



Maaelu arengu Euroopa
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse



Eesti Maaülikool

Estonian University of Life Sciences

www.emu.ee

EMÜ veterinaarmeditsiini- ja loomakasvatuse instituut



TERVE LOOM JA TERVISLIK TOIT

TERVE LOOM JA TERVISLIK TOIT

**EMÜ veterinaarmeditsiini- ja loomakasvatuse
instituut**

Terve loom ja tervislik toit 2011
Toimetaja Ülle Jaakma
Küljendus Imre Heero
Trükk Pajoprint
©Eesti Maaülikool
ISBN 978-9949-426-98-0

Tartu 2011

SISUKORD

- 10 VIIRUSTE JA MÕNEDE PIDAMISEGA SEOTUD TEGURITE MÕJUST HINGAMISTEEDE HAIGUSTE ESINEMISELE EESTI PIIMAVEISE KARJADES**
Arvo Viltrop, Kerli Raaperi, Toomas Orro, Annely Aleksejev
- 14 SISEPARASIITIDE LEVIKUST JA TÕRJEST SIGADEL EESTIS**
Toivo Järvis, Erika Mägi
- 19 PARASIITSE RIPSLOOMA ICHTHYOPHTHIRIUS MULTIFILIIS MÕJU KARPkala CYPRINUS CARPIO KAUBANDUSLIKULE VÄLIMUSELE - VÕIMALUSED SEDA PARANDADA**
Priit Päck, Tiit Paaver, Riina Kalda
- 20 MULLIKATE TIINESTUST MÕJUTAVAD TEGURID**
Mihkel Jalakas, Jevgeni Kurõkin, Lembit Majas, Eha Järv, Ülle Jaakma
- 31 LEHMA JA PÕDRALEHMA VAAGEN VÕRDLEVANATOOMILISELT**
Esta Nahkur, Vladimir Andrianov, Mihkel Jalakas, Enn Ernits, Eha Järv
- 35 EESTI VEISETÕUGUDE MOLEKULAARGENEETILINE ISELOOMUSTAMINE**
Sirje Värvi, Susanna Klaus, Erkki Sild, Haldja Viinalass
- 41 ANIMAL WELFARE AND FOOD QUALITY**
David R. Arney
- 48 MAHETOIDU TOOTEAEHELAGA ÄÄREMAASTUMISE VASTU**
Väino Poikalainen, Lembit Lepasalu

58 LIHAAHEL, LOOMSED KÕRVALSAADUSED JA NENDE EFEKTIIVSEM KASUTAMINE

Kristi Kerner, Lembit Lepasalu, Urmas Sannik

65 DJUROKI TÕU MÕJUST SEALIHA KVALITEEDILE EESTIS

Aarne Põldvere, Riina Soidla, Stanislav Zurbenko

74 ANALÜSAATORID MIKROSTRUKTUURI JA REOLOOGILISTE OMADUSTE UURIMISEKS

Anna Denissova, Sirje Pajumägi, Hannes Mootse, Väino Poikalainen

80 GENEETILISED PARAMEETRID PIIMA LAAPUMIS- JA KOOSTISNÄITAJATELE

Mirjam Vallas, Henk Bovenhuis, Tanel Kaart, Kalev Pärna, Heli Kiiman, Elli Pärna

85 RAVIMIJÄÄKIDE PIIMA SATTUMISE TÕENÄOSUS, RAVIMIJÄÄKIDE MÄÄRAMISE KIIRTESTID

Piret Kalmus, Birgit Aasmäe

91 BIOFILMIDE TEKE JA SELLEGA SEONDUVAD RISKID TOIDUAINETE TÖÖSTUSES

Mati Roasto, Marko Breivel, Priit Dreimann

Saateks

Veterinaarmeditsiini, loomakasvatuse ja toiduteaduse valdkonna akadeemiline õpe ja teadustöö on ajast aega olnud olulised tegevused arenevas ja muutuvus Eestis. Tavatsetakse rääkida riigile prioriteetsetest erialadest ja valdkondadest. Sageli jäävad eelpoolnimetatud valdkonnad poliitilistes tõmbetuultes ja riigieelarves siiski tahaplaanile. Neid märgatakse, kui tekivad probleemid eesti elanike toidulaual olevate toodete kvaliteediga, loomade heaolu ja tervisega. Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi (VL) osakondade ja töörühmade uurimistöö erinevates valdkondades katab pea kogu ahela “farmist toidulauale”. Viimaste aastate erinevad õppe ja teadustöö akrediteerimised Eesti Maaülikoolis ja välisekspertide raportid on andnud positiivse tagasisideme ja hea jätkusuutlikkust kinnitava hinnangu VL instituudi tegemistele. Instituudi näol on tegemist erinevate seotud erialade ja valdkondade omavahelise põimumisega ja inimressursi kõige otstarbekama ära kasutamise. Hoolimata viimaste aastate kitsastest oludest on meile alati ääretult oluline, et kaasajastatud õppe- ja teadustöö paindlikult reageeriks tootja ja töötleja vajadustele. Just kõigile majanduslikult kitsastes oludes ei tohi instituut kapselduda ja muutuda asjaks iseeneses. Seega on täna vaja teadvustada oma praegustele ja tulevastele koostööpartneritele ja klientidele, millega instituudis tegeletakse ja kuidas saab VL instituudi olemasolev kompetents olla kasulik just teie tegemisi ja tulevikuplaane silmas pidades. Teaduspõhine koostöö erinevate huvipooltega, välja töötamiseks lahendusi erinevatele praktilistele probleemidele, on kindlasti võimalik ka perioodil, mil Eesti tootjal napib vahendeid investeerimast teadusesse. Kui on eesmärk, siis on alati võimalik leida lahendus ja vahendid selle ellu viimiseks.

Instituudi koosseisu kuuluvad kalakasvatuse, loomageneetika ja tõuaretuse, looma tervise ja keskkonna, morfoloogia, nakkushaiguste, teraapia, toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia, toiduhügieeni, sigimisbioloogia ning söötmise osakonnad. Teraapia osakonna koosseisus töötab EMÜ loomakliinik. Aktiivselt töötatakse erinevate projektidega EMÜ veisekasvatuse Märja katsefarmis.

Mikromeierei peab lähiajal saama kõrvale lihatehnoloogia- ja tootearenduse labori.

Tugev baas on loodud. Edasiste tegemiste ja arengute kiirus sõltub paljus ressursidest inimeste ja rahaliste vahendite näol. Me ei saa lubada, et me kõiki praeguste ja tulevaste koostööpartnerite ootusi saame veterinaarmeditsiini, loomakasvatuse ning liha- ja piimatehnoloogia erialadel juba homme ellu viia. Kuid kui täna plaani ei pea, siis homme ei juhtu midagi. Käesolevas kogumikus on väike ülevaade erinevatest senistest tegevustest VL instituudis. Loodame, et see materjal annab mõtteid uuteks huvitavateks projektideks lähitulevikus.

Ühine eesmärkide püstitus ja ühiselt lahenduste leidmine on meie kõigi edu alus.

Toomas Tiirats
Direktor

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut
Eesti Maaülikool

VIIRUSTE JA MÕNEDE PIDAMISEGA SEOTUD TEGURITE MÕJUST HINGAMISTEEDE HAIGUSTE ESINEMISELE EESTI PIIMAVEISE KARJADES

Arvo Viltrop, Kerli Raaperi, Toomas Orro, Annely Aleksejev

Eesti Maaülikool Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Sissejuhatus

Hingamisteede haigused põhjustavad veisekasvatusele olulist majanduslikku kahju kogu maailmas, seda eriti veiste intensiivse pidamise tingimustes. Hingamisteede haigused, eriti kopsupõletik, põhjustavad loomadele valu ja kannatusi. Seega on nende haiguste ennetamine oluline nii majanduslikust kui loomaheaolu vaatenurgast.

Haiguste ennetamise eelduseks on nende põhjuste teadmine. Varasematest uuringutest maailmas ja meil on teada, et hingamisteede haigusi põhjustavad mitmed viirused ja bakterid, ning et nende esinemissagedust mõjutavad oluliselt erinevad pidamisega seotud tegurid. Samas on teada, et loetletud tegurite olulisus erineb piirkonniti, sõltudes konkreetse maa oludest, seega ei ole võimalik erinevates riikides tehtud uuringute tulemusi automaatselt üle kanda. Käesolev uurimus püüabki selgitada veiste hingamisteede haiguste riskitegureid Eesti piimaveise karjades.

Materjal ja meetodika

Uuringuks koguti andmeid 103 piimaveise karjast. Uuringusse võeti karjad, kus peeti vähemalt 20 lehma ja valim oli kihitatud karja suuruse alusel selliselt, et see peegeldaks Eesti piimaveise karjade struktuuri. Igast karjast võeti vereproovid loomade esinduslikult valimilt eraldi lehmade ning kuus kuud ja vanemate noorloomade hulgast, et määrata kindlaks viiruste esinemine või levimus karjas.

Vereproove uuriti seroloogiliste meetoditega viiruste antikehade tuvastamiseks. Ankeetküsitluse abil koguti andmeid pidamisega seotud tegurite ja hingamisteede haiguste esinemissageduse kohta. Viimast hinnati karja teenindava loomaarsti või loomapidaja hinnangu alusel erinevate hingamisteede haiguste sümptomite esinemissagedusele loomade erinevates vanuserühmades. Kui rühmas oli püsivalt haigussümptomitega loomi rohkem kui 10% või oli antud loomarühmas olnud hingamisteede haiguse puhang viimase 2 aasta jooksul, klassifitseeriti see suure hingamisteede haiguste sagedusega rühmaks. Kui eelnimetatut ei esinenud, loeti rühm väikese hingamisteede haiguste sagedusega rühmaks. Andmete analüüsiks koostati logistiline regressioonimudel, mille abil kontrolliti ühtlasi võimalikke tegurimõju segajaid ja tegurite koosmõju. Analüüsi tulemusena selgitati välja statistiliselt usaldusväärsed seosed haiguste suurema esinemissageduse ja erinevate nakkuslike ja pidamisega seotud ohutegurite vahel vanuserühmade kaupa.

