ/p, B – 100 MJ/p, C – 115 MJ/p.  $X_{(y0)}$  tähistab regressioonsirge lõikepunkti x-teljega. Hallide horisontaalsirgetega on tähistatud toitumushinde muutus üle 0,25 palli



Joonisel 1 on esitatud lehmade toitumushinne kinnijätmisel (x-telg) ning selle muutus kinnislehmade puhkeperioodil (y-telg), kinnijätmisest ettesötmiseni, sõltuvalt energia söömusest (A – 85 MJ/p, B – 100 MJ/p, C – 115 MJ/p). Punktid x-teljel tähistavad loomi kelle toitumus nimetatud perioodil ei muutnud ning teljest üleval või all olevad punktid loomi, kelle toitumus kas vastavalt tõusis või langes. Ühe hindaja korral ei ole Ferguson jt. (1994) meetodika piisavalt tundlik, et pidada 0,25 pallist toitumushinde kõikumist rasvkoe massi muutuseks, sageli puudub nii väiksel kõikumisel ka praktiline tõlgendus. Seetõttu saab alles 0,5 pallist või sellest suuremat muutust pidada rasvkoe vähenemiseks või suurenemiseks. Kõikide energiatasemete korral esines kinnijätmise toitumushinde ja selle puhkeperioodi muutuse vahel negatiivne seos, ehk kõhnad loomad kasvatavad rasvkoe massi ja paksud, vastupidi, kaotavad rasvkoe massi. Kuid iga energiataseme korral on regressioonsirge löikepunkt (joonisel tähistatud „ $x_{(y0)}$ “) x-teljega erinev. Nimetatud löikepunkti saab tõlgendada kui toitumushinnet, mida teatav energiasöömus keskmiselt toetab. Seega päevane energiasöömus vahemikus 86 MJ kuni 97 MJ toetab keskmiselt eesti holsteinile poegimisel sobivat toitumushinnet, vastavalt 3,24 ja 3,44 ning energiasöömus 109 MJ viib rasvumiseni. Samas oli sobiva toitumushinde vahemikus (3,25 – 3,5) 85 MJ katsegrupis variatsioon suurem kui 100 MJ katsegrupis.

## Järeldused ja kokkuvõte

Uurimustööst selgus, et katsegrupis 100 MJ oli sobivas toitumuses (3,25 – 3,5) lehmade toitumushinde muutuse variatsioon puhkeperioodil kõige väiksem ja toitumushindega 3,44 lehmade toitumus ei muutunud. Sellest tulenevalt võib sobiva toitumushinde hoidmiseks pidada õigeks kui lehmadele söödetakse sellele perioodil ca 100 MJ metaboliseeruvat energiat päevas.

## Kasutatud kirjandus

- Drackley, J.K., Cardoso, F.C. 2014. Prepartum and postpartum nutritional management to optimize fertility in high-yielding dairy cows in confined TMR systems. *Animal*, 8:5–14.
- Ferguson, J.D., Galligan, D.T., Thomsen, N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77:2695–2703.

Ingvarsen, K.L., Andersen, J.B. 2000. Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. *J. Dairy Sci.* 83:1573–1597.

Roche, J.R., Friggens, N.C., Kay, J.K., Fisher, M.W., Stafford, K.J., Berry, D.P. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J. Dairy Sci.* 92:5769–5801.

# Lammaste käitumiseelistused aastaringsel väljaspidamisel madalate õhutemperatuuride korral mahefarmides

Peep Piirsalu<sup>1</sup>, Tanel Kaart<sup>2</sup>, Irje Nutt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, söötmisteaduse õppetool

<sup>2</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, tõuaretuse ja biotehnoloogia õppetool

\*peep.piirsalu@emu.ee

## Sissejuhatus

Lammaste pidamisviiside osas on viimastel aastakümnetel toimunud Eestis ja selle lähiriikides muutused nii tavatootmisfarmides kui mahelambakasvatustes. Kui varasemalt peeti talvel lambaid laudas, siis tänapäeval on hakatud lambaid järjest enam pidama väljas. Väljas ei peeta lambaid ainult karjatamisperioodidel, vaid ka talvistes tingimustes külmemal ajal. Mahepõllumajandusliku loomakasvatuse nõuete järgi peab lammastel olema aastaringselt võimalus pääseda jalutusale, kui see on looma tervisliku seisundi, ilmastikutingimuste ja maa seisundi poolest võimalik (Mahepõllumajandusliku loomakasvatuse nõuded, RTL 2001, 74, 1009). Jalutusladad peavad tagama piisava kaitse vihma, tuule, päikese ja äärmuslike temperatuurikõikumiste eest lähtudes ilmastikutingimustest ning võivad selleks olla osaliselt kaetud. Kui loomade loomakasvatushoones pidamise süsteem võimaldab loomadele talvel piisavalt liikumisvabadust, ei pea loomi talvekuudel jalutusladadele laskma olenevalt loomade liigist ja east. Lammaste pideva väljaspidamise kohta mahepõllumajanduse reeglid midagi otseselt ei sätesta. Uluklambad on looduses aastaringselt väljas ja nad on sellega hästi kohastunud. Kuid looduses jäävad ellu vaid tugevamad. Loomakasvatustes soovitakse vähendada loomade surevust parandades farmiloomade pidamis- ja söötmistingimusi.

Maheloomakasvatustes on loomade heaolu esmane prioriteet ja seda püütakse saavutada pakkudes loomadele tingimusi, mis võimaldavad

nendele võimalikult loomuomast käitumist (Mittra, 2009). Kuid seejuures tuleks arvestada ka loomade valikut erinevate pakutavate võimaluste vahel, millega arvestamine oleks omakorda aluseks uute ja paremate pidamisviiside juurutamiseks (Verhoog jt., 2002). Samas on teaduslikku informatsiooni selle kohta, mida lambad tegelikult eelistavad ja kuidas nad kindlates tingimustes käituvad, küllaltki vähe. Kui otsida kaasaegset teaduskirjandust, siis lammaste käitumiseelistuste uuringud viivad üksikute farmi sisustuselementide (põrandakate: Færevik jt., 2005), õhutemperatuuri, söötmise ja vaksineerimise koostõu uuringutele (Bessel jt., 2014). Kuid puuduvad uuringuid, kus püütakse välja selgitada lammaste käitumiseelistusi viibida laudas või välitingimustes. Eriti oluline on teada loomade käitumiseelistusi äärmuslikes tingimustes (madal õhutemperatuur, tugev tuul, sademed, lumi jmt.), mis aitaksid välja selgitada loomadele ebasobivad tingimused ning võimaldaksid paremini kavandada loomade soovidest lähtuvat pidamistehnoloogiat.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada uttede käitumiseelistused viibida laudas või välitingimustes jalutuslal erinevate kliimatiliste parameetrite korral ja tuua välja lammastele ebasobivad kliimatingimused talvisel ajal.

## Materjal ja meetodid

Katsed viidi läbi kahes mahelambafarmis (farm A, farm B), kus lambaid peeti aastaringselt välitingimustes. Mõlemas lambafarmis viibisid lambad kevadel, suvel ja sügisel karjamaadel erinevates koplites. Talvisel perioodil peeti lambaid ööpäevaringselt laudaga ühenduses oleval jalutuslal, kus lammastel oli pidev vaba võimalus liikuda jalutuslalt külmlauda/polütunnelisse. Selline lammaste pidamistehnoloogia on tavapärane nii Eesti tava- kui mahelambafarmides.

## Farmide kirjeldus

Farm A asub Tartumaal ja ettevõttes peetakse eesti valgepealist tõugu lambaid (2017. aastal 260 utte, 2018. aastal 170 utte). Tavapärase pidamistehnoloogia järgi langeb aastas karjatamisperioodile ligikaudu 260 päeva, mil lambaid karjatatakse rotatsiooni korras elektrikarjusega tarastatud viies erinevas koplis. Nii 2017 kui 2018. aasta detsembris ja jaanuaris, kui karjamaad olid kaetud lumikattega, söödeti koplites lisaks rulliheina. Karjamaad on kokku 20 hektarit. Külmlauda juurde toodi lambad ilma halvenedes (10. detsembril 2016; 15. jaanuaril 2018). Külmlaudas on lamamisala kaetud põhu ja heina allapanuga,

lamamisala pindala oli külmlaudas 240 m<sup>2</sup>. Lambad olid lauda juures 2017. aastal ligikaudu 150-l päeval ja 2018. aastal ligikaudu 105 päeval, mil nad said vabalt valida jalutusosalal või külmlaudas viibimise vahel. Ka lammaste jalutusala on kaetud põhust ja heinast allapanuga ning selle kogupindala on 520 m<sup>2</sup>. Kuna heinapalle hoitakse väljas, siis kasutatakse allapanuks põhu kõrval ka söötmiseks sobimatut heina. Lammaste pügamine oli nii 2016., 2017. kui ka 2018. aastal augustis. Uttede poegimisperiood algas 2017. aastal 1. aprillil, 2018. aastal 5. märtsil ning kestis ligikaudu 30-40 päeva. Poeginud utt koos tallega paigutati külmlaudas asuvasse individuaalsulgu, kus nad viibisid koos üks-kaks päeva enne üldkarja laskmist. Talvisel perioodil söödeti lambaid heina, silo, melassi, keedusoola ja mineraalsööda seguga. Silo söödeti 2017. aastal jalutusosalal, kuid heina ja melassi nii laudas kui jalutusosalal. Järgneval 2018. aastal söödeti kõiki söötasid nii laudas kui jalutusosalal. Lambaid joodeti külmumiskindla jooturiga külmlaudas.

Farm B asub Viljandimaal ja ettevõttes on samuti eesti valgepealist tõugu lambad. Selle farmi lammaste pidamistehnoloogia oli üldiselt sarnane farmiga A. Peamine erinevus oli selles, et külmlaudana oli kasutusel firma McGregor polütunnel mõõtmetega 9×18 m, lamamisalaga 162 m<sup>2</sup>. Ettevõttes oli 2018. aastal kokku 280 põhikarja utte, kes olid talvisel perioodil jaotatud kahte rühma. Ühte rühma (121 utte) hoiti polütunneli juures, kus teostati vaatluskatsed ja teist rühma (159 utte) külmlauda juures, kus vaatluskatseid ei tehtud. Tavapraktika järgi toodi lambad karjamaakoplitest polütunneli/külmlauda juurde hiljem, alles veebruaris – seega ligikaudu üks kuu enne loodetavat poegimist, sest poegimisperiood algas 2018. aastal 23. märtsil. Alates novembrist alustati karjamaal silo ja heina lisa söötmist. Selles ettevõttes olid lambad välitingimustes karjamaadel ligikaudu 290 päeva alates aprilli lõpust kuni veebruari keskpaigani, sealhulgas ka külmal jaanuarikuu ja veebruarikuu päevadel. Polütunneli/külmlauda juures peeti lambaid vaid 75 päeva, mille sisse jäi uttedel tiinuse viies kuu, poegimine ja imetamisperioodi esimene kuu. Poeginud utt koos tallega paigutati polütunnelis asuvasse individuaalsulgu, kus nad viibisid koos üks-kaks päeva enne üldkarja laskmist. Karjakoplid on tarastatud traatvõrgust tehtud taradega. Lammaste söötmine külmlaudas pidamise ajal toimus silo, heina, lakukivi ja mineraalsöödaseguga nii jalutusosalal kui polütunnelis. Jootmine toimus looduslikust kraavist kui vesi ei olnud külmunud. Kui kraavivesi oli külmunud, sõid lambad lund. Uttesid pügati 2017. aastal juunis ja 2018. aastal juulis. Jalutusala pindala oli ligikaudu 900 m<sup>2</sup>

ja allapanuna kasutati nii jalutusosalal kui polütunnelis heinarulli pealmises kihis olevat heina. Allapanu kihi paksus pidamisperioodi lõpus oli ligikaudu 30 cm.

## Vaatluskatsete korraldus

Et välja selgitada lammastele ebasobivad ilmastikutingimused, korraldati uttede vaatluskatsed talvisel perioodil, mil lambaid peeti laudaga ühenduses oleval jalutusosalal. Sel ajal oli lammastel pidev valikuvõimalus viibida välitingimustes jalutusosalal või külmlaudas/polütunnelis.

Vaatlusei alustati projekti algusfaasis 2017. aastal vaid farmis A, kus alustati vaatluskatsetega 30. märtsil ja vaatlused kestsid kuni 26. aprillini, kokku kahekümne kaheksal vaatluspäeval. Järgneval 2018. aastal toimusid vaatlused juba mõlemas farmis. Farmis A toimusid vaatlused 16. jaanuarist kuni 4. maini, kokku 91-l päeval ja farmis B alates 6. märtsist kuni 23. aprillini, kokku 49-l päeval.

Lammaste eelistuste teadasaamiseks paigaldati akudega varustatud rajakaamerad LTL-6310 Acorn (2017 a. farmis A), Wild Guarder WG-890-3G (2018. a. farmis A ja B) lammaste külmlauda/polütunnelisse ning need fotografeerisid lambaid ööpäevaringselt üks kord tunnis.

Seega saadi ühe ööpäeva kohta 24 fotot ja nii kogu uurimisperioodi kestel. Hiljem loendati fotode alusel külmlaudas/polütunnelis olevate lammaste arv igal tunnil. Moodustati andmefail Excelis, kus oli kirjas iga päeva ja iga tunni löikes uttede koguarv, uttede arv ja protsent jalutusosalal ning uttede arv ja protsent varjualuses. Paralleelselt selle infoga lisati meteoroloogilised andmed vaatlushetkede kohta, milleks kasutati Jõgeva meteoroloogiajaama (farm A) ja Viljandi jaama ning Massumõisa jaama (farm B) andmeid. Meteoroloogilistest andmetest koguti iga tunni kohta: õhutemperatuur, tuule suund (kraadides), tuule tugevus (m/s), maksimaalne tuulepuhang (m/s), tuulekülm/tajutav temperatuur, õhu relatiivne niiskus (%), õhurõhk (hPa). Samuti saadi andmed pilvisuse (1 – selge, 2 – lauspilves, 3 – vahelduv pilvisus; 4 – udu) ja sademete (1 – vihm, 2 – lumi, 3 – lörts, 4 – sademeteta) kohta.

Uuringu tulemusena saadud andmebaas sisaldas farmis A 2017. aasta kohta 646 vaatlust 260 utega. Aastal 2018 koguti farmi A kohta 1888 vaatlust ja keskmine loomade arv oli 144 utte. Tehniliste probleemide tõttu ei toimunud vaatluseid 2018. aastal ajavahemikus 17.- 25. jaanuar ja 28. märts - 4. aprill.