Tulemused ja arutelu

Meie uuringu tulemustest selgub, et hingamisteede haiguste sagedasem esinemine vasikatel on seotud mitmete viiruste olemasoluga karjas. Olulist rolli võivad mängida veiste nakkava rinotrahheiidi viirus (IRTV), veiste viirusdiarröa viirus (VVDV) ja respiratoorsüntsütiaalviirus (RSV). Tugevaim seos leiti olevat IRTV ja VVDV leviku ning vasikate hingamisteede haiguste esinemise vahel. Sama seos kehtib ka 3-16 kuuste noorloomade puhul, selle erinevusega, et kõige tugevamini näib panustavat selle vanuserühma haigestumisse IRTV üksinda. Samad viirused olid seoses ka lehmade haigestumisega hingamisteede haigustesse, kuid lehmade puhul mängis haigestumises peamist rolli RSV.

Hingamisteede haiguste üldiseks riskiteguriks Eestis on karja suurus. Mida suurem on kari, seda suurem on risk, et karjas esineb sagedamini haigestumist hingamisteede haigustesse kõikides vanuserühmades. Suuremates karjades soodustab viiruste

levikut suurem loomadevaheliste kontaktide arv. Samuti on karjaimmuunsus neis karjades ebaühtlane loomade grupeeritud pidamise tõttu, mis võimaldab nakkusel karjas pikema aja vältel ringelda.

Hingamisteede haigusi noorloomadel (3-16 kuud) ja lehmadel oli rohkem karjades, kus noorloomi peetakse kuni lõpptiinuseni lehmadest eraldi.. See on seletatav loomade ühest laudast teise ümberpaigutamisega kaasneva stressi ja erinevatest tootmisüksustest pärinevate erineva immuunstaatusega loomade kokkuviiemisega.

Lehmadel esines hingamisteede haigust rohkem vabapidamislautades. See võib olla seletatav loomadevaheliste tihedamate kontaktidega (pidev ümbergrupeerimine, lüpsiplatsile ajamine), mis soodustab nakkuste levikut. Samas olid kõik vabapidamislaudad külmlaudad ja lõaspidamislaudad traditsioonilised soojad laudad, mis jätab õhku küsimuse, milline on külmastressi roll külmlaudas lehmade haigestumises. See küsimus vajab edasisi uuringuid.

Mõnevõrra üllatuslikult selgus meie uuringust, et IRTV levik ja loomade haigestumine hingamisteede haigustesse oli suurem nendes karjades, kus töötab palgaline loomaarst ja seemendaja, kes teistes farmides teenust ei osuta. Võiks ju arvata, et kui inimene liigub pidevalt ühest karjast teise, siis on tal võimalik ka nakkuseid edasi kanda, kuid meie tulemused seda ei kinnita. Sellest võib teha järelduse, et farmi töötajatel on oluline osa nakkuse edasikandmisel loomalt loomale. Võib eeldada, et kui farmis töötavad palgaline loomaarst ja seemendaja, siis nad viivad ka sagedamini läbi erinevaid manipulatsioone loomadega (loomade uurimine, ravimine jms.) ehk teisisõnu, on igapäevaselt väga tihedas kontaktis loomadega, mis kindlasti suurendab riski nakkust karjas edasi kanda. Seega, on oluline pöörata tähelepanu bioturvalisuse nõuete täitmisele ka farmis sees, seda eriti nende töötajate poolt, kes tihedalt lävivad loomadega.

Kokkuvõte

Eesti piimaveisekarjades levivad viirusnakkused on üldiselt samad, mida on täheldatud ka paljudes lähiriikides. Uurimise tulemustest selgub, et nii IRTV-I; VVDV-I kui RSV-I on oluline roll hingamisteede haiguste põhjustamises kõikides vanuserühmades, kuid nende mõju võib olla erinevates vanuserühmades erineva tähtsusega. Uurimistulemustest ilmneb ka, et mitme erineva viirusnakkuse koosmõju võib olla tugevam kui ühel viirusel üksinda – näiteks vasikate puhul VVDV ja IRTV koosmõju. Uurimusest selgub ka, et loomade haigestumise risk on suurem suuremates karjades. Seega peavad tootmise laiendamise ja intensiivistamisega kaasneva karjatervise edendamise meetmed, „selleks et tootmise intensiivistamisest tulenev efektiivsuse tõus ei saaks pärsitud põhilise tootmisvahendi – looma, toodangu ja eluvõime langemisest haiguste tõttu. Bioturvalisuse meetmed nii nakkuste karja toomise vältimiseks kui karjas olevate nakkuste levimise tõkestamiseks on seejuures esmatähtsad.

SISEPARASIITIDE LEVIKUST JA TÕRJEST SIGADEL EESTIS

Toivo Järvis, Erika Mägi

EMÜ VLI, nakkushaiguste osakond

Sissejuhatus

Parasiitide põhjustatav kahju seakasvatusele erineb suurel määral, sõltudes peamiselt geograafilisest piirkonnast, farmitüübist, sigade pidamisviisist, söötmisest, seatõust, esinevate parasiidiliikide virulentsusest, nakkuse intensiivsusest ja rakendatavast haigustõrjest.

On leitud, et parasitaarhaigustest põhjustatud kahju sigadel on suurem kui bakterite ja viiruste tekitatu (Popiolek jt., 2009), seda eelkõige kliiniliste tunnusteta haiguskulu korral. Uurimustes rõhutatakse sigade juurdekasvu vähenemist, halvenenud söödakasutust, väiksemaid pesakondi, imikpõrsaste elujõuetust, indlemise aktiivsuse langust, elundite praakimist, sealiha hulga ja kvaliteedi langust jm (Lawlor ja Lynch, 2007; Nosal ja Eckert, 2005 jpt). Nakatumisel koktsiididega (*Isospora*, *Eimeria*) tekib põrsastel kõhulahtisus ja veetustumine, mis viib juurdekasvu vähenemiseni ja soodustab sekundaarnakkuse arenemist (Worliczek jt., 2009; Mundt jt., 2007 jpt.).

Käesoleva uurimistöö põhieesmärgiks oli saada ülevaade sigade nakatatuses siseparasiitidega Eesti farmides.

Materjal ja meetodid

Proovid sigadelt võeti Eesti 11 maakonna 84 sigalast. Kokku uuriti parasiitide munade suhtes 3678 kopiproovi, rakendades peamiselt McMasteri flotatsioonimeetodit. Uuritud sigalatest oli suurfarme (201 – 11000 siga) 31, keskmise suurusega farme (11 – 200 siga) 17, väikefarme (1 – 10 siga) 31 ja ökofarme 5.

Farmitüüpide vahelist erinevust parasiitide levimuses hinnati kahefaktorilise logistilise mudeli abil, millest leiti nii p-väärtused kui ka nakatumise šansside suhted. Erinevuste statistilise olulisuse testimiseks kasutati Wilcoxonit testi. Tuvastatud erinevused loeti statistiliselt olulisteks $p < 0,05$ korral.

Tulemused ja arutelu

Uuritud seafarmidest esines siseparasiite 71,4%-l, uuritud sigadest aga 22,7%-l. Rohkem kui pooltes farmides esines seasolge *Ascaris suum* (54,8%) ja sea sõlmpihitlane *Oesophagostomum* spp. (51,2%). Samad parasiidid domineerisid ka sigadel leitud parasiitide hulgas. Koktsiididega tabandunud seafarme oli 23,8% ja nakatunud sigu 6,6% uuritutest. Eimeeriaid leiti kõigis koktsiididega tabandunud farmides ja 86,5% koktsiidinakkusega sigadel. Isosporid tuvastati 10%-l koktsiididega tabandunud sigalatest ja 4,9%-l koktsiidinakkusega sigadel. Esines ka peiteoslasi (*Cryptosporidium* sp). Nugiussidest diagnoositi veel sea varbussi (*Strongyloides ransomi*) ja sea piugussi (*Trichuris suis*).

Täheldatav oli selge tendents – mida väiksem ja “maalähedasem” on farm, seda enam on parasiitidega nakatunud sigu ($p < 0,001$). Nii oli uuritud ökofarmidest kõigis siseparasiitidega nakatunud 75% või enam sigu, kusjuures 100%-line levimus ilmnes 60%-l farmidest. Väikefarmidest oli nakatunud sigadeta vaid 16,1%, samas oli parasiitide levimus 75% või suurem 80,7%-l väikefarmidest. Keskmise suurusega farmidest ei leitud parasiite 17,6%-l, kusjuures 100%-line levimus ilmnes 41,2%-l farmidest. Suurfarmidest oli koguni 87,1%-l invasiooni ekstensiivsus alla 25%, sh olid parasiidivabad 45,2% suurfarmidest (joonis 1).

Käesoleva uurimistöö alusel ($p < 0,05$) on **ökofarmis** peetaval seal šans nakatuda parasiitidega 3,8 korda suurem kui väikefarmis; 13,9 korda suurem võrreldes keskmise suurusega farmis peetava seaga ja 85,3 (!) korda suurem kui suurfarmis. **Väikefarmis** peetavatel sigadel on nakatumisšans 3,7 korda suurem kui keskmise suurusega

farmis ja 22,4 korda suurem kui suurfarmis; **keskmise suurusega farmis** aga 6,1 korda suurem kui suurfarmis.

Farmitüübist ja sigala hügieenitasemest olenevad olulisel määral nii parasiitide levimus, parasiidiliikide arv sigadel kui ka nakatumise intensiivsus. Sigade seespildamisel on välistatud (või vähene) nakatumine nugiussidega, kes oma arenguks vajavad vaheperemeest. Intensiivne loomakasvatustehnoloogia vähendab sigalate suurema puhtuse, kuivuse, desinfektsiooni jms abil ka mitmete vaheperemeheta arenevate parasiitide levikut. Samas on loomade sagedase kokkupuutumise ja suure arvu tõttu suurfarmides soodsad tingimused sinna püsima jäänud nugaliste kiireks ja hulgaliseks levikuks.

Sigade parasiitide leviku uurimise kõrval pöörati uurimistöös põhitähelepanu sigalate veterinaar-hügieenilise seisundi ja antiparasiitikumide kasutamise väljaselgitamisele. Väga heaks hinnati veterinaar-hügieeniline olukord 8,3%-l farmidest (kõik suurfarmid), heaks 46,4%, rahuldavaks 34,6%-l ja halvaks 10,7% uuritud sigalatest. Viimasena nimetatud rühma kuulusid kõik ökofarmid, kolm väikefarmi ja kaks keskmise suurusega farmi. Hinnang inimeste töötingimustele sigalas nakkuse levitamise seisukohalt andis eelmisega enam-vähem sarnase tulemuse. Antiparasiitikumide kasutamise selgitamisel ilmnes, et 32,2%-l farmidest kasutatakse neid regulaarselt, 20,2%-l sigalatest juhuslikult (aeg-ajalt) ja 47,6% farmidest antiparasiitikume ei kasutata, sh kõigis ökofarmides. Valdavalt kasutati nugiusside vastaseid preparaate, vaid mõnes üksikus farmis teostati ka ainuraksete parasiitide tõrjet.

Järeldused

1. Sigade siseparasiitide levik farmides sõltub otseselt farmide sanitaar-hügieenilisest seisundist jt sigade nakatumist vältivate meetodite rakendamisest.
2. Antiparasiitikumide juhuslik kasutamine profülaktikameetmeid

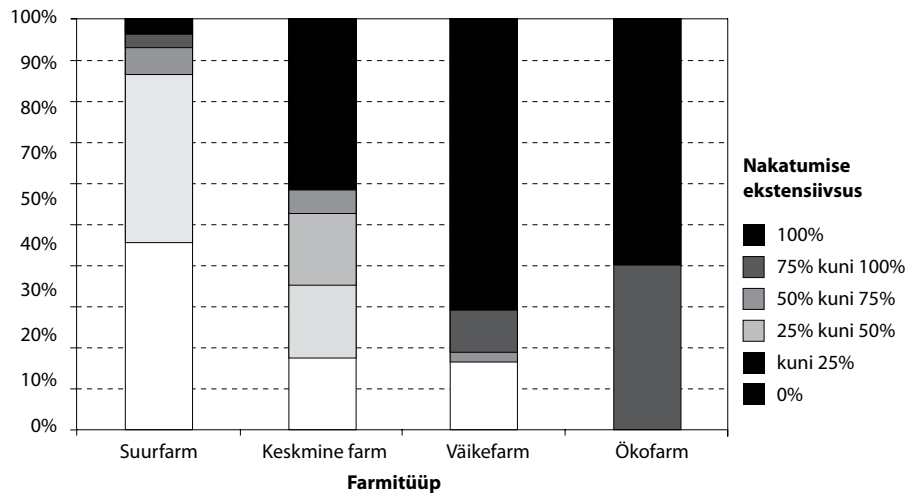
- rakendamata tõhus ei ole, samas liiga sagedane teaduslikult põhjendamatu kasutamine põhjustab ravimiresistentsuse väljakujunemist, ravimijääke sealihhas, ülemääraseid kulusid jm.
3. Nn traditsioonilise pidamisviisiga karjades tuleb parasiitide tõrjeks parandada sigalahügieeni ja kasutada antiparasiitikume. Kõige olulisemaks nakkusallikaks pörsastele on emised. Seetõttu on vajalik emised enne poegimist parasiitidest vabastada. Pörsad vajavad võõrutamisjärgset dehelmintiseerimist.
 4. Intensiivse tootmistehnoloogia korral moodsates ja väga hea hügieeniga sigalates ei ole antiparasiitikumide manustamine sageli vajalik.
 5. Sigade terviseks ja heaoluks ning tarbijate ootuste täitumiseks tuleb eriti ökofarmides parandada sigade pidamistingimusi. Tootmist tuleb alustada parasiidivabade emistega (ostetud väga hea hügieeniga suurfarmidest). Parasiitidest põhjustatud haigustunnuste ilmnemisel on vaja sigu ravida, misjärel paigutada nad nakkusvabale maa-alale.
 6. Parasiitide tõrjeseafarmis peab põhinemasigala parasitoloogilise olukorra teadmises ja mõistmises. Olukorra hindamiseks on tarvis sigu – eriti emiseid ja võõrdepörsaid – perioodiliselt parasiitide suhtes uurida. Uurimistulemustest olenevalt tuleb valida konkreetsed meetmed parasiitide tõrjeks, sh otsustada antiparasiitikumide kasutamine.

Kasutatud kirjandus

- Lawlor, P.G., Lynch, P.B. 2007. A review of factors influencing litter size in Irish sows. – Irish Vet.J., 60, 359-366.
- Mundt, H.C., Mundt-Wüstenberg, S., Dauschies, A., Joachim, A. 2007. Efficacy of various anticoccidials against experimental porcine neonatal isosporosis. – Parasitol, Res., 100, 401-411.
- Nosal, P., Eckert, R. 2005. Gastrointestinal parasites of swine in relation to the age group and management system. – Medycyna Wet., 61, 435-437.

Popiolek, M., Knecht, D., Boruta, O., Kot, M. 2009. Effect of breeding conditions, phenology and age on the occurrence of helminths in pigs. A preliminary study. – Bull. Vet. Inst. Pulawy, 53, 213-220.

Worliczek, H.L., Gerner, W., Joachim, A., Mundt, H.C., Saalmüller, A. 2009. Porcine coccidiosis – investigations on the cellular immune response against *Isospora suis*. – Parasitol. Res., 105, 1, 151-156.



Joonis 1. Sigade nakatumine parasiitidega farmitüübiti

PARASIITSE RIPSLOOMA *ICHTHYOPHTHIRIUS MULTIFILIIS* MÕJU KARPkala *CYPRINUS CARPIO* KAUBANDUSLIKULE VÄLIMUSELE - VÕIMALUSED SEDA PARANDADA

Priit Päck, Tiit Paaver, Riina Kalda

Eesti kalakasvandustes saab karpkala *Cyprinus carpio* müügilõblikuks (üle 1 kg raskuseks) kolmanda kasvusuve lõpuks. Müügieelneväljapüükalgabtavaliselt oktoobris ja kestab jäätulekuni. Kalad paigutatakse hoones asuvasse betoonist basseinidesse või tiikides olevatesse sumpadesse, kus asustustihedus suurendatakse tasemeni 150-300 kg/m³. Kaubakala pikem müügieelne hoidmine suurendab aga järsult tabandumist erinevate parasiitidega ja mõju kalade kaubanduslikule välimusele võib sõltuvalt invasiooni intensiivsusest olla laastav. Olukorra parandamiseks ihtüoftirioosi korral on tulemuslik vaid üks vahend - kalabasseinides vee läbivoolu suurendamine. Taoliste juhtumite ennetamiseks on kindlasti vajalikud spetsiaalsed kalafarmi spetsiifikat ja tehnoloogiat arvestavad uuringud. Viited ripslooma *Ichthyophthirius multifiliis* invasioonist tingitud kalaliha toidukõlblikkuse või kulinaarsete omaduste halvenemisele siiski puuduvad - esialgu.

MULLIKATE TIINESTUST MÕJUTAVAD TEGURID

Mihkel Jalakas, Jevgeni Kurõkin, Lembit Majas, Eha Järv, Ülle Jaakma

Aastatel 2005–2010 viidi EMÜ sigimisbioloogia osakonna, Eesti Tõuloomakasvatavate Ühistu ja mitmete põllumajandusettevõtete koostöös läbi katsed mullikate seemendamiseks suguselekteeritud spermaga. Kuna kontrollgrupi mullikaid seemendati samade pullide tavaspermaga, siis selgusid mullikate tiinestust mõjutavad tegurid nii suguselekteeritud kui ka tavaspermat kasutades. Viimase 4–5 aasta jooksul on jõutud soovitud sugu järglaste saamise probleemi lahendusteni, kasutades X- ja Y- kromosoomi sisaldavate spermide lahutamist rakusorteri abil. Siiski tuleb märkida, et spermide sorteerimise kiirus on tehnoloogiliselt piiratud ja tavalise spermide arvuga seemendusdooside tootmine majanduslikult ebaefektiivne. Seetõttu moodustab suguselekteeritud spermide arv seemendusdoosis ainult 2 miljonit tavalise 15–20 miljoni spermi asemel. Suguselekteeritud sperma kasutamisel on täheldatud tiinestuse langust. Seetõttu soovitatakse suguselekteeritud spermaga seemendada eeskätt mullikaid, kelle tiinestumine on kõrgem kui piimalehmadel. Vajalikud on põhjalikud teadusuuringud, selgitamaks suguselekteeritud sperma kasutamise efektiivsust mõjutavaid tegureid nii mullikatel kui ka lehmadel optimeerimaks suguselekteeritud sperma kasutamist piimakarjas.

Uuringute materjal ja meetodid

Uuringud viidi läbi 2283 holsteini tõugu mullikal seitsmes piimatootmisettevõttes. Mullikate vanus oli 11–16 kuud, kehamass 350–550 kg. Kolmes farmis olid mullikad vabapidamisel ja neljas farmis lõas. Seemendamiseks kasutati 10 erineva pulli suguselekteeritud ja tavaspermat. Spermide arv suguselekteeritud sperma seemendusdoosis oli 2,1 miljonit ja tavasperma doosis 15

miljonit. Seemendused viidi läbi järgmiselt: 1) fikseeritud ajal pärast mullikate inna sünkroniseerimist kahe prostaglandiini ($\text{PGF}_2\alpha$) injektsiooniga, 2) spontaanse inna ajal ja 3) ühekordse $\text{PGF}_2\alpha$ süstiga esilekutsustud (indutseeritud) inna ajal. Seemendusel kasutati sperma paigutamist emakakehasse (tavaseemendus, sünkroniseeritud ja spontaanse inna ajal) ja süva- ehk intrakornuaalset seemendust (sünkroniseeritud inna korral).

Sünkroniseeritud innaga mullikad seemendati fikseeritud ajal, 80–82 tundi pärast teist $\text{PGF}_2\alpha$ injektsiooni ühe doosi suguselekteeritud või selekteerimata spermaga ja süvaseemendusel suguselekteeritud spermaga. Spontaanse ja ühe prostaglandiini-injektsiooniga esilekutsustud (indutseeritud) inna avastamiseks jälgiti mullikaid neli korda päevas. Seemendused suguselekteeritud spermaga viidi läbi 12 tundi pärast inna avastamist ja selekteerimata spermaga tavakorras.

Seemenduste ajal registreeriti järgmiste innatunnuste intensiivsus: häbememokkade turse ja tupeesiku limaskesta hüperemia, limavool tupest ja emakakaela läbitavus seemenduskateetriga. Kui mullikal esines nendest tunnustest vähemalt kaks ja emakakaela läbimine oli kerge, loeti innatunnused tugevaks. Mullikad seemendati sõltumata innatunnuste tugevusest.

Suguselekteeritud sperma kõrred sulatati vees 37°C juures 40 sekundi jooksul ja selekteerimata sperma 35°C juure 15 sekundi jooksul. Tavaseemendus tehti seemenduskateetriga ja süvaseemendusel kasutati embrüosiirdamiskateetrit. Tiinus diagnoositi rektaalse palpeerimise abil 45–60 päeval pärast seemendust.