Farmis B toimusid uuringud 2018. aastal, kui sooritati 1144 vaatlust, loomade arv oli kõigil päevadel 121. Kokku sisaldas andmefail kahe aasta ja kahe farmi kohta 3678 vaatlust.

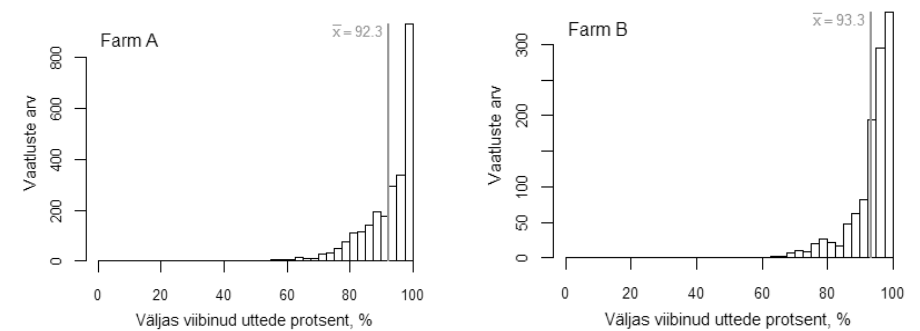
## Statistiline analüüs

Statistiline andmeanalüüs ja jooniste konstrueerimine viidi läbi statistikaprogrammis R 3.3.3 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). Seoseid väljas viibinud uttede protsendi ja meteoroloogiliste näitajate vahel uuriti lineaarse korrelatsioonanalüüsiga, võimalike mittelineaarsete seoste tuvastamiseks kasutati lokaalselt kaalutud silumismeetodit (LOESS). Meteoroloogiliste näitajate võrdlemiseks sõltuvalt väljas viibinud uttede hulgast (uttetid väljas  $\leq 70\%$ , 71-80%, 81-90% ja 91-100%) konstrueeriti kaundiagrammid (ingl. *beanplots*), meteoroloogiliste näitajate keskmiste võrdlemiseks kasutati dispersioonanalüüsi ja Tukey *post-hoc* testi.

## Tulemused ja arutelu

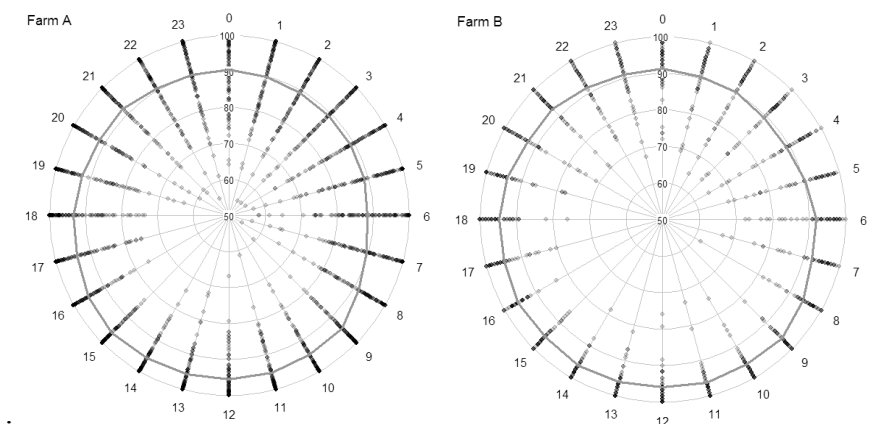
Vaatluskatsed kogu katseperioodi kohta näitasid, et uted eelistasid viibida väljas jalutuslal ja veetsid külmlaudas/polütunnelis oluliselt vähem aega.

Joonisel 1 on ära toodud väljas viibinud uttede osakaalu jaotus, millest selgub, et keskmiselt oli farmis A väljas viibinud uttede osakaal 92,3% ja farmis B 93,3%. Minimaalne väljas olnud uttede hulk vaatlusajal oli farmis A 50,6% ja farmis B 62,0%. Kokku vaid 8,6%-l vaatlustest oli laudas rohkem kui 20% uttedest ja siis olid lammaste jaoks kõige ebasobivamad ilmastikutingimused. Mitte kummaski farmis ei registreeritud mitte ühtegi ajamomenti, kui väljas oleks olnud vähem kui pooled uttedest. Vaid pisut enam kui veerandil juhtudel (27,5%-l vaatlustest) oli laudas rohkem kui 10% uttedest ning 12,5%-l vaatlustest ei olnud laudas ühtegi utte (st, et siis eelistasid kõik uted viibida väljas jalutuslal).



**Joonis 1.** Väljas viibinud uttede osakaalu jaotus, halli joonega ja arvuliselt on välja toodud keskmine väljas viibinud uttede protsent vaatlusperioodil

Kellaegade lõikes olid mõlemas farmis uted öösel (ajavahemikul südaööst kuni kella kuue-seitsmeni hommikul) väljas pisut vähem ja päeval ajal (kella ühekest hommikul kuni kella kuue-seitsmeni õhtul) pisut rohkem (joonis 2). Kui öösel oli väljas keskmiselt 88-91% uttedest, siis päeval oli väljas keskmiselt 93-96% uttedest. Seejuures ei olnud farmis A kellaegadel 13-18 ja farmis B kellaegadel 9-22 ühtki päeva, millal väljas oleks olnud alla 70% uttedest.

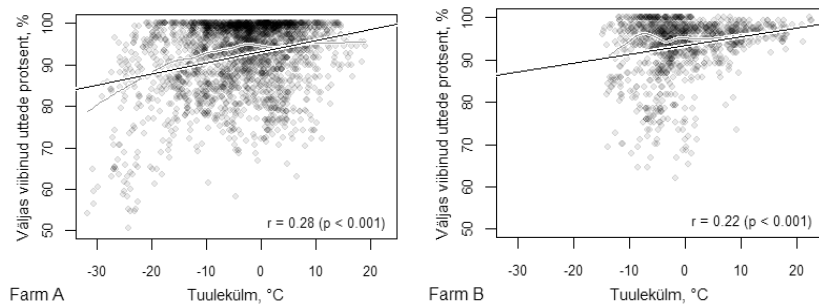


**Joonis 2.** Väljas viibinud uttede protsent sõltuvalt kellaajast. Üks punkt vastab ühele vaatlusele, väljas viibinud uttede keskmine protsent ja selle muutumine ööpäeva lõikes on näidatud halli joonega

## Utude eelistused sõltuvalt ilmastikuoludest

Sõltumata õhutemperatuurist viibis mõlemas farmis suurem osa uttesid kogu aeg väljas. Siiski ilmnes õhutemperatuuri ja väljas viibinud uttede protsendi vahel nõrk seos (mõlemas farmis  $r=0,23$ ,  $p<0,001$ ) – mida madalam oli õhutemperatuur, seda enam oli uttesid varjualuses.

Selgemalt ilmnes seos tuulekülma, mis võtab lisaks õhutemperatuurile arvesse ka tuule tugevuse (joonis 3). Kui tuulekülmani  $-5$  kuni  $-10$  °C oli väljas viibinud uttede keskmine protsent 92-93%, siis tuulekülma langemisel alla  $-10$  °C oli väljas keskmiselt juba alla 90% uttedest. Tuulekülma langemisel alla  $-20$  °C (esines vaid farmi A puhul) oli väljas keskmiselt alla 85% uttedest. Tuulekülma langemisel alla  $-20$  °C ei olnud enam ka ühtki ajamomenti, millal kõik utted oleksid olnud väljas, siiski ei langenud ka selliste ekstreemsete ilmaolude korral väljas olnud uttede hulk alla 50%.



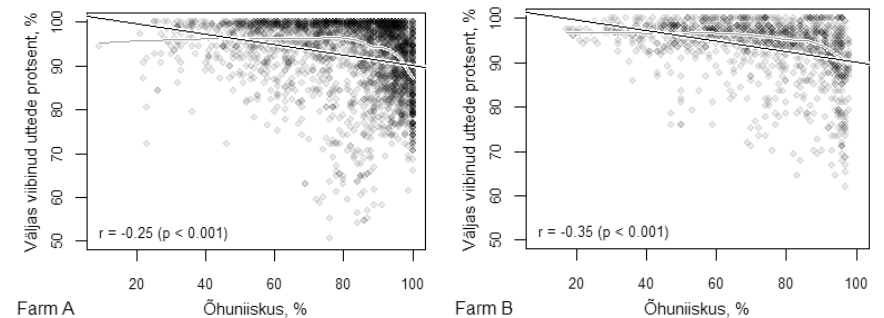
**Joonis 3.** Väljas viibinud uttede protsent sõltuvalt tuulekülmast – iga punkt tähistab üht vaatlust, must joon märgib lineaarset ning hall joon lokaalselt kaalutud silumismeetodil (LOESS) hinnatud potentsiaalselt mittelineaarset seost, arvuliselt on välja toodud lineaarse korrelatsioonikordaja väärtus koos selle statistilist olulisust näitava olulisuse tõenäosusega. Jooniste skaalad on parema võrdlemise huvides ühtlustatud

Kui külm lautas oli juba vähemalt 30% uttedest, siis oli registreeritud keskmisest märgatavalt madalam temperatuur. See ilmnes vaid farmi A andmetel, sest farmi A vaatlusperiood hõlmas kõige külmemat veebruarikuud. Keskmisest pisut kõrgem

tuulekülm vastas vaatlustele, mil varjualuses oli alla 10% uttedest, olles farmis A  $-2,4$  °C ja farmis B  $0,4$  °C. Üldiselt aga esines nii siis, kui varjualuses oli 20-30%, 10-20% või ka alla 10% uttesid, igasuguseid tuulekülma väärtuseid.

Tuule tugevus üksinda uttede väljas või varjualuses viibimist ei mõjutanud.

Kõrgem õhu relatiivne niiskus mõjus uttede väljas viibimisele negatiivselt (vt. joonis 4: farmis A ja B vastavalt  $r=-0,25$  ja  $r=-0,35$ , mõlemal juhul  $p<0,001$ ). Väljas viibinud uttede osakaal hakkas vähenema kõrgema õhuniiskuse korral, kus relatiivne niiskus tõusis üle 80-90% (joonis 4), ning relatiivse õhuniiskuse 100% korral leidis juba alati mõni varjualusesse läinud utt. Samas oli ka relatiivse õhuniiskuse 100% korral vaid üksikuid vaatlustel varjualuses üle 30% loomadest. Madalama relatiivse õhuniiskuse korral eelistasid utted viibida pigem väljas, v.a. juhtudel, kui madal õhuniiskus kaasnes talvise kõrgrõhkonna ja väga madala temperatuuriga.



**Joonis 4.** Väljas viibinud uttede protsent sõltuvalt õhuniiskusest – iga punkt tähistab üht vaatlust, must joon märgib lineaarset ning hall joon lokaalselt kaalutud silumismeetodil (LOESS) hinnatud potentsiaalselt mittelineaarset seost, arvuliselt on välja toodud lineaarse korrelatsioonikordaja väärtus koos selle statistilist olulisust näitava olulisuse tõenäosusega. Jooniste skaalad on parema võrdlemise huvides ühtlustatud

Õhurõhu seos uttede paiknemisega laudas või jalutuslalal oli vastuoluline ning pigem peegeldas õhurõhk seda, mis ilmaolusid (temperatuuri, tuult ja sademeid) toob kaasa madal- või kõrgrõhkonnad mingil aastaajal.

Püüdes korraga haarata nii õhutemperatuuri, tuule tugevuse kui ka õhuniiskuse mõju loomade paiknemisele, jagati vaatlused nelja gruppi: uttesid väljas  $\leq 70\%$ , 71-80%, 81-90% ja 91-100%, ning uuriti, millised olid tuulekülma ja õhuniiskuse kombinatsioonid neil neljal juhul. Ilmnes, et madalama õhuniiskuse (ligikaudu  $< 60\%$ ) ja kõrgema tuulekülma näitaja (ligikaudu  $> 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) korral eelistasid uted viibida pigem väljas. Selliste ilmaolude puhul peaaegu puudusid vaatlused, kus külmlaudas oleks olnud üle 30% uttedest. Ülejäänud tuulekülma ja õhuniiskuse kombinatsioonide puhul tuli ette nii seda, et varjualuses viibis 20-30% uttedest, kui ka seda, et varjualuses oli alla 10% uttedest.

Tuule suuna analüüs tõi välja, et mõlemas farmis eelistas keskmiselt 5-8% enam uttedest olla varjualuses juhul, kui tuul puhus tuulele avatud suundadest, võrreldes oludega, millal tuule puhumise suund oli varjatud puudega, hoonetega või pinnavormidega.

## Kokkuvõte ja järeldused

Kokkuvõtvalt võib öelda, et lammastega läbi viidud vaatluskatsed nende eelistuste väljaselgitamisel näitasid, et kevad-talvisel perioodil viibisid mõlemas farmis enamus uttesid õues väljaspool külmlautu/polütunnelit. Öisel ajal oli külmlaudas/polütunnelis keskmiselt 5% rohkem uttesid võrreldes päevase ajaga. Samuti kõik hetked, millal varjualuses oli vähemalt 30% uttedest (1,8% kõigist vaatlustest), jäid õhtusesse-öisesse aega.

Ebasobivad ilmaolud, mis panid uttesid eelistama viibimist varjualuses, olid madalad tuulekülma väärtused ( $< -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ja/või kõrge õhuniiskus ( $> 90\%$ ).

Tuule puhumisel tuulele avatud suundadest eelistas keskmiselt 5-8% enam uttesid viibida varjualuses. Seega võib järeldada, et lammaste parema heaolu tagamiseks on vajalikud varjualused - külmlaudad, kuhu lambad saavad minna ebasobivate ilmastikutingimuste korral.

## Tänuavaldus

Uurimistöö viidi läbi EV maaeluministeeriumi projekti "Aastaringelt välitingimustes peetavate lihaveiste ja lammaste tervise- ning heaolunäitajad. Lihaveiste ja lammaste heaoluindikaatorite väljatöötamine. Poollooduslikud kooslused lihaveiste ja lammaste söödabaasina, soovitusel lisasöötmise vajalikkuse kohta." raames.

## Kasutatud kirjandus

- Bessell, P.R., Auty, H.K., Searle, K.R., Handel, I.G., Purse, B.V., de C. Bronsvort, B.M. 2014. Impact of temperature, feeding preference and vaccination on Schmallenberg virus transmission in Scotland. *Sci. Rep.* 4, 5746.
- Færevik, G., Andersen, J.L., Bøe, K.E. 2005. Preferences of sheep for different types of pen flooring. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 90:265–276.
- Mahepõllumajandusliku loomakasvatuse nõuded. 2001. Põllumajandusministri määrus, vastu võetud 08.06.2001 nr 38, RTL 2001, 74, 1009. <https://www.riigiteataja.ee/akt/85631>
- Mitra, S. 2009. Concepts of organic animal husbandry in organic farming systems. XIX National Congress of Veterinary Parasitology and National Symposium on national impact of parasitic diseases on livestock health and production, 3-5 February, 2009. Focal theme, changing trends in parasitology: from eggs to genomics 2009, 222–224.
- Verhoog, H., Matze, M., van Bueren E.L., Baars, T. 2003. The role of the concept of the natural (naturalness) in organic farming. *J. Agric. Environ. Ethics.* 16:29–49.

# Ülevaade rahvusvahelisest karjatamisalasest projektist GrazyDaiSy

Ragnar Leming<sup>1</sup>, Marko Kass

EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, söötmisteaduse õppetool

\*ragnar.leming@emu.ee

## Sissejuhatus

2018. aastal alustas tegevust ERA-Net CORE Organic Cofund kolmeaastane projekt „Uuenduslikud, jätkusuutlikud ja karjatamisel põhinevad piimatootmissüsteemid, mis integreerivad lehmade ja noorloomade koos pidamise“ (*Innovative and sustainable grazing-based dairy systems integrating cows and young stock*, akronüüm *GrazyDaiSy*). Projekti on kaasatud kaheksast riigist 15 partnerit nii Euroopast kui Türgist. Lisaks ülikoolidele panustavad projekti mitmed uurimisasutused ja tootjaorganisatsioonid. Projekt kestab 2020. aasta lõpuni.

## Projekti eesmärgid

Projekti üldine eesmärk on parandada karjamaade kasutamist ning uurida, millised on olnud mahetootjate senised kogemused piimalehmade ja vasikate koos kasvatamisel. Lisaks selgitatakse välja, millised on peamised terviseprobleemid, kuidas loomi ravitakse ja otsitakse lahendusi ravimite kasutamise vähendamiseks. Projekti sihtrühmaks on mahepiima tootmisega tegelevaid farmid. Projekti raames hinnatakse karjamaade kasutamist, karjatamise korraldust, loomade söötmist jm tegevusi. Lisaks on projekti laiem eesmärk kogemuste ja oskuste vahetamine riikide vahel.

## Senised tegevused Eestis

Projekti esimese perioodi eesmärgiks oli saada ülevaade mahepiima tootmisega tegelevate ettevõtete hetkeolukorrast. Potentsiaalsete ettevõtete (minimaalselt 20 lüpsilehma) nimekiri saadi Põllumajandusameti mahepõllumajanduse

registrist. Hetkeolukorra selgitamiseks kasutati projekti partnerite poolt koostatud küsimustikku, kirjeldamaks rohumaade kasutamist, karjatamise korraldust, loomade tervislikku seisundit, ravimite kasutamist jm andmeid. Osadest valimisse kaasatud ettevõtetest kogutakse ka söödaproovid, et saada täiendavat informatsiooni söötmisolekuga ja -korralduse detailsemaks kirjeldamiseks.

Põllumajandusameti mahepõllumajanduse registri andmetel oli enam kui 20 lüpsilehmaga mahepiimatootjaid ainult 25, kellest veidi üle poole on maheloomakasvatusega tegeleenud juba rohkem kui 10 aastat. Kogutud andmete põhjal oli mahepiima tootmisega tegelevate ettevõtete keskmine suurus 319 ha, millest rohumaade osa oli keskmiselt 66%. Enamikes uuringusse kaasatud ettevõtetes kasvatati ka teravilja ja üksikutes kaunviljasid (põlduba ja –hernest). Keskmine lüpsilehmade arv oli 59 (20 kuni 170) ja piimatoodang keskmiselt 5771 (3160 kuni 9133) kg lehma kohta aastas. Peamised terviseprobleemid lüpsilehmadel olid udarahaigused ja vasikate puhul märgiti peamise probleemina kõhulahtisust. Lehmade karjast väljaviimise põhjusteks olid enamasti sigimisprobleemid (17% juhtudest), mastiit (17%) ja ainevahetushaigused (7%). Antibiootikumide kasutamine oli valdavalt seotud lehmade udarapõletike raviga sh raviga kinnisperioodil.

## Projekti eeldatavad tulemused

Kuna projekti kõikidel etappidel osalevad ka põllumajandustootjad, siis toetab see mitte ainult projekti tõhusust, teostatavust ja olulisust, vaid aitab kaasa ka projekti eetilisele järjepidevusele. Kaasamine, osalemine ja dialoog sektori erinevate osapoolte, sealhulgas nõustajate, ettevõtete ja tarbijate vahel tähendab, et me käsitleme intellektuaalse, kultuurilise või ühiskondliku arenguga seotud kitsaskohti.

Kaasatud partnerid loodavad, et projekti lõpuks oleme jõudnud tulemusteni järgmistes küsimustes:

- Välja on selgitatud innovaatilised, piirkondlikult kohandatud, tugevad ja produktiivsed karjatamissüsteemid, mis sobivad mahepõllumajanduslike piimakarjakasvatavate jaoks erinevates piirkondades.
- Loodud on parasiitide koormuse vähendamise strateegiad, eelkõige just eri vanuserühmade loomade kasvatamisel.

- Soodustatud on lehma ja vasika vaheline tugevam side tagamaks vasika heaolu karjamaal ja leitud on viisid, mis hõlbustavad võõrutamisega kaasnevat eraldamise protsessi.
- Rohumaade kasutamisel põhinevates mahekarjades on erinevate vanuserühmade koos kasvatamisel analüüsitud loomade tervist ja heaolu.
- Teada on põllumajandustootjate arusaamad, nägemused, takistused, samuti sotsiaal- ja igapäevased tavad, mis on seotud lehma ja vasika koos kasvatamise, uuenduslike karjatamismeetodite ning ravimite vähendamise strateegiatega.
- Analüüsitud on lehmade ja vasikate koos kasvatamise keskkonnamõju ja majanduslikku jätkusuutlikkust, kasutades ettevõtetest kogutud majandus- ja loomakasvatusandmeid.

## Tänuavaldused

Projekti toetab Maaeluministeerium. Rohkem teavet leiab projekti kodulehelt: <http://projects.au.dk/coreorganiccocofund/research-projects/grazydaizy/>

## Piimalehmade ja vasikate hukkumise karjataseme riskitegurid Eestis

**Kaari Reimus<sup>1\*</sup>, Karin Alvåsen<sup>2</sup>, Ulf Emanuelson<sup>2</sup>, Arvo Viltrop<sup>1</sup>, Kerli Mõtus<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, kliinilise veterinaarmeditsiini õppetool

<sup>2</sup>Rootsi Põllumajandusülikool, kliiniline osakond

\*kaari.reimus@emu.ee

Veiste hukkumine (suremine ja eutanaasia) on veiste heaolu indikaator ning avaldab negatiivset majanduslikku mõju (de Vries jt., 2011). Selgitamaks, millised karjataseme tegurid mõjutavad lehmade ja vasikate hukkumist, viisime läbi küsitlusuuringu Eesti piimaveisefarmides, kus aastatel 2015-2017 oli pidamisel vähemalt 20 aastalehma. 2017. aasta oktoobris saadeti küsimustik posti teel kokku 338-le loomapidajale. Pärast meeldetuletuse saatmist laekus posti teel kokku 127 täidetud küsimustikku. Mittevastanud loomapidajatele helistati sooviga teha küsitlus telefoni teel. Seeläbi intervjueriti lisaks 87 loomapidajat telefonitsi. Kokku vastas küsitlusele 214 (63,3% küsitluse saanutest) loomapidajat.

Karjade suremuskordajate (SK) arvutamiseks 2015-2017 aasta kohta kasutati Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Ameti andmeid. Karja suremuskordaja arvutamisel summeeriti lugejas kõik selles karjas kolme aasta jooksul aset leidnud ja antud vanuserühma (arvutati eraldi lehmadele ja kuni 3-kuu vanustele vasikatele) kuuluvate loomade hukud, nimetajaks oli vastava vanuserühma summaarne loom-päevade arv. Lisaks küsimustikus kogutud andmetele analüüsiti ka Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS-i poolt kogutud karjataseme näitajate seoseid suremuskordajaga. Karjataseme riskitegurite tuvastamiseks lehmadel kasutati lineaarset regressioonanalüüsi ning vasikatel negatiivset binomiaalset regressioonimudelit. Viimase puhul näitas riskitegurit omavate karjade hukkumiskordajate suhtelist erinevust riskitegurit mitteomavate karjade hukkumiskordajast suhteline avaldumiskordaja (SAK). Andmeanalüüs viidi läbi statistikaprogrammiga STATA MP14 (StataCorp LP, College Station, USA).



Uuritud karjade kuni 3-kuu vanuste vasikate mediaan SK oli 1,51 juhtu 100 vasika-kuu kohta (kvartiilid 0,30; 4,23). Seejuures ei hukkunud 40 farmis vaatlusperioodil ühtegi vasikat ning sama paljudes karjades oli suremuskordaja kõrge (enam kui 5 juhtu 100 vasika-kuu kohta). Lehmade mediaan SK uuritud karjades oli 2,99 juhtu 100 lehm-aasta kohta. Ka siin oli suremuskordaja variatsioon karjade seas suur (kvartiilid 1,68; 4,75). Seega võib öelda, et Eestis on paljudes farmides suremuskordaja madal, kuid esineb ka probleemseid karju, kus loomade tervis ja heaolu vajavad parandamist.

Vasikate suremuskordaja oli kõrgem farmides, kus vasikatele manustati esimene ternespiim sondiga (kas kõigile rutiinselt või vastavalt vajadusele) võrreldes nendega, kus seda ei tehtud (SAK = 1,65; 95% usaldusvahemik (UV) 1,22; 2,24;  $p = 0,001$ ). Ternespiima sondiga manustamist praktiseeritakse sagedamini suuremates karjades ning tõenäoliselt ka nendes farmides, kus on probleemiks vasikate vähenenud passiivne immuunsus ja haigusi on palju, mis on tõenäoline põhjus antud seose ilmnemisele.

Väiksemates kui 120 lehmaga karjades osutus vasikate suurenenud suuremusega seoses olevaks teguriks antibiootikumide manustamine kõhulahtisust põdevatele vasikatele (SAK = 1,80; 95% UV 1,17; 2,77;  $p = 0,008$ ). Kõhulahtisus on piimaveise vasikatel üheks sagedasemaks hukkumise põhjuseks (Cho ja Yoon, 2014; Reimus jt., 2017). Antibiootikumide manustamise vajadus tekib karjades, kus probleemid vasikate kõhulahtisusega on tõsisemad ja kus sellest tingitud suremus vasikate seas suurem.

Oluliseks riskiteguriks osutus ka üle kahe nädala vanuste piimaperioodi vasikate pidamisviis kombineeritud meetodil (vasikate pidamine nii individuaalboksides kui grupisulgudes) võrreldes ainult individuaalboksides pidamisega (SAK = 2,03; 95% UV 1,44; 2,87;  $p = <0,001$ ). Samas ei erinenud suremuskordaja statistiliselt karjade vahel, kus peeti üle 2-nädala vanuseid vasikaid kas ainult individuaalboksides või vaid grupisulus. Saadud tulemust on keeruline seletada, kuid võib arvata, et farmid, kus on vasikate kombineeritud pidamissüsteem, on haiguste suure esinemissageduse tõttu vajadus vasikaid pikemalt kui kaks nädalat individuaalselt pidada.

Karjades, kus nooremad kui kolme kuu vanused vasikad said käia õues, oli oluliselt madalam suremuskordaja kui nendes karjades, kus vasikaid peeti ainult sisetingimustes (SAK = 0,60; 95% UV 0,42; 0,86;  $p = 0,005$ ). Võib oletada, et vasikate pääs õue tähendab väiksemat asustustihedust, sellega seondult on ka nakkuste ülekanderisk tõenäoliselt väiksem ja mikrokliima parem.

Vasikate suremuskordaja oli kõrgem suuremates karjades. Võib arvata, et suuremates karjades väheneb individuaalne tähelepanu loomadele, mistõttu haigestunud vasikad ei saa õigeaegselt ravitud. Samuti on suuremates karjades ka nakkushaigused enam levinud (Raaperi jt., 2010; Sarrazin jt., 2013).

Karjades, kus oli suurem abortide esinemissagedus, oli ka kõrgem vasikate suremuskordaja (SAK = 1,19; 95% UV 1,06; 1,34;  $p = 0,003$ ). Abordid on sageli põhjustatud nakkushaigustest (Daniel Givens ja Marley, 2008), mis võivad tingida ka vasikate haigestumist ja hukkumist. Sarnaselt vasikatele oli ka lehmade suurenenud suremus seoses suurema abortide osakaaluga ( $p = 0,020$ ).

Lehmade suremuskordaja oli madalam karjades, kus lehmi karjatati ( $p < 0,001$ ), mis ühtib eelnevates uuringutes leituga, kus karjatamist on seostatud lehmade parema tervise ja seeläbi madalama suremusriskiga (Agger ja Alban, 1996; Raboisson jt., 2011; Alvåsen jt., 2012).

Kõrgem suremuskordaja lehmadel oli seotud ka digitaal-dermatiidi esinemisega karjas (30,5% karjadest) ( $p = 0,047$ ). Jäsemehaigused on varasema uuringu kohaselt Eestis lehmadel hukkumise (k.a eutanaasia) omaniku poolt märgitud põhjusena teisel kohal (Reimus jt., 2017). Jäsemehaigused võivad aga mõjutada ka lehmade isu, mille tõttu võivad tekkida ainevahetushaigused (Calderon ja Cook, 2011), mis raskematel juhtudel võib tingida ka lehma hukkumise või eutanaasia. Karjade suremuskordajas esinesid ka regionaalsed erinevused - kõige suurema suremuskordajaga karjad asusid Kirde-Eestis (Lääne- ja Ida-Virumaa ning Jõgevamaa).