Vastavalt katse metoodikale uuriti nii katse- kui ka kontrollgrupi loomi enne kliiniliselt (sealjuures ka rektaalselt ja ultrasonograafiliselt). Eesmärgiks oli elimineerida katsetest seemendamiseks mittekõlbulikud sigimatud mullikad.

Andmete statistiliseks analüüsiks kasutati SAS tarkvara (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 1999). Kõik leitud erinevused loeti statistiliselt usutavaks kui p väärtus oli alla 0,05.

Uurimistulemused

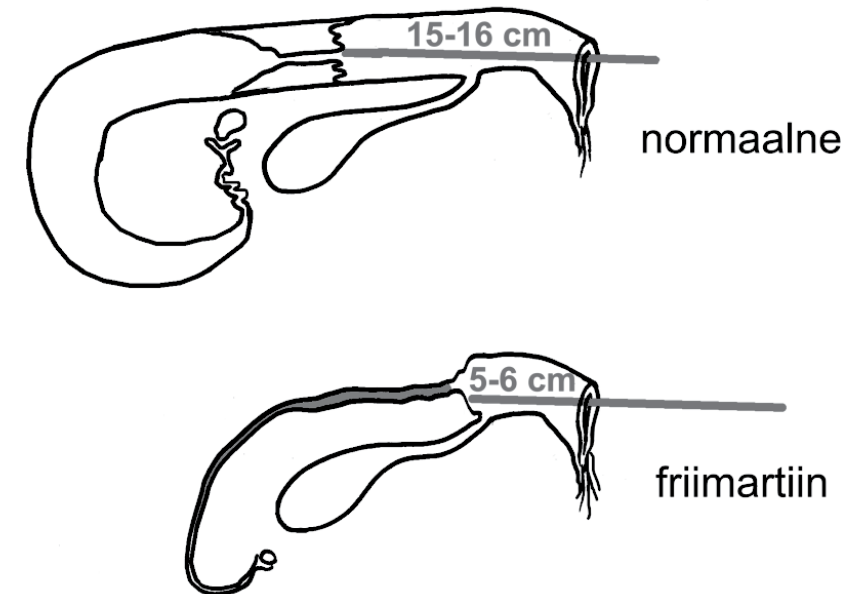
1. Suguorganite kaasasündinud patoloogiad mullikatel

Uuritud lehmullikatest ei osutunud seemenduskõlblikuks 2–4,5%. Levinud praktika kohaselt seemendamiseks (paaritamiseks) eraldatud mullikaid enne seemendamist rektaalselt ei uurita ja praagitakse need loomad, kes ei ole 4–6 kordse seemenduse järele tiinestunud. Niisuguste mullikate asjatu seemendamine toob ühe looma kohta, sõltuvalt sperma hinnast, majanduslikku kahju 1000–2000 krooni. Kui kasutatakse hinnalist suguselekteeritud spermat, on kahju veelgi suurem.

Lehmullikate kaasasündinud sigimatust on harva ja selle põhjused on väga heterogeensed. Sagedamini diagnoositi friimartinismi, valgete mullikate haigust, munasarjade tsüste ja emakakaela kahe tupeosaga emakat. Üksikjuhtudena leiti ka sporaadiliselt esinevaid suguorganite arenguanomaaliaid.

Friimartinismiks e ebaõhvhäiguseks nimetatakse patoloogiat, kui erisooliste mitmikute (enamasti kaksikute) puhul emasjärglane on 90–92% juhtudest sigimatu. Teda nimetatakse friimartiniks e ebaõhvaks. Friimartinismi diagnoosimisel võib välisel vaatlusel märgata, et häbememetutt on tugevasti arenenud, häbemepilu kõrgus on normaalsest väiksem ja nisad on vähearenenud. Looma välimik võib meenutada isaslooma. Seemendusealise mullika rektaalsel uurimisel on palpeeritav umbes sõrmejämedune tihke koeväärt, mille diameetrit mõnikord suurendavad sellele kinnituvad rudimentaarsed põisiknäärmed, väikese oa- või hernesuurused siledapinnalised munasarjad ja emakasarved ei ole enamasti rektaalselt palpeeritavad.

Et kindlaks teha need 8–10% lahksooliste kaksikutena sündinud lehmikutest, kes on potentsiaalselt sigivad, rakendatakse nn toruproovi. "Toruproovi" võib rakendada juba paarinädalasel vasikal. Friimartiinsel vasikal pole tupp arenenud ja katsuti saab sisse viia ainult tupeesiku pikkuses so 5–6 cm. Kui torujad suguorganid on normaalselt arenenud, siis on katsutit võimalik edasi lükata veel 8–10 cm kogu tupe pikkuses kuni emakakaelani (joonis 1). Kui toruproovi rakendamisel tekib raskusi, siis võib seda proovida mõnel samaealisel normaalsel lehmikul.



Joonis 1. Toruproov

Igal aastal sünnib ca 1000–1200 paari lahksoolisi kaksikuid ja seega oleks friimartinismi varajase diagnoosimise korral olnud võimalik karja täienduseks eraldada täiendavalt ca 50–60 mullikat. USA põllumajandusministeeriumi hinnangul kuulub friimartiinide rümpadest 90% valikliha kategooriasse selle erilise marmorsuse ja maitseomaduste tõttu. Eestis friimartiini liha kvaliteeti hinnatud ei ole.

"Valgete mullikate haiguse" (White heifer disease – puudub mingi osa torujatest suguorganitest) korral diagnoositakse meil kõige sagedamini ühesarvelist emakat. Sagedamini puudub parem emakasarv (joonis 2, *uterus unicornis*).

Loom võib tiinestuda kui ovulatsioon toimub samapoolsest munasarjast, kus emakasarv on olemas (joonis 3). Kuna patoloogia on päritav, siis niisuguseid mullikaid ei tohiks tiinestada ja nad tuleks praakida.



Joonis 2. Ühesarveline emakas, arenenud on vasak emakasarv.



Joonis 3. 1,5 kuud tiine ühesarvelise (parem) emakaga mullika suguorganid

2. Mullikate tiinestus sünkroniseeritud, indutseeritud ja spontaanselt innast ning sõltuvalt sperma paigutamise kohast (tabel 1)

Kuna suguselekteeritud sperma kasutamisel ei mõjutanud sperma paigutamise koht fikseeritud ajal seemenduse järgset tiinestust ($p > 0,05$), siis edasiselanalüüsil vastavakahegrupitiinestustulemused summeeriti. Suguselekteeritud spermaga seemendatud mullikate tiinestus ei erinenud oluliselt spontaanse või prostaglandiiniga indutseeritud inna korral ($p > 0,05$) ja moodustas kokku keskmiselt 55,3%. Samuti ei erinenud tavaspermaga seemendatud mullikate tiinestumine spontaanse ja prostaglandiiniga esilekutsutud inna järel ($p > 0,05$), moodustades keskmiselt 60,4%, olles kõrgem kui seemendamisel sünkroniseeritud innast.

Tabel 1. Sünkroniseeritud, indutseeritud ja spontaanse innaga mullikate tiinestumine suguselekteeritud ja tavaspermaga tava- ja süvaseemendamise järel.

Ind	Sperma	Paigutamise koht	Mullikate arv	Tiinestus	
				n	%
Sünkroniseeritud	Suguselekteeritud	Emaka keha	217	91	41.9%
Sünkroniseeritud	Suguselekteeritud	Emaka sarv	118	52	44.1%
Kokku			335	143	42.7%
Sünkroniseeritud	Tavasperma	Emaka keha	500	265	53.0%
Spontaanne	Suguselekteeritud	Emaka keha	1041	582	55.9%
Indutseeritud	Suguselekteeritud	Emaka keha	132	67	50.8%
Kokku			1173	649	55.3%
Spontaanne	Tavasperma	Emaka keha	211	128	60.7%
Indutseeritud	Tavasperma	Emaka keha	64	38	59.4%
Kokku			275	166	60.4%

Sünkroniseeritud innaga mullikate tiinestus suguselekteeritud spermaga seemendamisel fikseeritud ajal, 80–82 t pärast teist $PGF_2\alpha$ injektsiooni oli oluliselt madalam ($p < 0,05$) võrreldes seemendamisega spontaanse või prostaglandiiniga esilekutsutud inna järgselt ($p < 0,05$). Võimalik, et sünkroniseeritud loomade seemendus ei toimunud ovulatsiooni suhtes optimaalsel ajal. On teada, et prostaglandiini abil on võimalik sünkroniseerida küll inna algust, kuid mitte ovulatsiooni.

3. Mullikate tiinestus sõltuvalt innatunnuste tugevusest

Sünkroniseeritud innaga mullikate tiinestumine suguselekteeritud spermaga seemendamisel oli 29,0% võrra kõrgem tugeva inna puhul ($p < 0.05$), võrreldes nõrga innaga mullikatega (tabel 2). Sünkroniseeritud innaga mullikate tavaspermaga seemendamisel oli tugevate innatunnuste korral tiinestumine 9,0% võrra kõrgem ($p < 0.05$), võrreldes nõrgalt indlevate loomadega. Kõrgem tiinestumine ilmnis tugevate innatunnuste korral ka spontaanse inna ajal seemendatud loomadel.

Meie uuringus selgus, et intensiivselt väljendunud häbememokkade turse, tupeesiku hüperemia ja selge limavoolu üheaegne esinemine lisaks emakakaela avatusele on heaks tugeva inna kriteeriumiks mullikate seemendamisel.

Tabel 2. Sünkroniseeritud ja spontaanse innaga mullikate tiinestumine suguselekteeritud ja tavaspermaga spermaga seemenduse järel sõltuvalt innatunnuste väljendumise tugevusest

	Ind	Tugev	Nõrk
Sperma	Seemendamise aeg	Tiinestus % (n)	Tiinestus % (n)
Suguselekteeritud	Sünkroniseeritud / fikseeritud	47.0% (134/285)	18.0% (9/50)
Tavasperma	Sünkroniseeritud / fikseeritud	56.1% (185/330)	47.1% (80/170)
Suguselekteeritud	spontaanne / 12 t pärast avastamist	58.9% (426/723)	49.8% (224/450)
Tavasperma	Spontaanne / 6-8 t pärast avastamist	68.2% (107/157)	50.0% (59/118)

4. Pulli mõju mullikate tiinestumisele

Mullikate tiinestumine kahe pulli (ECt and JRt) suguselekteeritud spermaga seemendamise järel ei erinenud ($p > 0,05$) tiinestumisest samade pullide tavaspermaga seemendamise järel (tabel 4). Tiinestumine nelja pulli (APr, BCr, DDr and INn) suguselekteeritud spermaga seemendamise järel oli 10–15% madalam võrreldes nende tavaspermaga. Tiinestumine kahe pulli (KBt and CDt) suguselekteeritud sperma kasutamisel oli vastavalt 21,5% ja 24,5% madalam nende tavaspermast ($p < 0,05$). Ja üllatusena andis kahe pulli suguselekteeritud sperma (FDx and HMt) vastavalt 17,4% ja 23,4% kõrgema tiinestumise, võrreldes tavaspermaga ($p < 0,05$).

Tabel 3. Mullikate tiinestus erinevate pullide spermaga seemendamisel.

Pullid	Selekteeritud sperma n	Mullikate tiinestumine		Selekteerimata sperma n	Mullikate tiinestumine	
		n	%		n	%
APr	55	25	45.5% ^a	199	118	59.3% ^d
BCr	63	27	42.9% ^a	149	77	51.7% ^e
CDt	54	19	35.2% ^b	52	29	55.8% ^d
DDr	44	18	40.9% ^c	58	37	63.8% ^f
ECt	414	243	58.7% ^d	55	31	56.4% ^d
FDx	252	148	58.7% ^d	48	20	41.7% ^a
HMt	105	65	61.9% ^d	39	15	38.5% ^b
INn	181	83	45.9% ^c	50	33	66.0% ^f
KBt	98	31	31.6% ^b	104	59	56.7% ^d
JRt	242	133	54.9% ^d	21	12	57.1% ^d

5. Mullikate pidamisviisi seos tiinestumisega

Mullikate tiinestumine erines farmide vahel (tabel 4). Vaatamata asjaolule, et kõik sünkroniseeritud innaga mullikate suguselekteeritud spermaga seemendused teostati ühe seemendaja poolt, oli tiinestumine kahes farmis madalam ($p < 0.05$), võrreldes tiinestumisega ülejäänud viies farmis. Spontaanse innaga mullikate seemendamisel oli tiinestus ühes farmis oluliselt madalam kui kahes teises ($p < 0.05$), kuid siin viisid seemendust läbi erinevad seemendustehnikud.

Tabel 4. Mullikate tiinestus erinevate pidamisviiside korral.

Farm	Ind	Suguselek- teeritud sperma n	Tiinestus		Tavasperma n	Tiinestus	
			n	%		n	%
1. lõas	Sünkroni- seeritud	30	14	46.7%	170	101	59.4%
2. vaba	Sünkroni- seeritud	122	46	37.7%	189	98	51.9%
3. lõas	Sünkroni- seeritud	27	13	48.1%	10	7	70.0%
4. lõas	Sünkroni- seeritud	35	15	42.9%	10	6	60.0%
5. vaba	Sünkroni- seeritud	74	35	43.3%	74	35	47.3%
6. lõas	Sünkroni- seeritud	25	12	48.0%	23	7	30.4%
7. vaba	Sünkroni- seeritud	22	8	36.4%	24	11	43.5%
3. lõas	Spontaanne	208	64	30.8%	57	35	61.4%
4. lõas	Spontaanne	586	382	65.2%	110	70	63.6%
7. vaba	Spontaanne	379	203	53.6%	108	61	56.5%
	Kokku	1508	792	52.5%	775	431	55.6%

Mullikate tiinestumine ei sõltunud nende pidamisviisist (vabapidamine või lõaspidamine) ei spontaanse aga ka sünkroniseeritud inna korral.

6. Tiinestuse sõltuvus vanusest ja kehamassist

Mullikad, kes tiinestusid suguselekteritud spermaga seemendamisel olid $481,6 \pm 72,1$ päeva vanad ja kaalusid $407,8 \pm 32,2$ kg, Mittetiinestunud olid $466,6 \pm 68,2$ päeva vanad ja kaalusid $409,9 \pm 37,8$ kg ($p > 0,05$). Tavaspermaga seemendatud mullikate vastavad andmed olid $486,9 \pm 80,1$ päeva ja $423,5 \pm 33,1$ kg ning $489,0 \pm 70,9$ päeva ja $417,2 \pm 30,8$ kg ($p > 0,05$). Seega seemendusealiste (14-18 kuud vanad) ja normaalselt arenenud (kehamass vähemalt 350 kg) mullikate tiinestus ei sõltunud nende vanusest ega kehamassist.

Järeldused:

1. Seemendusealisi mullikaid tuleb enne seemendamisele eraldamist rektaalselt uurida, et õigeaegselt praakida kaasasündinud anomaaliatega loomad. Kui lahksoolise kaksikuna sündinud lehmikut soovitakse jätta karja täienduseks, siis tuleks tema potentsiaalset sigimisvõimet määrata toruproovi abil.
2. Mullikate seemendamisel 2,1 miljoni suguselekteritud spermiga moodustab tiinestumine 79,2%-90,1% tiinestumisest tavaspermaga seemendamisel.
3. Suguselekteritud spermide paigutamisel emakasarve või emakakehasse mullikate tiinestumine ei erine.
4. Suguselekteritud ja tavaspermaga seemendamine spontaanselt või prostaglandiiniga indutseeritud innast annab kõrgema tiinestumise, võrreldes inna sünkroniseerimise ja fikseeritud ajal seemendusega.
5. Mullikate tiinestumine on kõrgem tugeva inna puhul, võrreldes nõrgalt avaldunud innaga.
6. Mullikate tiinestumine ei sõltu sellest, kas loomad on vabapidamisel või lõas.
7. Mullikate tiinestumine sõltub pullist, kusjuures võrreldes tavaspermaga on suguselekteritud spermaga seemendamisel tiinestuse erinevused sõltuvalt pullist suuremad.

LEHMA JA PÕDRALEHMA VAAGEN VÕRDLEVANATOOMILISELT

Esta Nahkur, Vladimir Andrianov, Mihkel Jalakas,
Enn Ernits, Eha Järv

¹ EMÜ VLI morfoloogia osakond; ² VLI teraapia osakond; ³ VLI sigimisbioloogia osakond

Sissejuhatus

Morfoloogia osakonnas on aastaid uuritud lehmade vaagna ehitust ja selle konfiguratsiooni muutumist. Materjali on kogutud nii eri tõugu veistelt kui ka teistelt mäletsejalistelt. Lisaks leidub Zoomeedikumi anatoomia kogus võrdlusmaterjali varasematest aegadest. Seetõttu, et veisel on viimase saja aasta jooksul kehamass ja toodang järsult suurenenud, on huvitav jälgida ka vaagna ehituses toimunud muutusi (Jalakas ja Saks, 2000). Kui XX sajandi algul kaalus Eestis keskmine holstein-friisi lehm 440 kg ja laktatsiooni toodang oli 2311 kg piima, siis kaasajal on EHF lehma kehamass 600–1000 kg ja piimatoodang 7000–9000 kg. Kuna põder on suurmäletseja ja kuulub samuti sõraliste (*Artiodactyla*) seltsi ning mäletsejaliste (*Ruminantia*) alamseltsi, siis on teda sobiv veisega kõrvutada.

Materjal ja meetodika

Kasutati 21-lt erineva vanusega korduvalt poeginud põdralehmalt pärinevat materjali. Korduvalt poeginuteks ehk täiskasvanuteks loetakse Eesti tingimustes 4,5-aastaseid ja vanemaid loomi (Veeroja et al., 2008).

EHF lehmade uurimismaterjal pärineb Estonia OÜ-st ja Põlva POÜ-st. Uuriti 12 erinevas vanuses pluripaari vaagnat. Võrdluseks kasutati Tartus arheoloogilistel väljakaevamistel leitud XV–XVI ja XVII sajandist pärineva kahe täiskasvanud lehma puusaluid.

Vaagnad puhastati, mõõdeti ning matsereeriti termostaadis.

Tulemused ja arutelu

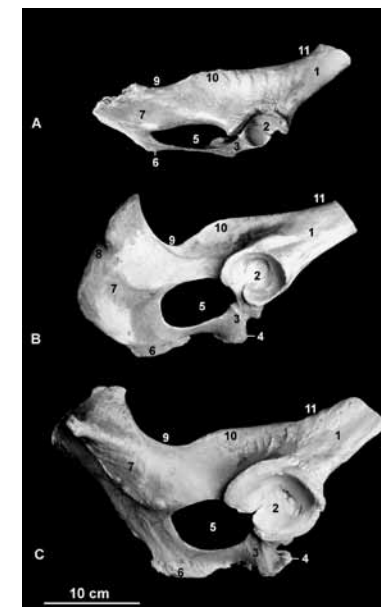
Kaasaegse kõrgetoodangulise piimalehma vaagen on massiivne ning suurte välismõõtudega (Joonis 1; C); puusaköprude vahelt mõõdetav vaagna laius on suurem puusa- ja istmikuköbru vahelisest vaagna pikkusest. Puusanapast ettepoole jääv niudelu on veidi pikem tahapoole jäävast istmikuluust. Niudeluukehad asetsevad teineteise suhtes paralleelselt ning niudeluutiib on üsna püstise asetusega. Ristluumine köber läheb järsult üle suureks kaarjaks istmikusälguks ja viimane omakorda kõrgeks teravaservaliseks istmikuharjaks. Istmikuhari kaardub sissepoole ning harjade vahemik on lehma vaagnaõõne kõige kitsamaks kohaks.

Luuline vaagnapõhi on muutunud renjalt nõgusaks ning alates toppemulkude kaudaalsest servast tõuseb see nii järsult, et moodustab dorsaaltasandiga 44° nurga (Jalakas ja Saks, 2001). Täiskasvanud lehmal on puusaluud omavahel valdavalt luuliselt liitunud ning vaagnaliidust tugevdab altpoolt istmikuluude vahel asuv paaritu vaheistmikuluu oma liiduseharja ja -kõrgendiga. Samuti paikneb vaagnaliiduse eesmises otsas kraniaalne süleluuköbrike. Jälgides terminaaljoont on EHF lehma eesmine vaagnaava ümardunud nurkadega trapetsi kujuline, sest vaagnaõõne alumine osa kitseneb. Tagumine ava on dorsoventraalselt lamenenud.