Antud uurimuses tuvastasime, et vasikate kõrgema suremusriskiga on seotud suurtele farmidele omased intensiivsed tingimused (suurem karja suurus, ternespiima manustamine sondiga, vasikate õue mittepääsemine). Ka lehmade puhul oli hukkumiskõrgem farmides, kus ei toimunud karjatamist ning kus esines digitaal-dermatiit. Nii lehmade kui vasikate suremusriski vähendamiseks tuleks enam tähelepanu pöörata nakkushaiguste tõrjele.

## Tänuavaldused

Täname Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli AS-ile abi eest uuringu läbiviimisel. Avaldame ka siirast tänu uuringus osalenud loomapidajatele. Uurimistööd on finantseerinud Eesti Teadusagentuur (PUT leping nr PSG268).

## Kasutatud kirjandus

- Agger, J.F., Alban, L. 1996. Welfare in Danish dairy herds 3. Health management and general routines in 1983 and 1994. *Acta Vet. Scand.* 37:79–97.
- Alvåsen, K., Jansson Mörk, M., Hallén Sandgren, C., Thomsen, P.T., Emanuelson, U. 2012. Herd-level risk factors associated with cow mortality in Swedish dairy herds. *J. Dairy Sci.* 95:352–4362.
- Calderon, D.F., Cook, N.B. 2011. The effect of lameness on the resting behavior and metabolic status of dairy cattle during the transition period in a freestall-housed dairy herd. *J. Dairy Sci.* 94:2883–2894.
- Cho, Y., Yoon, K. 2014. An overview of calf diarrhea - infectious etiology, diagnosis, and intervention. *J. Vet. Sci.* 15:1–17.
- Daniel Givens, M., Marley, M.S.D. 2008. Infectious causes of embryonic and fetal mortality. *Theriogenology.* 70(3):270–285.
- de Vries, M., Bokkers, E.A., Dijkstra, T., van Schaik, G., de Boer, I.J. 2011. Invited review: associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. *J. Dairy Sci.* 94:3213–3228.
- Raaperi, K., Nurmoja, I., Orro, T., Viltrop, A. 2010. Seroepidemiology of bovine herpesvirus 1 (BHV1) infection among Estonian dairy herds and risk factors for the spread within herds. *Prev. Vet. Med.* 96:74–81.
- Raboisson, D., Cahuzac, E., Sans, P., Allaire, G. 2011. Herd-level and contextual factors influencing dairy cow mortality in France in 2005 and 2006. *J. Dairy Sci.* 94:1790–1803.
- Reimus, K., Orro, T., Emanuelson, U., Viltrop, A., Mõtus, K. 2017. Reasons and risk factors for on-farm mortality in Estonian dairy herds. *Livestock Sci.* 198:1–9.
- Sarrazin, S., Veldhuis, A., Méroc, E., Vangeel, I., Laureyns, J., Caij, A.B., Piepers, S., Hooyberghs, J., Ribbens, S., Van Der Stede, Y. 2013. Serological and virological BVDV prevalence and risk factor analysis for herds to be BVDV seropositive in Belgian cattle herds. *Prev. Vet. Med.* 108:28–37.

## Lehmade praakimine Eesti piimaveisekarjades - põhjused ja riskitegurid

**Triin Rilanto<sup>1\*</sup>, Kaari Reimus<sup>1</sup>, Toomas Orro<sup>1</sup>, Ulf Emanuelson<sup>2</sup>, Arvo Viltrop<sup>1</sup>, Kerli Mõtus<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, kliinilise veterinaarmeditsiini õppetool

<sup>2</sup>Rootsi Põllumajandusülikool, kliiniline osakond

\*triin.rilanto@emu.ee

### Sissejuhatus

Lehmade praakimise all mõeldakse karjast väljaminekut müümise, tapamajja saatmise või hukkumise (k.a eutanaasia) tõttu (Fetrow jt., 2006). Lehmade praakimine võib olla nii tahtlik kui ka farmeri otsusest mittesõltuv. Lehmade praakimise määral on suur mõju farmi aasta puhaskasumile (Rogers jt., 1988). Kui lehmade karjast väljaminek on suur, vajatakse rohkem järelkasvu nende asendamiseks ning see on seotud suuremate kuludega. Majanduslikult kõige ebasoodsam on noorte, esimese ja teise laktatsiooni lehmade karjast väljaminek. Sel juhul jääb tagasi teenimata lehma üleskasvatamiseks kulutatud raha ning lehm ei ole saanud toota farmile soovitud kasumit. Ebasoovitav on praakimine laktatsiooni alguses, mille puhul jääb realiseerimata suur osa lehma piimatoodangu potentsiaalset.

Kui lehmade kõrge praakimismäär tuleneb haiguste suurest esinemissagedusest, peegeldab lühem eluiga ka nende halvemat heaolu (Dechow ja Goodling, 2008), mistõttu lehmade praakimismäära käsitletakse sageli heaolu indikaatorina (de Vries jt., 2011). Siiski võib kõrgem praakimismäär tuleneda majanduslikult vähemefektiivsete lehmade kiirema asendamisega parema toodangupotentsiaaliga noorte lehmadega (Dechow ja Goodling, 2008). Samuti ei pruugi farmerid eelistada vanade lehmade karjas hoidmist põhjusel, et neil on suurem risk erinevateks haigusteks; samuti aeglustub karja geneetiline parenemine (pikem generatsioonide vahe) (Seegers jt., 2008).

Lehmade praakimist mõjutavad nii majanduslikud, sotsiaalsed, keskkondlikud kui ka haigustest tingitud tegurid. Mitmed uuringud kinnitavad, et lehmade praakimine on viimasel ajal kiirenenud (Durr jt., 1997; Maher jt., 2008; Nor jt., 2014). Seda kinnitavad ka Eesti andmed – kui 2002. aastal oli Eesti lehmade keskmine karjaspüsivus 3,01 laktatsiooni, siis 2017. aastal oli see näitaja 2,4 laktatsiooni (EPJ aastaaruanded, 2002, 2017). Samuti on aastatega mõnevõrra muutunud praakimise põhjused (Compton jt., 2017).

Eesti piimaveiseid peetakse valdavalt suurtes intensiivsetes tootmisfarmides, milles kasutatakse uudseid tehnoloogilisi lahendusi. Uuringuperioodil oli Eesti keskmine piimatoodang lehma kohta väga kõrge, olles 2015. aasta lõpus Euroopas teisel kohal (Eurostat, 2015). Selles mõttes on Eesti piimaveisepopulatsioon huvipakkuv ka teistele riikidele, kes alles liiguvad kõrgetoodanguliste intensiivsete tootmiskarjade suunas. Käesoleva uuringu eesmärk oli registriandmete alusel analüüsida, millised tegurid mõjutavad lehmade praakimist.

## Materjal ja meetodika

Uuringus kasutati Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Ameti ja Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli ASi (EPJ) andmeid aastatel 2013-2015 erinevates Eesti piimaveisekarjades peetud lehmade kohta nendes karjades, kus kõigil kolmel aastal peeti vähemalt 20 lehma (kokku 410 karja).

Uuringus kasutati kokku 86373 esmaspoeginud ja 109295 korduvpoeginud lehma andmeid, vastavalt 409-st ja 410-st karjast. Korduvpoeginud lehmade osas analüüsiti 177561 laktatsiooni kohta kogutud andmeid. Laktatsioonipõhine vaatlusperiood algas looma poegimisega ning lõppes lehma karjast väljaminekuga, järgmise poegimisega või vaatlusperioodi lõpuga (31. detsember 2015).

Kuna uuringus sooviti eelkõige tuvastada tegurid, mis seonduvad lehmade ebasoovitava karjast väljaminekuga, siis jäeti praakimise definitsioonist välja müümine. Seega hõlmas praakimine lehma tapamajja saatmist, farmis hukkumist ning eutanaasiat. Lehmade praakimise põhjuste tuvastamiseks teostati kirjeldav statistiline andmeanalüüs. Sarnased praakimise põhjused pandi kokku ühte kategooriasse. Sõra- ja jäsemehaiguste kategooria alla kuuluvad sellised farmerite poolt märgitud praakimise põhjused nagu jäsemete vead, traumad ning haigused. Metaboolsete ja seedeelundkonna haiguste hulka on

arvatud ainevahetushaigused, poegimishalvatus ning seedeelundite haigused. Sigimisprobleemide kategooria alla on koondatud tiinestumisprobleemidele lisaks ka günekoloogilised haigused ja abort. Udarahaiguste kategooriasse kuuluvad udara vead, udara ja nisade trauma ning mastiit.

Praakimisega seotud riskitegurite analüüs tehti eraldi esmas- ja korduvpoeginud lehmadele ning selleks kasutati elumusanalüüsi (Weibulli regressioonimudel, milles kari määrati juhuslikuks teguriks).

Andmeanalüüs viidi läbi STATA MP versioon 14-ga (StataCorp LP, College Station, USA).

## Tulemused ja arutelu

Üldine praakimiskordaja oli esmaspoeginud lehmadel 16,0 ja korduvpoeginud lehmadel 31,8 juhtu saja lehm-aasta kohta. Juba 30 aastat tagasi avaldatud uuringus toodi välja, et majanduslikult optimaalne praakimismäär on 25-30% aastas (Rogers jt., 1988). See arvamus on püsinud aastaid muutumatuna ning Hadley jt. (2006) peab optimaalseks praakimismääraks 19-29%. Üldiselt ollakse üksmeelel, et praakimismäär ei tohiks ületada 30% (Allaire, 1981; Congleton Jr. ja King, 1984; van Arendonk, 1985). Populatsioonides tehtud uuringud aga näitavad, et praakimismäärad on sageli oluliselt kõrgemad (Hadley jt., 2006).

**Tabel 1.** Farmeri poolt registreeritud praakimise põhjused Eesti piimalehmadel laktatsioonide järgi aastatel 2013–2015

Praakimise põhjused	Laktatsioon						Kokku
	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	≥6 (%)	
Sõra- ja jäsemehaigused	2875 (25,2)	2953 (26,3)	2913 (27,1)	2355 (27,3)	1499 (26,6)	1487 (26,2)	14082 (26,4)
Respiratoorsed- ja infektsioonhaigused	208 (1,8)	168 (1,5)	139 (1,3)	77 (0,9)	46 (0,8)	29 (0,5)	667 (1,3)
Metaboolsed ja seedeelundkonna haigused	1527 (13,4)	1932 (17,2)	2193 (20,4)	1855 (21,5)	1197 (21,2)	950 (16,8)	9654 (18,1)
Sigimisprobleemid	1736 (15,2)	1782 (15,9)	1322 (12,3)	865 (10,0)	519 (9,2)	457 (8,1)	6681 (12,5)
Abistatud poegimine	561 (4,9)	232 (2,1)	211 (2,0)	185 (2,2)	142 (2,5)	116 (2,1)	1447 (2,7)
Trauma või õnnetusjuhtum	615 (5,4)	488 (4,3)	403 (3,7)	266 (3,1)	157 (2,8)	138 (2,4)	2067 (3,9)
Udaraigused	2046 (18,0)	2404 (21,4)	2569 (23,9)	2157 (25,0)	1455 (25,8)	1418 (25,0)	12049 (22,6)
Madal piimatoodang	930 (8,2)	525 (4,7)	378 (3,5)	276 (3,2)	175 (3,1)	168 (3,0)	2452 (4,6)
Vanus	1 (0,01)	2 (0,02)	9 (0,1)	38 (0,4)	92 (1,6)	552 (9,7)	694 (1,3)
Muud põhjused <sup>a</sup>	897 (7,9)	749 (6,7)	630 (5,9)	540 (6,3)	359 (6,4)	351 (6,2)	3526 (6,6)
Kokku	11396 (21,4)	11235 (21,1)	10767 (20,2)	8614 (16,2)	5641 (10,6)	5666 (10,6)	53319 (100,0)

<sup>a</sup> Kadunud loomad, halb iseloom, halb lüpstavus, müük, muud põhjused

**Tabel 2.** Farmeri poolt registreeritud praakimise põhjused Eesti piimalehmadel laktatsioonijärgude järgi aastatel 2013–2015

Praakimise põhjused	Esmaspoegijad			Korduupoegijad		
	<100 <sup>a</sup> n (%)	101-200 <sup>a</sup> n (%)	≥200 <sup>a</sup> n (%)	<100 <sup>a</sup> n (%)	101-200 <sup>a</sup> n (%)	≥200 <sup>a</sup> n (%)
Sõra- ja jäsemehaigused	1575 (27,2)	539 (30,9)	761 (19,7)	4990 (25,6)	2721 (33,1)	3496 (24,6)
Respiratoorsed- ja infektsioonhaigused	95 (1,6)	44 (2,5)	69 (1,8)	258 (1,3)	93 (1,1)	108 (0,8)
Metaboolsed ja seedeelundkonna haigused	991 (17,1)	200 (11,5)	336 (8,7)	6177 (31,7)	913 (11,1)	1037 (7,3)
Sigimisprobleemid	173 (3,0)	85 (4,9)	1478 (38,2)	615 (3,2)	332 (4,0)	3998 (28,1)
Abistatud poegimine	520 (9,0)	2 (0,1)	39 (1,0)	793 (4,1)	2 (0,02)	91 (0,6)
Trauma või õnnetusjuhtum	326 (5,6)	107 (6,1)	182 (4,7)	826 (4,2)	256 (3,2)	370 (2,6)
Udaraigused	1120 (19,4)	437 (25,0)	489 (12,7)	4140 (21,2)	2876 (35,0)	2987 (21,0)
Madal piimatoodang	526 (9,1)	159 (9,1)	245 (6,4)	381 (2,0)	383 (4,7)	758 (5,3)
Vanus	0 (0)	0 (0)	1 (0,003)	133 (0,7)	140 (1,7)	420 (3,0)
Muud põhjused <sup>b</sup>	456 (7,9)	174 (10,0)	267 (6,9)	1181 (6,0)	494 (6,0)	954 (6,7)
Kokku	5782 (50,7) <sup>c</sup>	1747 (15,3) <sup>c</sup>	3867 (33,9) <sup>c</sup>	19494 (46,5) <sup>d</sup>	8210 (19,6) <sup>d</sup>	14219 (33,9) <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Laktatsioonipäevad

<sup>b</sup> Kadunud loomad, halb iseloom, halb lüpstavus, müük, muud põhjused

<sup>c</sup> Proportsionaalselt praagitud esmaspoeginud lehmi teatud laktatsioonijärgus

<sup>d</sup> Proportsionaalselt praagitud korduupoeginud lehmi teatud laktatsioonijärgus

Antud uuringus oli lehmade praakimisrisk kõige kõrgem kohe pärast poegimist ja tervikuna esimesel kolmel poegimisjärgsel kuul ning vähenes järjepidevalt pärast seda. Väike praakimisriski tõus esines ligi aasta pärast poegimist nende loomade hulgas, kes ei olnud selleks ajaks uuesti poeginud, olles selgemini tuvastatav just esmaspoeginud lehmade hulgas. Varasel poegimisjärgsel perioodil on haiguste tekkimise risk kõrgem, sest poegimise ja alanud laktatsiooni ning negatiivse energiabilansiga seoses toimuvad lehma organismis mitmed endokriinsed ja metaboolsed muutused (Shahid jt., 2015).

Peamised loomapidaja poolt märgitud põhjused lehmade praakimisel olid sõra- ja jäsemehaigused (26,4%), udarahaigused (22,6%), metaboolsed ning seedeelundkonna haigused (18,1%) ja sigimisprobleemid (12,5%). Need põhjused moodustasid peaaegu 80% kõigist praakimise põhjustest. Tuvastasime ka teatud vanuselised erisused praakimise põhjustes. Sigimisprobleemide osakaal praakimise põhjusena vähenes pärast teist laktatsiooni. Metaboolsete ja seedeelundkonna haiguste ning ka udarahaiguste osakaal praakimise põhjusena oli suurem vanematel lehmadel. Abistatud poegimine ja madal piimatoodang olid praakimise põhjuseks oluliselt sagedamini esmaspoeginud lehmadel võrreldes korduvpoegijatega (tabel 1).

Ligikaudu pool praakimistest leidsid aset laktatsiooni esimese 100 päeva jooksul ning kolmandik pärast 200. laktatsioonipäeva. Metaboolsed ja seedeelundkonna haigused olid praakimise põhjusena rohkem esindatud laktatsiooni esimese 100 päeva jooksul võrreldes laktatsiooni hilisemate järkudega. Sõra-/jäsemehaigused ning udarahaigused olid kõige sagedasemaks praakimise põhjuseks laktatsiooni keskmises kolmandikus (vahemikus 100-200 laktatsioonipäeva). Lehmi praagiti sigimisprobleemide tõttu sagedamini hilisemas laktatsioonistaadiumis ( $\geq 200$  päeva). Metaboolsed ja seedeelundkonna haigused olid peaaegu kaks korda sagedamini praakimise põhjuseks korduvpoeginud lehmadel võrreldes esmaspoegijatega (tabel 2).

Mitmed praakimisega seotud riskifaktorid olid nii esmas- kui korduvpoeginud lehmadel sarnased. Eesti punast ja maakarja tõugu lehmadel oli märgatavalt madalam praakimisrisk võrreldes eesti holsteini tõugu lehmadega. Varasemateski uuringutes on leitud, et holsteini tõugu lehmad on haigustele vastuvõtlikumad (Gröhn jt., 1998).

Mida kõrgem oli lehma suhteline piimatoodangu üldaretusväärtus (SPAV), seda madalam oli praakimise risk. Seoses sellega, et lehmade piimatoodang on ajas suurenenud ja eluiga samaaegselt vähenenud (Eesti Jõudluskontrolli aastaraamat, 2017), on arutletud selle üle, kas lehmade aretamine suurema piimatoodangu suunas tingib nende produktiivse eluea pikkuse lühenemise. Vähemalt meie uuringus ei leidnud me otsest viidet, et piimatoodangu aretusväärtusel oleks positiivne seos lehma praakimisriskiga. Kuna karjade pidamistingimused on väga erinevad, siis võib seda seost tugevalt mõjutada kõrgema aretusväärtusega lehmade parem pidamiskeskond. Seega tuleks täiendavalt analüüsida karja tasemel lehmade keskmise aretusväärtuse seost praakimisriskiga võttes arvesse karjade pidamistingimusi.

Lehmadel, kes sünnitasid mitmikud vasikad või kel esines surnultsünd, oli suurem risk praakimiseks võrreldes lehmadega, kellel sündis üks elus lehmvasikas. Korduvpoeginud lehmadel oli suurem praakimisrisk ka pullvasika sünni korral võrreldes lehmvasika sünniga. Uuringus tuvastasime ka, et lehmadel, keda poegimise käigus abistati, oli oluliselt suurem praakimisrisk kuni seitsme päeva vältel poegimisest, kui neil lehmadel, keda poegimisel ei abistatud. Poegimisega seotud probleemide tõttu on lehmadel kõrgem risk erinevate haiguste, nagu metriit, ketoos, libediku paigaltnihkumine jt tekkeks (Goff ja Horst, 1997). Samuti leiti, et lehma kõrgem vanus esimesel poegimisel oli seotud suurema praakimisriskiga. Võib arvata, et poegimisvanuse tõusuga suureneb ülekaalulisus ning sellega seotud raske poegimise risk. Seose kinnitamiseks oleks aga vaja täiendavaid uuringuid.

Lehmade praakimisrisk suurenes iga laktatsiooniga. Ka somaatiliste rakkude arv (SRA) üle 200000 raku milliliitris piimas viimases kontroll-lüpsis enne kinnijätmist ja/või esimeses kontroll-lüpsis pärast poegimist oli seotud suurema praakimisriskiga laktatsiooni jooksul. Kõrge SRA piimas on lehmadel väga oluline praakimise riskitegur, kuna viitab halvale udaratervisele ning suuremale mastiidiriskile, mis omakorda suurendab praakimise tõenäosust (Mohd Nor jt, 2014). Ka Chiumia jt. (2013) ning Brickell ja Wathes (2011) leidsid, et kõrge piima SRA on üks olulisimaid praakimise põhjuseid.

Esimese kontroll-lüpsiga seotud muutujad, mille korral praakimisrisk suurenes, olid ka madalam piimatoodang ning piima rasva/valgu suhe  $\geq 1,5$ , seejuures kontrollisime statistilises mudelis päevade arvu poegimise ja

esimese kontroll-lüpsi vahel. Madal piimatoodang esimeses kontroll-lüpsis võib viidata mõnele kliinilisele või subkliinilisele haigusele. Piima kõrge rasva ja valgu suhe iseloomustab energiadefitsiiti organismis ning võib olla seotud ketoosiga. Ketoosi esinemise ja praakimise vahel ei ole siiski varasemalt leitud üheseid seoseid (Beaudeau jt., 1993; Monti jt., 1999). Dohoo ja Martin (1984) ei täheldanud, et ketoos iseseisvalt oleks otsene riskitegur lehma praakimiseks, vaid töid välja, et pigem toimub praakimine kaudselt, haiguste mõjul vähenenud piimatoodangu tõttu. Samas Milian-Suazo jt. (1988) ning Gröhn jt. (1998) täheldasid positiivset korrelatsiooni ketoosi esinemise ja kõrgema praakimisriski vahel.

Oluliselt vähem on avaldatud uuringuid, mis käsitlevad karja tasemel praakimise riskitegureid. Karja tasemel riskitegurite teadmine aitaks optimeerida karja praakimismäära ning annaks juhiseid karja hea sigimise, piimatoodangu, tervise ja bioturvalisuse tagamiseks (Mohd Nor jt., 2014). Antud uuringus oli lehmade kõrgem praakimisrisk seotud karja suurema lehmade arvuga ning kõrgema piimatoodanguga. Samuti esines erinevusi lüpsisüsteemide osas – võrreldes teiste lüpsisüsteemidega seostus robotlüps lehmade madalama praakimisriskiga. Need tegurid kätkevad endas paljude karjapõhiste tegurite koosmõju ning täpsemate selgituste andmiseks oleks vaja teha detailsemaid uuringuid.

## Järeldused ja kokkuvõte

Käesolevas uuringus tuvastasime, et sarnaselt teiste populatsioonidega on ka Eestis lehmade praakimise peamised põhjused jäse-, udara- ja ainevahetushaigused ning sigimisprobleemid. Kuna esmaspoeginud lehma karjast väljaminek on kõige kahjumlikum ja ebasoovitavam, siis võiks sellest hoidumiseks kasu olla teadmisest, et võrreldes korduvpoeginud lehmadega viiakse nad sagedamini karjast välja sigimisprobleemide, abistatud poegimise, traumade või õnnetusjuhtumite ning madala piimatoodangu tõttu.

Meie uuringu tulemused näitavad, et lehmade karjaspüsivuse parandamiseks tuleks teha kõik selleks, et poegimine kulgeks probleemideta ja lehmade tervis varasel poegimisjärgsel perioodil oleks hea.

Eeskätt tuleks välja selgitada lehmade praakimisriski suurendavad karjataseme riskitegurid just suurtes karjades, kus lehmade produktiivne iga on lühem.

Antud uuringu tulemustes esineb viiteid selle kohta, et pidamissüsteemil on oluline mõju lehmade karjaspüsivusele. Suurtes ettevõtetes on ka lihtsam muuta pigem kogu karja hõlmavaid tegureid, mis tooksid kaasa laiapõhjalisema mõju kogu karjale. Seega oleks järgnevates uuringutes vajalik keskenduda karjapõhiste teguritele ning leida seoseid lehmade praakimisriskiga.

## Tänuavaldused

Avaldame siirast tänu Olle Antsonile PRIAst ja Kaivo Ilvesele ning Inno Maasikale EPJst uurimistöös kasutatud andmete edastamise eest. Uurimistööd on finantseerinud Eesti Teadusagentuur (PUT leping nr PSG268).

## Kasutatud kirjandus

- Allaire, F.R. 1981. Economic consequences of replacing cows with genetically improved heifers. *J. Dairy Sci.* 64:1985–1995.
- Beaudeau, F., Henken, A., Fourichon, C., Frankena, K., Seegers, H. 1993. Associations between health disorders and culling of dairy cows: a review. *Livest. Prod. Sci.* 35:213–236.
- Brickell, J.S., Wathes, D.C. 2011. A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. *J. Dairy Sci.* 94:1831–1838.
- Chiumia, D., Chagunda, M.G.G., Macrae, A.I., Roberts, D.J. 2013. Predisposing factors for involuntary culling in Holstein-Friesian dairy cows. *J. Dairy Res.* 80:45–50.
- Congleton Jr., W.R., King, L.W. 1984. Profitability of dairy cow herd life. *J. Dairy Sci.* 67:661–674.
- Compton, C.W., Heuer, C., Thomsen, P.T., Carpenter, T.E., Phyn, C.V., McDougall, S. 2017. Invited review: a systematic literature review and meta-analysis of mortality and culling in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 100:1–16.
- de Vries, M., Bokkers, E.A. M., Dijkstra, T., van Schaik, G., de Boer, I.J.M. 2011. Invited review: Associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. *J. Dairy Sci.* 94:3213–3228.
- Dohoo, I.R., Martin, S.W. 1984. Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows V. Survivorship. *Prev. Vet. Med.* 2:771–784.
- Durr, J.W., Monardes, H.G., Cue, R.I., Philpot, J.C. 1997. Culling in Quebec Holstein herds. 2. Study of phenotypic trends in reasons for disposal. *Can. J. Anim. Sci.* 77:601–608.

- EPJ Aastaaruanded 2002, 2017. <https://www.jkkeskus.ee/jkk/piimaveised/statistika/aastaaruanded/>
- Fetrow, J., Nordlund, K.V., Norman, H.D. 2006. Invited review: Culling: Nomenclature, definitions, and recommendations. *J. Dairy Sci.* 89:1896–1905.
- Goff, J.P., Horst, R.L. 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy Sci.* 80:1260–1268.
- Gröhn, Y.T., Eicher, S.W., Ducrocq, V., Hertl, J.A. 1998. Effect of disease on the culling of Holstein dairy cows in New York state. *J. Dairy Sci.* 81:966–978.
- Dechow, C.D., Goodling, R.C. 2008. Mortality, culling by sixty days in milk, and production profiles in high- and low-survival Pennsylvania herds. *J. Dairy Sci.* 91:4630–4639.
- Eesti Jõudluskontrolli aastaraamat 2017. [https://www.jkkeskus.ee/assets/tekstid/aastaraamatud/aastaraamat\\_2017.pdf](https://www.jkkeskus.ee/assets/tekstid/aastaraamatud/aastaraamat_2017.pdf)
- Eurostat, 2015. Milk and Milk Product Statistics. [http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Milk\\_and\\_milk\\_product\\_statistics#Milk\\_production](http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Milk_and_milk_product_statistics#Milk_production).
- Hadley, G.L., Wolf, C.A., Harsh, S.B. 2006. Dairy cattle culling patterns, explanations, and implications. *J. Dairy Sci.* 89:2286–2296.
- Maher, P., Good, M., More, S.J. 2008. Trends in cow numbers and culling rate in the Irish cattle population, 2003 to 2006. *Ir. Vet. J.* 61:455–463.
- Milian-Suazo, F., Erb, H.N., Smith, R.D. 1988. Descriptive epidemiology of culling in dairy cows from 34 herds in New York State. *Prev. Vet. Med.* 6:243–251.
- Mohd Nor, N., Steeneveld, W., Hogeveen, H. 2014. The average culling rate of Dutch dairy herds over the years 2007 to 2010 and its association with herd reproduction, performance and health. *J. Dairy Res.* 81:1–8.
- Monti, G., Tenhagen, B.-A., Heuwieser, W. 1999. Culling policies in dairy herds. A Review. *J. Vet. Med.* 46:1–11.
- Nor, N.M., Steeneveld, W., Hogeveen, H. 2014. The average culling rate of Dutch dairy herds over the years 2007 to 2010 and its association with herd reproduction, performance and health. *J. Dairy Res.* 81:1–8.
- Rogers, G.W., Vanarendonk, J.A.M., McDaniel, B.T. 1988. Influence of involuntary culling on optimum culling rates and annualized net revenue. *J. Dairy Sci.* 71:3463–3469.
- Seegers, H., Beaudeau, F., Fourichon, C., Bareille, N. 1998. Reasons for culling in French Holstein cows. *Prev. Vet. Med.* 36:257–271.
- Shahid, M.Q., Reneau, J.K., Chester-Jones, H., Chebel, R.C., Endres, M.I. 2015. Cow- and herd-level risk factors for on-farm mortality in midwest US dairy herds. *J. Dairy Sci.* 98:1–13.
- van Arendonk, J.A.M. 1985. Studies on the replacement policies in dairy cattle. II. Optimum policy and influence of changes in production and prices. *Livest. Prod. Sci.* 13:101–121.