Keskaegse lehma vaagen oli renjam, vaagnapõhjast kitsam ning ülalt laienev. Luud olid ahtamad ja õhemad, jäädes mõõtmete osas väiksemaks kaasaegse lehma luudest (Joonis 1; A). Köbrikesed lihaste kinnituskohdades olid väikesed. Eesmine vaagnaava oli ovaalne, vaagnaõõs eesosas kitsam ja laienes tagapool veidi. Seda näitab ka istmikuluuplaatide vahelise nurga suurus, mis oli keskaegsel loomal 130°, kaasaegsel aga keskmiselt 116°. Vaagnapõhi oli peaaegu sirge kuluga, tõusis veidi laugelt vaid toppemulkudest tagapool. Liidusekõrgend oli väga nõrgalt arenenud, vaheistmikuluu lühike ning ulatus ainult toppemulgu tagumise kolmandikuni. Süle- ja istmikuluu ühinemiskohal oli liiduses pikk luustumata pilu. Suur ja väike istmikusälg olid väga madalad; õhuke ning lühikeste lihasjoontega oli ka istmikuhari. Viimane tõusis erinevalt kaasaegse veise istmikuharjast vertikaalselt üles.

Põdralehma vaagen on võrreldes looma skeleti massiivse eesosaga kitsas ja väike (Joonis 1; B). Seetõttu, et niudelu on pikk ja viltuse asetusega ning puusaköbrud ulatuvad tugevalt ettepoole, on vaagen kraniaalselt venitunud kujuga. Ristluu on lühike ning vaagnatelg kulgeb valdavalt sirgelt, ilma märgatava murdenurgata. Põdra vaagna mõlemad avad on pikiovaalsed ning ei muutu oluliselt ka vananedes. Vaagnapõhi on suhteliselt lame, tema pikkus on lähedane keskaegse lehma vaagnapõhjale nagu ka lauge tõus kaudaalses osas. Toppemulkudest tagapool on põhi renjas, kusjuures vanemal isendil on renn laiem. Vaagnaliiduse keskmises osas on ka eakal põdralehmil kitsas kokkukasvamata pilu. Liidusekõrgend on sarnaselt keskaegse lehmaga madal (16–20 mm) ning vaheistmikuluu lühike. Toppemulgu eesmises servas on tõp salk veresoonte ja närvide jaoks.

Dorsaalselt istmikuharjade kohal vaagnaõõs kitseneb. Istmikuharjad on madalad, nende lateraalsel külgedel asuvad tugevad lihasjooned. Suur ja väike istmikusälg on veise istmikusälgudega võrreldes madalamad. Kõige kitsamaks kohaks põdra ja keskaegse veise vaagnal on istmikuluukehade vahemik. Puusanappade vaheline kaugus, 130–140 mm, on keskaegsel lehmil ja põdral enam-vähem ühesuurune. Tänapäeva lehmil on see 190–210 mm.



Joonis 1. Keskaegse lehma (A), põdralehma (B) ja kaasaja EHF lehma (C) puusaluud külgvaates (puusa- ja ristluumine köber eemaldatud).

- 1 – niudelu
- 2 – puusanapp
- 3 – süleluu
- 4 – eesmine süleluuköbrike
- 5 – toppemulk
- 6 – liidusekõrgend
- 7 – istmikuluuplaat
- 8 – istmikuköber
- 9 – väike istmikusälg
- 10 – istmikuhari
- 11 – suur istmikusälg

Kõigi uuritud lehmade vaagen on konfiguratsioonilt pisut erinev. Keskaegse lehma vaagnal on sarnaseid jooni põdraga: vaagnapõhi on renjas, see laieneb kaudaalses suunas ning puusanappade vahekaugused on samuti lähedased. Seevastu istmiku- ja niudeluu kuju on sarnasemad tänapäeva lehma luudega. Väikesed kõbrukesed ja madalad harjad näitavad lihastiku nõrka arengut ja kerget kehamassi. Kuid tagant laienev ja suhteliselt sirge kuluga vaagnapõhi, samuti vanadel loomadel leiduv luustumata ala liiduses viitavad kergema sünnituse võimalikkusele.

Põdralehma vaagen on kaasaegse veise omaga võrreldes kitsas ja väljaveninud – pikkus on laiuusest suurem, veisel aga vastupidi. Luulised kõbrud ja harjad on ilmekamad kui keskaegse lehma vaagnal, kuigi mitte nii reljeefsed kui EHF lehmil. Toppemulgu eesmises servas on tõmp sälk, mis aitab luude määramisel veise ja põdra luid eristada. Sarnaselt keskaegse lehmaga soodustavad põdralehma ovaalsed ja kõrged vaagnaavad kiiret loote väljutamist.

Kaasaegse lehma vaagen on arenenud valdavalt laiuusesse, luud on jämedad ning on moodustunud uued luulised struktuurid lihaste ja udara kinnitumiseks. Sellega kaasnes vaagnapõhja järsk tõus ning vaagnaõõne tagumise osa madaldumine ja mõningane ahenemine. Seega on kaasaegsel lehmil arenenud udar ja lihased, kuid vaagen on muutunud sünnituseks ebasobivamaks.

Kirjandus

Jalakas, M., P. Saks, M. Klaassen, 2000: Suspensory Apparatus of the Bovine Udder in the Estonian Black and White Holstein Breed: Increased Milk Production (Udder Mass) Induced Changes in the Pelvic Structure. *Anat. Histol. Embryol. J. Vet. Med.* **C, 29**, 51–61.

Jalakas, M., P. Saks, 2001: Veiste vaagnaliiduse morfoloogia, luustumine ja seos raske sünnitusega. *Morphology and Ossification of Pelvic Symphysis in the Cow and its impact on Dystocia. Veterinaarmeditsiin 2001.* Tartu: Eesti Loomaarstide Ühing, 35–47.

Veeroja R, Tilgar V, Kirk A, Tõnisson J (2008) Climatic Effects on Life-History Traits of Moose in Estonia. *Oecologia*, 154: 703–713.

EESTI VEISETÕUGUDE MOLEKULAARGENEETILINE ISELOOMUSTAMINE

Sirje Värv, Susanna Klaus, Erkki Sild, Haldja Viinalass

Eesti Maaülikool, VLI loomageneetika ja tõuaretuse osakond

Geneetiliste markeritena kasutatakse kaasajal suhteliselt lihtsate laboratoorsete meetoditega määratavaid DNA molekuli polümorfisme, mis võimaldavad molekulaarsel tasemel kirjeldada ka varasemal ajal üksikloomade või tõugude iseloomustamiseks kasutusel olnud markertunnuseid, näiteks valgutuüpe või fenotüübitunnuseid. Eesti veisekasvatatajale on molekulaargeneetiliste meetodite rakendustest tuttavad näiteks põlvnemisandmete kontroll DNA mikrosatelliitide põhjal, BLAD- ja CVM-testid ning piimavalgugeenide polümorfismide määramine.

Piimavalgugeenide erinevate variantide, piima tehnoloogiliste omaduste ja veiste piimajõudluse vahel on leitud seoseid, mida kasutatakse aretus-strateegiate kujundamiseks. Jõudu *et al.* (2007) järgi on näiteks juustu tootmiseks sobivam nende lehmade piim, kelle kaseiini genotüüp sisaldab kapa-kaseiini B varianti, genotüübid AA, AE ja EE aga halvendavad laapumisnäitajaid. Hiljutistes uuringutes on viidatud (Heck *et al.* 2009), et Hollandi holstein-friisi tõugu lehmadel saadakse juustutootmiseks sobilikum piim, kui veiste valikul peetakse silmas beeta-kapa-kaseiini haplotüüpi A²B. Simmentali tõugu lehmadel leidsid Bonfatti *et al.* (2010), et piimarasva ja -valgu toodang ning valgusisaldus piimas oli pisut suurem haplotüübi A¹A kandjail võrreldes A²Aga, valgusisaldus piimas oli kõrgem haplotüüpide A²B ja IB puhul.

Aretusprogrammides on kesksel kohal aretusväärtuste hindamine, samaväärselt oluline on geneetilise variatsiooni säilitamine. Populatsioonigeneetiliste analüüside läbiviimisel on populaarseimad markerid mikrosatelliidid, DNA kordusjärjestused, mida mõõdetakse DNA fragmendi pikkusega aluspaarides. Mikrosatelliidilookuste suhteliselt suur variaablus ning tavaliselt neutraalne iseloom võimaldab neid kasutada nii tõusisese kui tõugudevahelise geneetilise mitmekesisuse hindamiseks.

Eesti piimatõugude populatsioonimahud on väga erinevad. Jõudluskontrolli andmeil on ligi 96000st lüpsilehmast 76,1% eesti holsteini, 23,3% eesti punast ja 0,5% eesti maatõugu (Eesti jõudluskontrolli aastaraamat 2009). FAO tõugude ohustatuse klassifikatsiooni järgi on eesti maatõug ohustatud-säilitatav ja kanti 2001. aastal Eesti ohustatud loomatõugude loetellu. Samaaegselt veiste koguarvu vähenemisega on muutunud tõugude osatähtsus – drastilisem, kui holsteini tõugu lehmade arvu vähenemine, on olnud lehmade arvu vähenemine eesti punases tõus. Valdavaks tõuks olnud eesti punase osatähtsus on alates 1980ndaist alanenud vähem kui veerandile. Geneetilise mitmekesisuse säilitamise aspektist on populatsioonimahul ja -trendil oluline tähtsus.

Geneetilise variatsiooni hindamiseks Eesti veisetõugudes uuriti eesti holsteini (EHF), eesti punase (EPK) ja eesti maatõu (EK) geneetilist varieeruvust piima beeta-kaseiini (*CSN2*), kapa-kaseiini (*CSN3*) ning beeta-laktoglobuliini (*LGB*) geenide polümorfismide ja 24 DNA mikrosatelliidilookuse põhjal. Piimavalkude polümorfismidest uuriti nelja *CSN2*, kahte *CSN3*, ja üht *LGB* SNPd (*single nucleotide polymorphism*; üksiknukleotiidi polümorfism). Nendele DNA polümorfismidele vastavad valguvariandid on *CSN2* A¹, A², A³, B, I, *CSN3* A, B, E ning *LGB* A ja B. Kokku analüüsiti 122 veist (40 EK, 40 EPK ja 42 EHF tõust, sh vastavalt 10, 10 ja 8 isaslooma). Loomade valikul arvestati kolme eellas-põlvkonna andmetega, mis välistas omavahel lähisuguluses olevate loomade sattumise valimisse. Meie analüüsi põhjal erinesid piimavalkude geneetilised variandid kõige rohkem EPK ja EHF tõul, oluline oli geneetiline diferentseerumine nii *CSN2* ja *CSN3* kui *LGB* genotüüpide põhjal. Piimavalkude genotüüpide jaotus oli tõugude paariviisilisel võrdlemisel kõige sarnasem EK ja EHF vahel. Iseloomulikuks osutusid näiteks suhteliselt kõrged topelt-homosügootse genotüübi *CSN2*-A²A²_ *CSN3*-AA esinemissagedused EK (25%) ja EHF (23%) tõugudes ning EPK tõus prevaleeriv kombinatsioon *CSN2*-A¹A¹_ *CSN3*-AA (35%). Heterosügootsed genotüübid *LGB*-AB ja *CSN2*-A¹A² olid enamuses ainult EHF tõus (Värv *et al.* 2009).