# Grupeerimise mõju kinnislehma ja mullika käitumisele

**Maria Soonberg<sup>1\*</sup>, Marie J. Haskell<sup>2</sup>, Rosie Barraclough<sup>2</sup>, Tanel Kaart<sup>3</sup>, Marko Kass<sup>1</sup>, David Arney<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, söötmisteaduse õppetool

<sup>2</sup>Šotimaa Põllumajanduskolledž, Edinburgh, Suurbritannia

<sup>3</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, tõuaretuse ja biotehnoloogia õppetool

\*[maria.soonberg@emu.ee](mailto:maria.soonberg@emu.ee)

## Sissejuhatus

Piimaveisefarmides on lüpsilehmade grupeerimine tavaline praktika. Peamised põhjused on looma laktatsioon, piimatoodang, söötmiskorraldus või sigimistsükkel. Lüpsilehma kõige kriitilisemaks perioodiks on üleminekuperiood, mis algab kolm nädalat enne ja lõppeb kolm nädalat peale poegimist (Grummer, 1995; Drackley, 1999; Huzzey jt., 2005). Sel ajal toimuvad füsioloogilised, toitumuslikud ja sotsiaalsed muutused, mis muudavad lehma vastuvõtlikuks ainevahetus- ja infektsioonhaigustele (Goff ja Horst, 1997). Laktatsiooni alguses on lehm negatiivses energiabilansis, sest kuivaine söömus ei kata piimatoodanguks vajaminevat energia tarvet (Grant ja Albright, 1995; Schirmann jt., 2013). Kui negatiivses energiabilansi periood venib liiga pikaks, suureneb ketoosi haigestumise risk ja/või loom ei suuda kehavarusid taastada järgmise laktatsiooni alguseks (Kaufman jt., 2016).

Lehmade vaheline agressioon tekib enim söödalaval peale värske sööda etteandmist ning see mõjutab looma sööma tuleku aega ja söömust (von Keyserlingk jt., 2008). Eriti on mõjutatud mullikad, kes asuvad karjahierarhias madalamal positsioonil. Kindlustamiseks veisele peale poegimist piisavalt sööta ja puhkust, on tähtis võimaldada loomale maksimaalne juurdepääs sööda(lava) le ja lamamisalale. Näiteks võib põhikarja tulnud lehma heaolu suurendada tema viimine väiksemasse või eraldi loomarühma, kus konkurents on väiksem (Bak Jensen ja Proudfoot, 2017).

Katse eesmärk oli selgitada, kuidas mõjutab loomade grupeerimine indiviidi käitumist ning millised on mõjud mullika ja lehma käitumisele.

## Materjal ja meetodika

Uurimus viidi läbi Langhilli 540-pealises veisefarmis Šotimaal. Suuretoodangulisi lüpsilehmi peeti aastaringselt sisetingimustes. Asemed olid kaetud madratsiga, millele laotati saepuru kolm korda nädalas. Sügavallapanul olevatele kinnislehmadele lisati allapanu vastavalt vajadusele. Põhikarja lehmadele söödeti *ad libitum* rohusilol põhinevat täisratsioonilist segasööta. Lüpsi ajal anti lehmadele lisaks jõusööta vastavalt nende toodangunäitajatele. Kinnislehmadele söödeti silo ja põhku.

Käitumisuuringusse valiti kokku 29 holsteini tõugu kinnislehma ja mullikat (päevi poegimiseni 24±21). Loomi jälgiti vastavalt asetemel (madrats), sügavallapanul ja hiljem põhikarjas. Agressiooni ja lähima naabri vaatlused toimusid asetemel ja sügavallapanul. Aseme ja sügavallapanu gruppi jaotati viieks perioodiks, võttes arvesse liikumist grupi või grupist lahkumist. Siinjuures varieerus loomade arv vaadeldud gruppides. Esimesel ja neljandal perioodil olid lehmad asetemel, teisel, kolmandal ja viiendal olid põhualapanul.

Agressiivse käitumine salvestati esimese tunni aja jooksul peale värske sööda etteandmist kolme videokaameraga, mis olid suunatud söödalavale. Lähima naabri visuaalne vaatlus algas pool tundi peale sööda ette andmist ja kestis kokku neli tundi, tunnise vahepausiga vaatluse keskel. Iga kahekümne minuti järel registreeriti looma tegevus ja tema kaks lähimat naabrit.

Põhikarja visuaalne vaatlus toimus hommikuse värske sööda etteandmise järel kolmel järjestikusel päeval kohe pärast looma (pärast poegimist) põhikarja viimist. Kui lehm polnud esimesel põhikarjapäeval 30 minuti jooksul peale sööda etteandmist lüpsilt tagasi jõudnud, siis alustati tema vaatlemisega järgmisel hommikul. Lehma asukoht (söödalaval, lamamisasemel jne) registreeriti iga kümne minuti järel ühe tunnis jooksul.

Statistiline andmetöötlus viidi läbi programmiga SAS (USA).



## Tulemused ja arutelu

Antud uuringust selgus, et loomad lamasisid põhuallapanul oluliselt kauem kui madratsiga asemel (vastavalt 50.5% ja 35.0%). Samas mullikate ja lehmade lamamiskäitumise vahel olulist erinevust ei leitud, mis võib olla tingitud prognoositava poegimisaja lähenemisest.

Lehmade lamamiskordade arv põhuallapanul suurenes ja seda kinnitab ka Fregonesi ja Leaver (2001) tehtud uuring. Lõpstiined lehmad võivad loote kasvades kulutada rohkem aega lamamisele. Seda soodustab ka enamasti grupi väiksem suurus ja parem ligipääs söödale, veele ja lamamisasemele (Campler jt., 2018).

Söömiskordade ja jõudeoleku (tegevusetus) arvudes kahe allapanusüsteemi ning mullikate ja lehmade vahel erinevust ei leitud. Samuti ei avaldanud nimetatud tegevustele mõju päevade arv eeldatava poegimiseni. Loomad, kes asemetel olid jõudeolekus kauem ja söid rohkem kordi, tegid seda natuke rohkem ( $r=0.29$ ) ka peale liikumist põhuallapanuga gruppi.

Keskmine agressioon ajaühikus oli asemel kaks korda suurem kui sügavallapanul nii lehmadel kui mullikatel. Üldiselt sooritasid asemel olevad lehmad/mullikad tunnis 6,58 agressiooniakti ja sügavallapanul olevad lehmad/mullikad 4,13 agressiooniakti, aga see ei olnud statistiliselt oluline. Keskmiselt olid mullikad söödalaval agressiivsemad (3,66 korda tunnis) kui lehmad (7,04). Samas oli nende vastu suunatud agressiooniaktide arv suurem (6,94) võrreldes lehmadega (2,38). Samuti täheldasime, et loomad, kes olid rohkem agressiivsed asemel olid seda ka põhuallapanul.

Loomade grupeerimine võib suurendada lehmade agressiooni mullikate vastu, kuid ka mullikate omavahelisi agressiivseid kokkupõrkeid (Campler jt., 2018). Bak Jensen ja Proudfoot (2017) järeldasid oma uurimusest, et grupi suurusel on tähtis roll söödalava juures toimuva agressiooni vähenemisel. Nemed leidsid, et väiksemaarvulise loomarühma puhul toimub agressiooniakte vähem. Meie tulemused näitasid hoopis, et agressiooni ei mõjuta ainult loomade arv grupis. Samas võib eeldada, et teatud loomade arvu ületades võib agressioon uuesti kasvada, aga antud teemat oleks vaja rohkem uurida.

Keskmine kaugus lähimast teisest loomast vaatluse hetkel oli umbes üks meeter nii sügavallapanul kui ka asemel. Erinevust mullikate ja lehmade vahelises kauguses ei leitud. Samas keskmine kaugus teisest lähimast naabrist

oli asemel 0,15 meetrit pikem kui põhuallapanul (vastavalt 1,66 ja 1,51,  $p=0.06$ ). Perioodi kaupa lähima naabri andmeid analüüsid selgus, et igal perioodil kujunesid kindlad loomade paarid, kes olid üksteisele lähemal, aga need muutusid uute loomade gruppi toomisega.

Põhikarja toomise mõju uurides selgus, et pärast poegimist käisid multipaarsed lehmad rohkem söömas ja veetsid rohkem aega söödavahekäigus (seistes) kui esmapoeginud lehmad.

## Kokkuvõtte ja järeldused

Katse tulemustest selgus, et loomade grupeerimine mõjutab mullikate käitumist rohkem kui lehmade oma, mille tõttu tuleks rohkem pöörata tähelepanu põhikarja tulnud mullikatele. Söödalava peab olema piisavalt pikk ja söödakogus piisav, et loom saaks peale nõ söömisaaja tippu tulla rahulikult sööma. Viimane peaks soodustama lüpsilehmade võimalikult kiiret väljumist negatiivsest energiabilansist. Kindlasti oleks tõhus esimese laktatsiooni lehmade eraldi grupi moodustamine, kuid arvestades intensiivset karjakasvatust pole see enamasti võimalik.

## Tänuavaldused

Maria Soonbergi teaduslähetus Šotimaa Põllumajanduskolledžisse (Scotland's Rural College) 6.02.-31.03.2017 finantseeriti *EU COST action* raames.

## Kasutatud kirjandus

- Bak Jensen, M., Proudfoot, K.L. 2017. Effect of group size and health status on behaviour and feed intake of multiparous dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 100:9759–9768.
- Bøe, K.E., Færevik, G. 2003. Grouping and social preferences in calves, heifers and cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 80:175–190.
- Campler, M.R., Bak Jensen, M., Munksgaard, L. 2018. The effect of deep straw versus cubicle housing on behaviour during the dry period in Holstein cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 209:1–7.

- Drackley, J.K. 1999. Biology of dairy cow during the transition period: the final frontier? *J. Dairy Sci.* 82:2259–2273.
- Fregonesi, J.A., Leaver, D.J. 2001. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livest. Prod. Sci.* 68:205–216.
- Goff, J.P., Horst, R.L. 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders 1,2. *J. Dairy Sci.* 80:1260–1268.
- Grant, R.J., Albright, J.L. 1995. Feeding behaviour and management factors during the transition period in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2791–2803
- Grummer, R.R. 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.* 73:2820–2833.
- Huzzey, J.M., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M. 2005. Changes in feeding, drinking, and standing behavior of dairy cows during the transition period. *J. Dairy Sci.* 88:2454–2461.
- Kaufman, E.I., LeBlanc, S.J., McBride, B.W., Duffield, T.F., DeVries, T.J. 2016. Association of rumination time with subclinical ketosis in transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99:5604–5618.
- Schirmann, K., Chapinal, N., Weary, D.M., Vickers, L., von Keyserlingk, M.A.G. 2013. Rumination and feeding behavior before and after calving in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96:7088–7092.
- von Keyserlingk, M.A.G., Olenick, D., Weary, D.M. 2008. Acute behavioral effects of regrouping Dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:1011–1016.

## Karjatervise programmi rakendamine Eesti piimaveisekarjades - mõju karja tervisele ning ettevõtte majandusnäitajatele

**Kerli Mõtus<sup>1\*</sup>, Ants-Hannes Viira<sup>2</sup>, Piret Kalmus<sup>1</sup>, Kalmer Kalmus<sup>1</sup>, Ants Kavak<sup>1</sup>, Helis Luik-Lindsaar<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, kliinilise veterinaarmeditsiini õppetool

<sup>2</sup>EMÜ majandus- ja sotsiaalinstituut

\*kerli.motus@emu.ee

### Sissejuhatus

Sarnaselt teiste riikidega on ka Eesti piimaveisefarmides toimunud viimastel kümnenditel suured muutused – karjad on suurenenud, tootmine on intensiivistunud, farmides kasutatakse uudset tehnoloogiat. Kui mitmete kliiniliste haiguste ohjamises on saavutatud edu, siis suur osa majanduslikust kahjust tekib subkliiniliste haiguste tõttu. Haigete loomade avastamine suurtes karjades on keerulisem ja farmerid soovivad haiguste tekkimist pigem ennetada. Seetõttu on ka veterinaarmeditsiini roll muutunud – loomade individuaalsest ravist on olulisemaks muutunud karja tasemel (sub)kliiniliste haiguste ennetus ja tõrje (da Silva jt., 2006).

Karjatervise programmi (KTP) all mõistetakse teatud tegevusi, mille eesmärk on põllumajandusloomade tervise ja tootmisvõime hoidmine kõige efektiivsemal tasemel tagades farmile konkurentsivõime ja kasumlikkuse (Radostits, 2001). Programmi kontseptsioon, mis hõlmab nii karja tervise, loomade heaolu, rahvatervise kui toiduhügieeni aspekte, töötati välja 1990-ndatel (Noordhuizen ja Wentink, 2001) ning on kasutusel mitmetes riikides üle maailma (da Silva jt., 2006; Lind jt., 2012; McDougall jt., 2014). Programmi käigus analüüsitakse regulaarselt ja süstemaatiliselt karja tulemusnäitajaid erinevates karjatervise

valdkondades (noorkarja tervis, udara tervis, piima kvaliteet, sigimine, ainevahetus, söötmine ja sõratervis). Selle kaudu selgitatakse välja farmi tugevused ja nõrkused. Viimaste osas püütakse välja selgitada, millised farmis esinevad tegurid (enamasti on need seotud loomade keskkonna, söötmise, pidamise praktikate, infektsioonhaigustega) pärsivad soovitud tulemusnäitajate saavutamist ning antakse nõu olukorra parandamiseks. Programmi ülesanne on ennetada karjas tekkida võivaid probleeme ja avastada tekkinud probleemid võimalikult kiiresti (enne kui need hakkavad olulist mõju avaldama loomade tervisele ja ettevõtte kasumlikkusele). Selleks kasutatakse teatud andmete igakuulist monitoorimist ning analüüsi.

Tänapäeval on KTP üheks farmi juhtimise osaks, kuna erinevatel tootmisprotsessidel on suur mõju loomade tervisele. Pidev, järjekindel ja süsteemne töö karja tervist negatiivselt mõjutavate teguritega parandab karja tootlikkust, toodangu kvaliteeti ning tootmise tasuvust (Ifende jt., 2014; McDougall jt., 2014). Samuti aitab KTP-de rakendamine vastata järjest enam teadlike ja nõudlike tarbijate ootustele.

## Materjal ja meetodid

MTÜ Piimaklaster viib koostöös Eesti Maaülikooliga läbi projekti, mille käigus testitakse KTP-i rakendamist viies erineva suurusega Eesti piimaveisefarmis kahe aasta jooksul (aprill 2017 - märts 2019). Projekti ettevalmistavas etapis töötati välja karjatervisealaseid näitajaid koondav küsimustik, mida farmijuhatajad täitsid igakuiselt. Seda kasutati erinevate karjatervise valdkondade tulemuslikkuse analüüsiks, probleemkohtade tuvastamiseks ning karjatervise programmi mõju analüüsimiseks.

Farmide nõustamisega alustati 2017. aasta aprillis. Igasse farmi tehti kvartalis kokku neli karjatervise visiiti järgnevatel teemadel: noorkarja tervishoid, sigimise tervishoid, sõratervishoid ja udaraterbishoid. Esmaste visiitidega selgitati välja võimalikud probleemid igas nimetatud valdkonnas ning riskitegurite leidmisel loodi edasine tegevuskava olukorra parandamiseks. Kõikides karjades viidi sisse haigestumuse andmete järjepidev registreerimine. Vajadusel koostati farmipõhised tööprotokollid rakendades HACCP printsiipe (andmete järjepidev monitooring hindamaks oluliste tegevuste läbiviimist kriitiliste faktorite/tegevuste osas). Igal järgneval visiidil hinnati, kuidas on rakendatud soovitatud

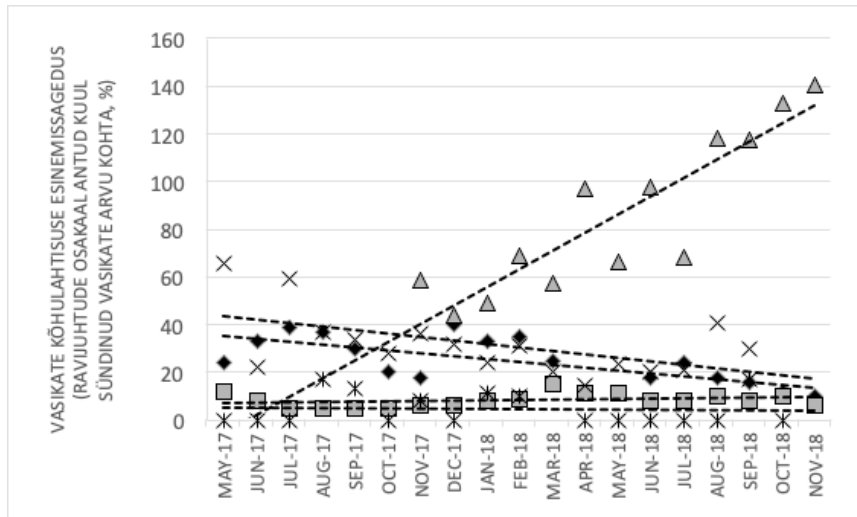
tegevuskava ning milline on selle mõju loomade tervisele ja toodangule ning farmi majandusnäitajatele. Vajadusel täiendati või muudeti farmile antud tegevusplaane. Igal kuul arvatati erinevate valdkondade lõikes nii loomade raviks kui haiguste profülaktikaks tehtud kulu ravimitele, seejuures võeti arvesse ka antibiootikumide kasutamise seotud piimakeeluaja tõttu müümata jäänud (praak)piima maksumus. Erinevate karjatervisealaste teemade lõikes analüüsiti igakuiselt nende majanduslikku mõju, mis tuleneb ravi-, sööda-, sperma- ja seemendusega seotud kuludest ning saamata jäänud tulust (müümata piim, toodangu langus laktatsiooni lõpus). Ettevõtete kulude ja tulude andmete kogumiseks kasutati töölehte, mida igakuiselt täitsid ettevõtete raamatupidajad. Lisaks kasutati majandusanalüüsi tegemisel karjatervise küsimustikes, raviandmetes ning Eesti Põllumajandusloomade Jõudluskontrolli (EPJ) Vissukese programmis olevaid andmeid. Projekti tulemuslikkuse hindamiseks analüüsiti karjade tervise- ja toodangunäitajate ja majandustulemuste muutust kahe aasta jooksul. Käesolevas artiklis analüüsitavad andmed pärinevad perioodist mai 2017 kuni november 2018.

## Tulemused ja arutelu

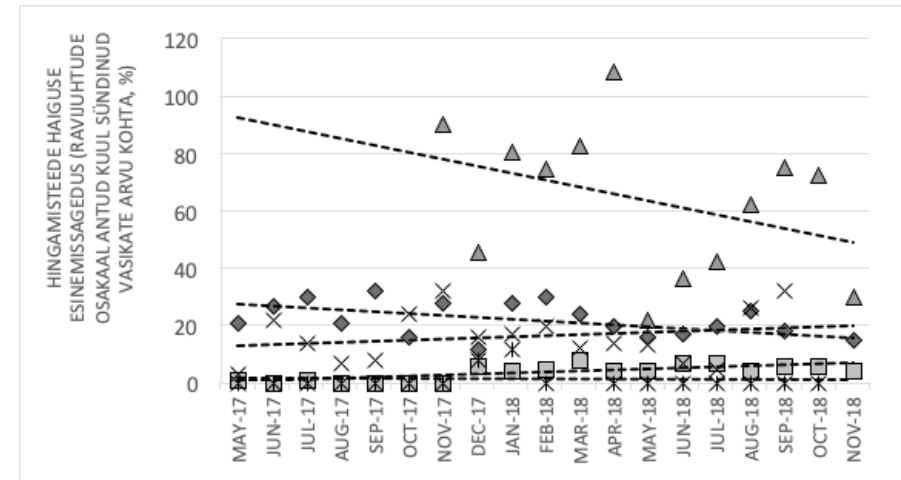
### Noorkarja tervishoid

Noorkarja tervise programmi eesmärk on vähendada noorkarja haigestumust ja surevust ning tagada farmi eesmärgist lähtuv noorloomade juurdekasv. Noorkarja peamised terviseprobleemid olid kõhulahtisus ning hingamisteede haigus. Mõlema haiguse peamiseks riskiteguriteks olid vähene ternespiimaga saadud immuunsus, vasikate söötmise ja pidamise puudused ning infektsioonhaiguste esinemine. Vasikate haigestumine kõhulahtisusse ei ületanud projekti alguses normiks peetavat piirmäära (20% haigestumus vasikate hulgas) üheski farmis. Projekti perioodi jooksul vähenes kõhulahtisuse esinemissagedus kahes ettevõttes, kuid suurenes ühes. Kõhulahtisuse põhjuseks oli selles farmis veiste viirusdiarröa viirus, mille tõrjeprogrammiga on alustatud, kuid mis vältab veel vähemalt kaks aastat. Seetõttu ei saa prognoosida kõhulahtisuse esinemise olulist vähenemist projekti jooksul (joonis 1). Vasikate hingamisteede haiguse esinemissagedus oli projektiperioodi jooksul normi piires (10% haigestumus vasikate hulgas) kolmes ettevõttes ning vähenes kahes ettevõttes (joonis 2). Vasikate hukkumine ei ületanud soovituslikku piirmäära (5%) neljas ettevõttes

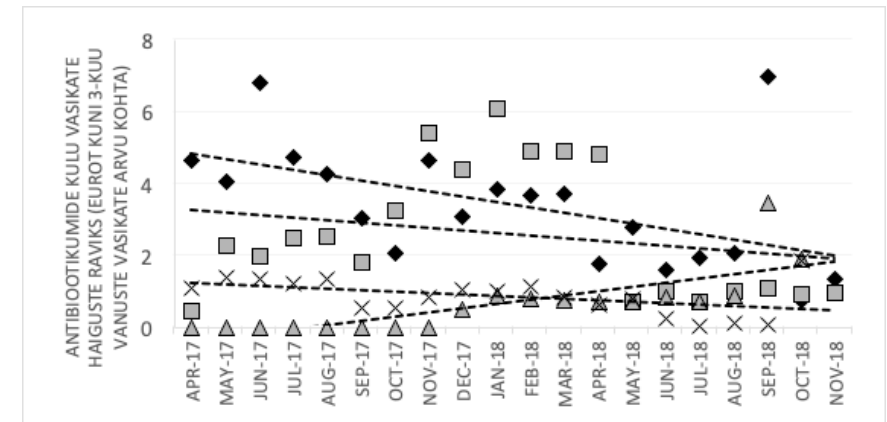
ning oli langustrendis ühes ettevõttes (viimase viie kuu keskmine oli 8,3% vs 16,5% eelneva aasta keskmisena). Antibiootikumide kasutamist vasikate haiguste raviks oli võimalik andmete olemasolu tõttu hinnata neljas ettevõttes: ühes ettevõttes täheldati antibiootikumide kasutamise suurenemist, kolmes farmis oli see pidevas langustrendis (joonis 3).



**Joonis 1.** Vasikate esimese elukuu kõhulahtisuse haigestumus. Erinevate sümbolitega punktid iseloomustavad viie farmi igakuiseid näitajaid, joonega on toodud lineaarne trend



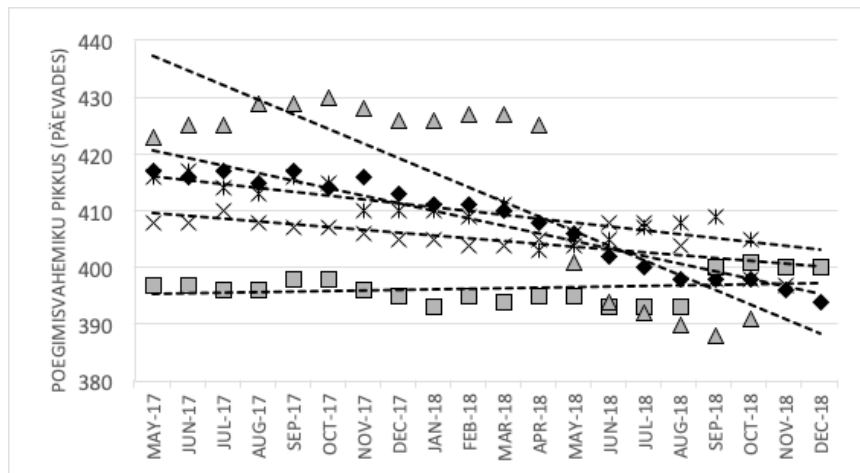
**Joonis 2.** Võõrutuseelse perioodi vasikate hingamisteede haiguse esinemissagedus. Erinevate sümbolitega punktid iseloomustavad viie farmi igakuiseid näitajaid, joonega on toodud lineaarne trend



**Joonis 3.** Antibiootikumide kulu vasikate haiguste raviks neljas testfarmis. Erinevate sümbolitega punktid iseloomustavad nelja farmi igakuiseid näitajaid, joonega on toodud lineaarne trend

## Sigimise tervishoid

Sigimise tervishoiu peamine eesmärk on tagada lehmade ja mullikate õigeaegne tiinestamine ja poegimine, mis hoiavad optimaalsena loomade nn mittetootliku perioodi pikkuse, mil ei saada toodangut või toodang on madalam. Sigimise korraldamiseks kasutati neljas karjas viiest inna stimuleerimist ja sünkroniseerimist. Inna sünkroniseerimisega alustati karjades erinevatel aegadel pärast poegimist - alustamise algus sõltus kasutatavast sünkroniseerimise skeemist ja karja struktuurist. Sigivuse näitajate osas on kõigis farmides vähenenud nii vahemik poegimisest tiinestumiseni (uuslõpsiperiood) kui ka poegimisvahemik (joonis 4). Mullikate sigivuse eesmärgiks on olnud peamiselt nende õigeaegne seemendamine. Mullikate esmapoegimisvanuse osas tuvastati langustrend, neljas karjas viiest oli mullikate esmapoegimisiga vahemikus 24-25 kuud.



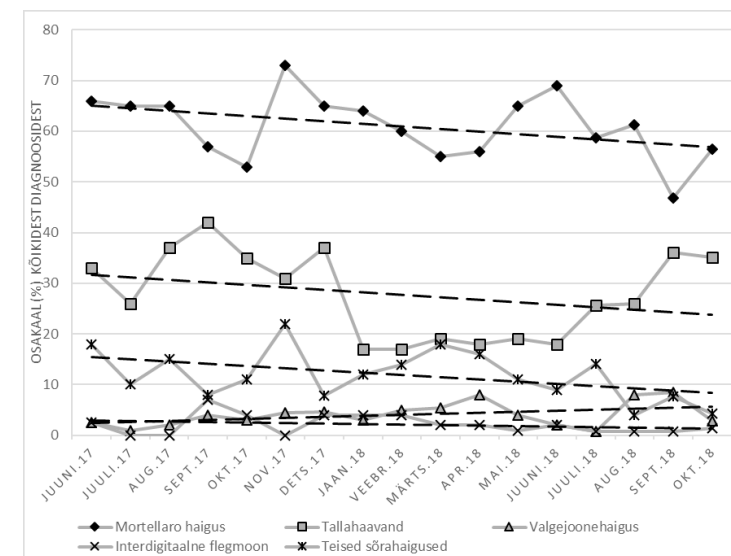
**Joonis 4.** Lehmade poegimisvahemiku pikkus viies testfarmis. Erinevate sümbolitega punktid tähistavad vastavat näitajat antud kuul, joonega on toodud lineaarne trend

## Sõratervishoid

Sõratervise programmi eesmärk on vähendada lonkavate loomade osakaalu karjas ning sisse viia rutiinsed tegevused sõrahaiguste ennetamiseks ja raviks. Projekti jooksul alustati neljas karjas regulaarset lonke hindamist väljaõppinud farmitöötaja poolt.

Eesmärgiks oli saavutada olukord, kus mitte-lonkavate loomade osakaal karjas on üle 75%. Üks kari on selle eesmärgi edukalt täitnud, kus mitte-lonkavate loomade osakaal tõusis 60%-lt 78,2%-le. Sõrahaiguste analüüs sõltub hoolduskui ka ravivärkimise andmetest, mis peavad olema registreeritud korrektselt. Andmete registreerimine toimus korraliselt ja korrektselt kahes farmis, ülejäänud farmides olid küll olemas algandmed (hooldus- ja ravivärkimise andmed) paberil, kuid nende sisestamine andmebaasi oli puudulik.