Kaseiini geenid paiknevad ühes kromosoomis (BTA6), moodustades aheldunud klastri; sageli kasutatakse uuringutes aheldunud lookuste alleelikombinatsioone, haplotüüpe. Kuna kaseiini haplotüüpide määramiseks ei olnud võimalik kasutada perekonnaanalüüsi, kasutasime maksimaalse statistilise tõepära meetodit (*EM* algoritm, programm Arlequin; Tabel 1).

Tabel 1. Kaseiini haplotüübisagedused

CSN2_CSN3 haplotüüp	EK	EPK	EHF
A ² A	0,498	0,084	0,476
A ¹ A	0,227	0,516	0,393
A ² B	0,102	0,216	0,024
A ¹ B	0,110	0,134	
A ¹ E	0,038	0,013	0,036
A ² E		0,013	
BB	0,025	0,025	0,024
IB			0,048

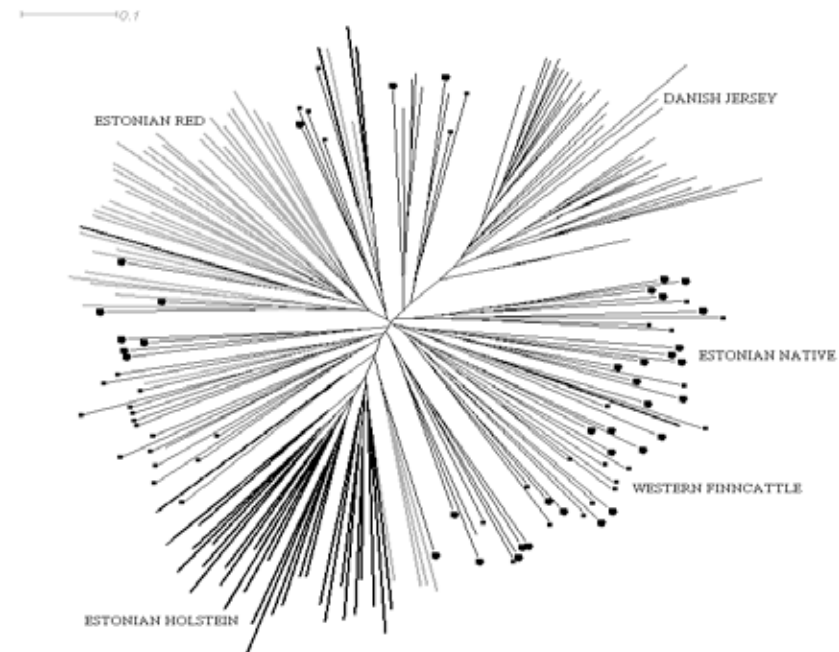
Mikrosatelliitide (24 lookust) analüüs näitas, et kuigi tõud erinevad loomade arvu poolest, on tõusisese mitmekesisuse näitajad Eesti piimaveisetõugudel sarnased. Statistilise analüüsi järgi ei erinenud inbriidingunäitaja oluliselt nullist ühelgi uuritud tõul (Tabel 2).

Tabel 2. Tõusise mitmekesisuse võrdlus oodatava heterosügootsuse (H_{EXP}), alleelirikkuse (R), unikaalsete alleelide arvu (A) ja inbriidingunäitaja (f) põhjal (Värv *et al.* 2010 järgi)

Tõug	H_{EXP}	R	A	f [95% CI]*
EK	0,715	6,01	16	-0,017 [-0,065 0,003]
EPK	0,699	5,97	20	0,026 [-0,022 0,048]
EHF	0,694	5,87	15	-0,016 [-0,076 0,009]

* inbriidingunäitaja 95% usalduspiirkond

Ohustatud tõu staatuses eesti maatõu geneetilist unikaalsust uuriti 19 mikrosatelliidilookuse genotüübi põhjal, võrreldes EK veiseid (40) kokku 155 veisega EPK, EHF, taani džörsi ja lääne-soome tõust. Viimaseid tõuge on sisestava või/ja vältava ristamise teel kasutatud eesti maatõu parandamiseks. On näidatud, et eesti maatõu piimavalkude markerid sarnanevad lääne-soome tõugu iseloomustavate piimavalgutüüpidega (Jõudu *et al.* 2007), samuti on teada veregruppide sarnasus nende tõugude vahel. Meie analüüsis DNA mikrosatelliitide põhjal eesti maatõugu veised lääne-soome veistest ei eristunud (Joonis 1).



Joonis 1. Indiviididevahelise geneetilise kauguse põhjal konstrueeritud NJ (*neighbour-joining*) puu. Danish Jersey – taani džörsi; Estonian Native – eesti maatõug; Western Finncattle – lääne-soome; Estonian Holstein – eesti holstein; Estonian Red – eesti punane. Joonisel eesti maatõu ja lääne-soome indiviidide segagrupis on väikeste täpikestega tähistatud lääne-soome ja suurte täppidega eesti maatõugu veised (Värv *et al.* 2010 järgi).

Olenevalt markerite tüübist (DNA mikrosatelliidid, piimavalgud), oli Eesti veisetõugude variatsioonist võimalik tõugude erinevusega seletada 6,2 või 6,6%, s.t Eesti tõud on molekulaargeneetiliste markerite põhjal eristatavad.

Kirjandus

Bonfatti, V., Di Martino, G., Cecchinato, A., Degano, L. and Carnier, P. 2010. Effects of β - κ -casein (CSN2-CSN3) haplotypes, β -lactoglobulin (BLG) genotypes, and detailed protein composition on coagulation properties of individual milk of Simmental cows. *Journal of Dairy Science*, 93, 3809-3817.

Heck, J. M. L., Schennink, A., van Valenberg, H. J. F., Bovenhuis, H., Visker, M. H. P. J. van Arendonk, J. A. M., and van Hooijdonk, A. C. M. 2009. Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk. *Journal of Dairy Science*, 92,1192–1202.

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

Väriv, S., Belousova, A., Sild, E., Viinalass, H. 2009. Genetic diversity in milk proteins among Estonian dairy cattle. *Veterinarija ir Zootehnika*, 48 (70), 93-98.

Väriv, S., Kantanen, J., Viinalass, H. 2010. Microsatellite, Blood Group and Transferrin Protein Diversity of Estonian Dairy Cattle Breeds. *Agricultural and Food Science*, 19, 284-293.

ANIMAL WELFARE AND FOOD QUALITY

David R. Arney

Department of Nutrition and Animal Products Quality, Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi 46, 5100, Tartu, Estonia. Email: david.arneymu.ee.

Abstract

This article considers the association between the welfare of livestock animals and the quality of food products derived from those animals. For laymen this seems to be almost a given, particularly so in France and Italy, and is even included on the labels of food packaging. Taste, as a factor of food quality, is enhanced in the perception of the consumer, by knowing that the origin of the food item is an animal that has been raised in conditions conducive to good welfare. So much for good welfare, but poor welfare can have significant negative impacts on the quality of food. Physical damage to the animal while living, through bruising or injuries, can reduce the quality of the carcass, as can stunning poultry if a too high current is applied. Stressed animals release cortisol, and this can affect the chemical nature of muscle tissue potentially causing either dry cutting or pale, soft, exudative meat, neither of which are attractive to the consumer. In either case the meat is difficult to market and will reduced profitability to the producer. Stressed animals are also less able to fight infection, through reduced immunocompetence. Several diseases will have a direct impact on the quality of the food product, and indeed the quantity of the product, even if the animal should survive. It is concluded that animal welfare is an integral factor in the provision of high quality food, and should be respected as such by producers and scientists as well as by consumers.

Consumer Perceptions

In a recent report (Blokhuis, 2005) European consumers' understanding of welfare were discussed, and it was concluded that consumers commonly conflate the terms *animal welfare* and *food quality*. If scientists, and indeed producers, separate these two concepts then we are doing consumers a disservice. It may be considered that consumers are muddling two entirely separate concepts, but it is hoped that this paper may provide some evidence that the consumer is not altogether wrong in this regard.

This association of food quality with animal welfare by consumers is reported to be particularly strong in France, although there is evidence that consumers also make this connection in the UK (at least for milk (Ellis et al., 2009)). Labelling on food products was identified by Blokhuis as typifying this association, with such phrases as "Respect for taste and nature" and "characteristics contributing to superior quality: free-range reared in the open-air..." identified on packaging in France. Furthermore, Blokhuis (2005) proposed that, in France and Italy, consumers are largely only interested in animal welfare if it is explicitly linked with food quality.

Animal Welfare and Taste.

If it is understood that the term food quality also includes the taste and the pleasure derived from a food product, what then are the impacts that the welfare of food animals has on the taste of the food produced by them? Aside from any effects on the chemical or physical attributes of an animal food product, knowing the welfare provenance of a food item can affect consumers' perception of the taste of that product. In blind taste tests of beef, organically produced beef scored higher than conventionally produced beef, but this difference was less than when testers knew the origin of the beef (Napolitano et al., 2009). Altzintzoglou et al. (2010) remarked on the different perceptions by consumers of the taste of products depending solely on the history of the welfare quality of the lives of

the animals. The same product, different history, different tastes. This is not as surprising as might at first sight be expected. Taste is not only a matter of receptors on the tongue or the feel of food in the mouth, but a complex perception involving past experience and expectations (Troy and Kerry, 2010). It is therefore normal and understandable that consumers experience the taste of an animal welfare-friendly product differently from one that they understand to be of a more intensive production system. The food taste better from an animal that has been raised in conditions of good welfare not just for any intrinsic or causal reason, but simply because the consumer expects it to, or maybe wants it to.

Mechanical damage to the carcass

During the lifetime of livestock animals, and perhaps especially during their transport and slaughter (Bornett-Gauci et al., 2006), if welfare is poor, this can lead to damage to the carcass, and a consequent impairment of meat quality. This can be through bruising or injuries arising from poorly designed or checked housing, or from agonistic acts (biting, kicking, butting) from conspecifics or unsympathetic handling by stockmen. Broken bones, although found, are reported to occur infrequently, but the incidence of subcutaneous and muscular haemorrhaging is frequent (Miranda-de La Lama et al., 2009) and such bruising of the muscle tissue impacts adversely on carcass quality assessment.