Haiguste analüüsi tulemusena selgus, et kahes farmis oli peamiseks sõrahaiguseks Mortellaro haigus, mille osakaal kõikidest sõrahaigustest oli 50-75%. Ühes farmis seevastu olid peamised sõrahaigused mittenakkava päritoluga, kus tallahaavandi ja valgejoone haiguse osakaalud kõikide värgitud loomade hulgas olid vastavalt 6,8% ja 7,3%. Joonis 5 kirjeldab sõrahaiguste esinemust väga heas andmete registreerimisega karjas.



**Joonis 5.** Sõrahaiguste osakaal ja muutus ühes testfarmis katseperioodi jooksul

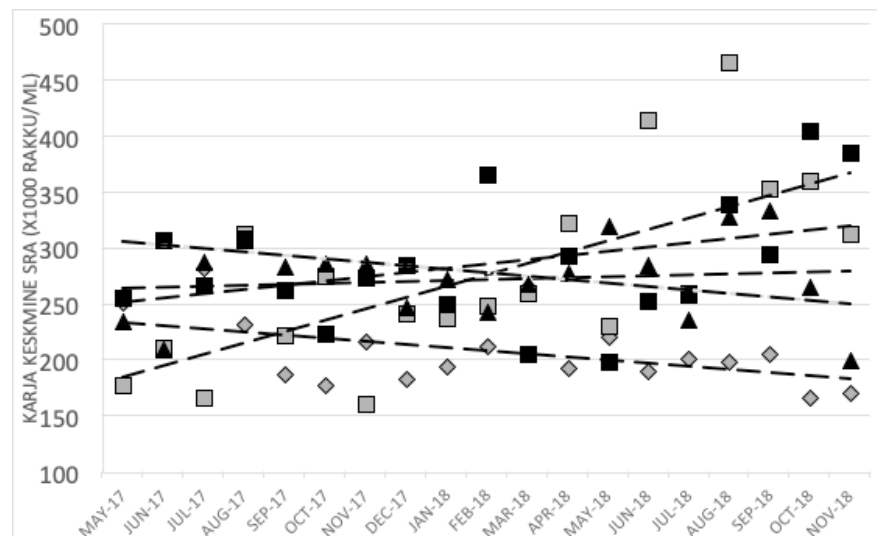
Projekti jooksul vähenesid sõrahaiguste ravikulud ühes farmis, kuid suurenesid kolmes. Kahes farmis oli suuremate ravikulude põhjuseks hoopis paranenud andmete registreerimine ja seeläbi suurema osa haigete loomade avastamine ja ravile suunamine. Ühe farmi ravikulude tõus on seletatav asjaoluga, et farm ei ole leidnud endale ravivärkijat ja seetõttu toimub üleravimine antibiootikumidega.

## Udaratervishoid

Udaratervise programmi üheks eesmärgiks on vähendada udaranakkuste levikut ja esinemust karjas, mille tagajärjel paraneb piima kvaliteet, väheneb ravijuhtude arv ja seeläbi ka antibiootikumide kasutamine. Projekti jooksul töötati välja patogeenipõhised ja kulutõhusad mastiidiravi juhendid ning koostati udaranakkuste levikut pidurdavad tegevuskavad.

Karja udaratervise näitajad (somaatiliste rakkude arv, nakatunud lehmade osakaal, kliiniliste mastiitide osakaal) paranesid vähemalt ühe nimetatud näitaja osas neljas karjas ja halvenesid ühes karjas.

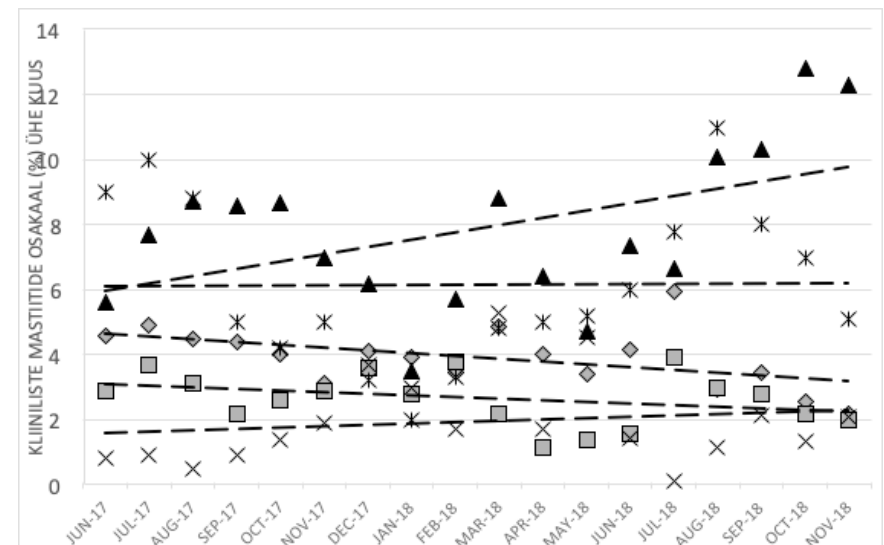
Joonis 6 kirjeldab projektis osalenud karjade keskmise somaatiliste rakkude arvu (SRA) muutust katseperioodi jooksul. Kolmes karjas alanes keskmine SRA projektiperioodi jooksul, kuid kahes karjas oli SRA tõusutrendis.



**Joonis 6.** Karja keskmise somaatiliste rakkude arvu muutus projektiperioodi jooksul. Erinevate sümbolitega punktid tähistavad viie karja keskmist SRA antud kuul, joonega on toodud lineaarne trend

Mõlemas suurenenud SRAga karjas oli põhjuseks udaranakkuste leviku kiirene mine. Ühes karjas võib riskiteguriks olla 2018. aasta väga kuum suvi, mis põhjustas vanemates lautades peetavatel loomadest ulatuslikuma kuumastressi ning mastiidipuhangu. Teises karjas suurenes nakkavate udarapatogeenide levik seoses lüpsirutiinide puudustega.

Hea udaratervisega karjas loetakse kliiniliste mastiitide osakaaluks 2-3%. Kolmes karjas vähenes projekti jooksul kliiniliste mastiitide osakaal, kuid ühes farmis see suurenes (joonis 7).



**Joonis 7.** Kliiniliste mastiitide osakaal kuude lõikes. Erinevate sümbolitega punktid tähistavad karjade kliiniliste mastiitide osakaalu antud kuul, joonega on toodud lineaarne trend

## Muutused karjatervise kuludes

Kui perioodi kaalutud keskmisena olid karjatervise kulud 22 eurot ühe tonni toodetud piima kohta, siis neljas farmis viiest vähenesid need keskmiselt 7-8 eurot/kg. Tabelist 1 nähtub, et karjatervise seotud peamised majanduslikud kulud on kulu ravimitele (36%), müümata jäänud (praak)piim (34%) ja baastasemest madalama piima rasva- ja valgusisaldusega seotud mahahindlused (15%).

**Tabel 1.** Karja tervisega seotud kulud projektis osalevate farmide kaalutud keskmisena

Näitaja	Kaalutud keskmine, eurot/tonn piim	Osatähtsus
Ravimite kulu	7,9	36%
Praakpiima väärtus	7,5	34%
Mullikate poegimisega	1,7	8%
Poegimisvahemik	1,3	6%
Sperma ja seemendusteenus	0,5	2%
Juurde-/mahahindlus rasvalt ja valgult	3,2	15%
Kokku	22,2	100%

Seega on KTP üks võimalus, kuidas parandada ka Eesti piimatootjate majanduslikku jätkusuutlikkust.

## Järeldused ja kokkuvõte

Karjaterviseprogrammi rakendamise positiivne mõju karja tervisele sõltub suuresti konkreetse farmi lähtekohast, karja mõjutavatest riskiteguritest ja nende ulatusest, aga ka meeskonnatööst ja farmitöötajate motivatsioonist. Kui enamus karja tervist ja tootlikkust kirjeldavaid andmeid on tänu EPJ-i süsteemile hästi kättesaadavad, siis haiguste esinemissageduse andmete kogumine ei ole enamasti hästi korraldatud ning selles osas esines farmides puudujääke. Projekti kestel paranes nii haiguste kui ravijuhtude registreerimine. 19-kuu pikkune KTP-i rakendamine on viies ettevõttes toonud kaasa enamuse karjatervise näitajate paranemise. Samas ei ole mõne farmi tulemusnäitaja osas siiski loodetud edu saavutatud. Tulemuse saavutamiseks võib olla vajalik pikem nõustamisperiood, teisalt mõjutavad töö tulemusi mitmed välised faktorid (näiteks erakordselt kuum ja põuane suvi põhjustab loomade kuumastressist tingituna haiguste esinemissageduse suurenemise, sigimisvõime vähenemise, aga mõjutab ka põhisõotade kvaliteeti). Mitmetes Euroopa riikides on karjaterviseprogrammide läbiviimine osa kohustuslikus kvaliteedi kindlustamise programmis (da Silva jt., 2006). Antud projekti tulemused viitavad sellele, et süstemaatiline

karjatervisealane töö parandab loomade tervist ja tootlikkust ning läbi selle paraneb ka tootmise majanduslik tasuvus. Seetõttu võiks KTP-i rakendamine leida laiapõhjalisemat kasutust ka Eesti farmides.

## Tänuavaldused

Täname MTÜ Piimaklastrit, projektis osalenud viite ettevõtet ja nende personali. Piimaklaster MTÜ tegevust toetatakse Eesti maaelu arengukava 2014–2020 meetmest 16.1.

## Kasutatud kirjandus

- da Silva, J.C., Noordhuizen, J.P.T.M., Vagneur, M., Bexiga, R., Gelfert, C.C., Baumgartner, W. 2006. Veterinary dairy herd health management in Europe constraints and perspectives. *Veterinary Quart.* 28:23–32.
- Ifende, V.I., Derks, M., Hooijer, G.A., Hogeveen, H. 2014. Financial aspects of veterinary herd health management programmes. *Vet. Rec.* 175, 224.
- Lind, A. K., Thomsen, P. T., Rintakoski, S., Espetvedt, M. N., Wolff, C., Houe, H. 2012. The association between farmers' participation in herd health programmes and their behaviour concerning treatment of mild clinical mastitis. *Acta Vet. Scand.* 54, 62.
- McDougall, S., Heuer, C., Morton, J., Brownlie, T. 2014. Use of herd management programmes to improve the reproductive performance of dairy cattle. *Animal*, 8:199–210.
- Noordhuizen, J.P.T.M., Wentink, G.H. 2001. Developments in veterinary herd health programmes on dairy farms: A review. *Vet. Quart.* 23:162–169.
- Radostits, O.M. 2001. Herd health: food animal production medicine (No. Ed. 3). Philadelphia, WB Saunders, pp. 884.



## Table of contents

### Healthy food

Indicator microorganisms in food <i>Mati Roasto</i>	8
Effect of ageing time on three muscle groups from the carcasses of beef cattle <i>Riina Soidla, Kristi Kerner, Marek Tepper, Tanel Kaart, Alo Tänavots</i>	17
About carcass traits of finishing pigs slaughtered in Estonia in 2007–2018 <i>Alo Tänavots, Aarne Pöldvere</i>	28
Acrylamide in food <i>Mati Roasto, Andres Elias, Mari Reinik, Eha Nurk, Keiu Nelis, Terje Elias</i>	41
Birch sap syrup as an ice-cream sweetener <i>Andres Sats, Katrin Laikoja, Katrin Rünk</i>	48
Challenge for potato growers – how to give more value to their crop <i>Alice Aav, Hannes Mootse, Terje Tähtjärv</i>	52
Whey valorisation: optimization of the production technology of glucose-galactose syrup and its applications in food <i>Marie Kriisa, Irina Stulova, Aili Kallastu, Raivo Vilu</i>	54
The complement of membrane technology-related equipment in the micro-dairy of the Estonian University of Life Sciences <i>Tauno Mahla</i>	56
A novel method and device for determining the freshness of meat and fish, and inosinic acid <i>Tõnu Püssa, Artur Kuznetsov, Alar Sünter, Aleksandr Frorip, Dea Anton, Piret Raudsepp</i>	62
Overview of the results of the international ERA-NET SUSFOOD project, “SUSMEATPRO”: Sustainable plant ingredients for healthier meat products <i>Piret Raudsepp, Dea Anton, Mati Roasto, Kadri Meremäe, Tõnu Püssa</i>	70
EIT Food opportunities for practitioners, universities and students <i>Andre Veskiõja</i>	73

Fight for healthy eating in the first decades of the 20th century <i>Anu Kannike</i>	75
Myths about eating food of animal origin <i>Kersti Ehrlich-Peets</i>	76

### Healthy animal

Expression of lipid metabolism-related genes in adipose tissue of transition Holstein cows with different body condition <i>Hanno Jaakson, Priit Karis, Katri Ling, Maksim Runin, Meelis Ots</i>	79
Investigations of bovine pelvic bone and osteocytes: a pilot study <i>Esta Nahkur, Aimar Namm, Taavi Torga, Andres Arend, Marina Aunapuu</i>	85
Molecular characterization of strains of African Swine Fever virus circulating in Estonia <i>Annika Vilem, Imbi Nurmoja, Taavi Riit, Arvo Viltrop</i>	88
Interaction between body condition and energy intake in dry cows <i>Priit Karis, Meelis Ots</i>	92
Sheep behavioural preferences at low ambient temperatures in year-round outdoor keeping systems on organic farms <i>Peep Piirsalu, Tanel Kaart, Irje Nutt</i>	98
Overview of an international project focusing on grazing - GrazyDaiSy <i>Ragnar Leming, Marko Kass</i>	108
Herd-level risk factors for dairy cow and calf on-farm mortality in Estonia <i>Kaari Reimus, Karin Alvåsen, Ulf Emanuelson, Arvo Viltrop, Kerli Mõtus</i>	111
Cow culling in Estonian dairy herds – reasons and risk factors <i>Triin Rilanto, Kaari Reimus, Toomas Orro, Ulf Emanuelson, Arvo Viltrop, Kerli Mõtus</i>	115
Effect of grouping on behaviour of dairy heifers and cows <i>Maria Soonberg, Marie J. Haskell, Rosie Barraclough, Tanel Kaart, Marko Kass, David Arney</i>	126
Implementation of the Cattle Health Programme in Estonian dairy herds - Impacts on herd health, productivity and economic indicators <i>Kerli Mõtus, Ants-Hannes Viira, Piret Kalmus, Kalmer Kalmus, Ants Kavak, Helis Luik-Lindsaar</i>	131



A series of 25 horizontal dotted lines for writing.

A series of 25 horizontal dotted lines for writing.