At slaughter there are problems affecting welfare and carcass quality at stunning, particularly in poultry. If the current is too low the birds will not be effectively stunned but carcass quality will not be affected, but if it is too high all the birds will be stunned but the carcasses may well be damaged, and the meat quality reduced. The problem is that individual chickens have a wide variation of impedance (Wotton and Wilkins, 2004) and so some chickens are invariably not stunned and some carcasses are invariably damaged.

Chemical damage to the carcass

The cortisol released into the blood by animals, in response to stress, can enter the muscle tissue and alter the meat quality of the carcass of the stressed animal. As a result of this addition of cortisol into tissue, the pH can be raised (Smith and Dobson, 1990), as a result of the depletion of glycogen in the muscle as a response to cortisol. If the muscle tissue has a pH value above about 6 this can lead to a condition known as dark cutting of the meat, also known as DFD (dark, firm, dry). Meat is so described if it is darker, rather purplish than pink, is tougher (Miranda-de La Lama et al., 2009) and is less attractive to consumers. Although this may not have a direct effect on the taste of the product, it is likely to spoil more rapidly. It is therefore commonly used in food processing rather than cuts of raw meat. This can affect beef, pork and lamb, and also game animals (Bornett-Gauci et al., 2006). A similar effect observed in poultry meat is termed poultry cyanosis (Mallia et al., 2000).

Pale soft exudative (PSE) meat results from stress prior to slaughter, and develops post-mortem. It is caused by a rapid drop in pH in energy-rich muscle tissue, a consequence of the initial stages of the adreno-cortical stress response. These acidic conditions denature the muscle proteins, reduce the water holding capacity of the meat and result in meat that is pale, soft and watery (Van der Perre et al., 2010); it has reduced palatability, the meat is not juicy, and is unsuitable for presenting to the consumer as a quality food product. This principally affects pork meat but also poultry, beef and lamb.

Disease

Stress can impair the immunocompetence of animals. Animals that have been subject to stress have fewer plasma immunoglobulins (Mota-Rojas, 2009), and thus are less able to fight infection. The mechanisms of how stress affects immunocompetence are

more complicated than this, involving neurological mechanisms (Dohms and Metz, 1991), but stress is widely considered to have a deleterious effect on immunity. As a consequence large numbers of diseases are likely to be more prevalent in animals that are stressed for long periods, and some of these diseases, such as mastitis (milk) Newcastle disease (eggs), may impact on the quality and value of food products from these animals. Many more will result in much-reduced production parameters. Poor housing conditions can encourage several diseases that impact on the quality of carcasses; wet litter in broiler herds can lead to hock burn in chickens and turkeys which can cause downgrading of the carcasses (Berg, 2004) and on the quality of milk; udder infections from damp, dirty straw can lead to high somatic cell counts in milk for which the producer will lose profitability. Indeed, stress itself, through cortisol release, has been indicated to be responsible for increased somatic cell counts in milk, at least from dairy ewes (Caroprese et al., 2010).

Conclusions

Consumers of animal food products consider animal welfare to be linked with the quality of the food produced. Furthermore, consumers expect, and experience, an improved taste in products from animals that have been kept in an animal welfare-friendly way. Although producers and scientists may bemoan the fact that laymen have a poor understanding of animal production methods and animal welfare, there are some clear links between the welfare of animals and the quality of their food products. Effects on food quality can include physical damage to the carcass, from bruising or other injuries and chemical changes in the meat tissue, particularly DFD and PSE problems. Disease incidence is likely to be higher in animals that are stressed, through reduced impaired immunocompetence, and such diseases may well have an effect on the quality (and quantity) of the food from the affected animals. It is therefore reasonable to link animal welfare to food quality. In the words of Butterworth (2005), "Animal welfare is an integral part of an overall 'food quality concept'".

References

Altintzoglou T., Verbeke W., Vanhonacker F. and Luten J. (2010). How Europeans think of Fish from Aquaculture after exposure to Balanced Information. Impact of Animal Feed on Food Quality and Health of Elderly Consumers. 2nd International Feed for Health Conference. Tromso. Norway. P.36.

Berg C. (2004). Pododermatitis and Hock Burn in Broiler Chickens. In: Measuring and Auditing Broiler Welfare, eds. Weeks C.A. and Butterworth A. Pub. CABI Ocon. UK. pp 37-50.

Blokhuis H.J. (2005). Stakeholder involvement in Welfare Quality In: Science and society improving animal welfare. Welfare Quality conference proceedings. Ed. Butterworth A. 17/18 November 2005, Brussels, Belgium. pp.67-69.

Bornett-Gauci H., Martin J.E. and Arney D.R. (2006). The Welfare of Low-Volume Farm Animals During Transport and at Slaughter: A Review of Current Knowledge and Recommendations for Future Research. *Animal Welfare*. Vol. 15, pp.299-308.

Butterworth A. (2005). Science and society improving animal welfare. Welfare Quality conference proceedings. 17/18 November 2005, Brussels, Belgium. p.139

Caroprese M., Albenzio M., Marzano A., Schena L., Annicchiarico G. and Sevi, A (2010). Relationship between cortisol response to stress and behavior, immune profile, and production performance of dairy ewes. *Journal of Dairy Science*. Vol. 93 Iss: 6, pp.2395-2403

Dohms J.E. and Metz A. (1991). Stress — mechanisms of immunosuppression. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. Vol. 30, Iss: 1, pp. 89-109

Ellis K.A., Billington K., McNeil B. and McKeegan D.E.F. (2009). Public Opinion on UK Milk Marketing and Dairy Cow Welfare. *Animal*

Welfare. Vol.- 18, pp.267-282

Mallia JG, Barbut S, Vaillancourt JP, Martin SW, McEwen SA (2000). Roaster breast meat condemned for cyanosis: A dark firm dry-like condition? *Poultry Science*. Vol. 79, Iss: 6, pp.908-912

Miranda-de la Lama, G. C., Villarroel, M., Olleta, J. L., Alierta, S., Sanudo, C. and Maria, G. A. (2009). Effect of the pre-slaughter logistic chain on meat quality of lambs. *Meat Science*. Vol.83, iss 4, pp. 604-609.

Mota-Rojas, D., Herrera, M.B., Trujillo-Ortega, M. E., Alonso-Spilsbury, M., Flores-Peinado, S. C. and Guerrero-Legarreta. (2009). Effects of Pre-Slaughter Transport, Lairage and Sex on Pig Chemical Serologic Profiles. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. Vol. 8 Iss: 2, pp. 246-250

Napolitano, F., Braghieri, A., Piasentier, E., Favotto, S., Naspetti, S. and Zanolli R. (2010). Effect of information about organic production on beef liking and consumer willingness to pay. *Food Quality and Preference*. Vol: 21, iss: 2, pp.207-212

Smith R.F. and Dobson H. (1990). Effect of Pre-Slaughter Experience on Behaviour, Plasma Cortisol and muscle pH in Farmed Red Deer. *The Veterinary Record*. Vol. 126, pp.155-158.

Troy D.J. and Kerry J.P. (2010) Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science* Volume 86, Issue 1, pp. 214-226

Van de Perre V., Ceustermans A, Leyten J and Geers R. (2010). The prevalence of PSE characteristics in pork and cooked ham — Effects of season and lairage time. *Meat Science*. Vol. 86, Iss. 2, pp.391-397

Wotton S and Wilkins L.J. (2004). Primary Processing of Poultry. In: Measuring and Auditing Broiler Welfare, eds. Weeks C.A. and Butterworth A. Pub. CABI Oxon. UK. pp 161-180

MAHETOIDU TOOTEAHELAGA ÄÄREMAASTUMISE VASTU

Väino Poikalainen, Lembit Lepasalu

EMÜ VLI toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakond

Eesti üks lahendusi vajavaid probleeme on ulatuslike piirkondade ääremaastumine. Uuringutest on ilmnenu, et ääremaastunud on umbes 50 valda ja ääremaastumisriskiga on veel 60 valda. Neis kokku elab peaaegu 150 tuhat inimest (Barkalaja jt 2010). Kõige rohkem on selliseid valdu Kirde-, Kagu- ja Lääne-Eestis (joonis 1). Ääremaastumise vastu on pakutud mitmeid meetmeid, kusjuures kõikides neis on rõhutatud jätkusuutliku ettevõtluse arendamise vajadust. Sellele põhimõttele on üles ehitatud ka mitmed kohalikud arengukavad ja riiklikud algatused. Maale sobilikke uusi ettevõtluse valdkondi on aga vähe, sest ettevõtlus vajab investeeeringuid, oskusteavet ja toimivaid turustamise kanaleid.



Joonis 1. Ääremaastuvad piirkonnad ja mahetootmise jaotus Eestis

Paljud Eesti maakonnad või nende osad tunduvad olevat praegusel hetkel regionaalarengu (tööhõive ja maaelu arendamise) seisukohast küllaltki lootusetus seisus. Selle üheks põhjuseks on traditsiooniliste maapiirkonnale omaste tootmisviiside hääbumine. Looduslikult või kultuurilooliselt atraktiivsetes piirkondades püütakse arendada põhiliselt turismi ja sellega seonduvat (toitlustust, majutust jms). Eriti taluturismi osas on see kohati andnud ka häid tulemusi. Kahjuks on turismi vallas võimalused siiski piiratud. Iga turismitalu, toitlustus- või muu ettevõtte edukus oleneb paljuski sellest, kuidas hästi on korraldatud juhtimine ja turustus, mis nõuavad küllaltki spetsiifilisi oskusi ja loomupäraseid eeldusi. Maapiirkondades aga napib selleks sobilikke inimesi.

Loomulik on maal tegelda põllumajandustootmisega, sest see on olnud eestlastele igiomane ja vajalik oskusteave on enamikul maa elanikkonnast olemas. Praeguseks domineerib põllumajanduses põhjendatult suurtootmine. Kui tahta põllumajandustootmisel kaasa rääkida, tuleb tahes või tahtmata olla efektiivne, et konkurents püsida. Suurtootjal on madala omahinna ja suurte koguste tõttu lihtsam ka oma toodangut turustada. Seetõttu on loomulik, et põllumajanduse areng on toimunud suures osas kaasaegsetele intensiivtehnoloogiatele üleminekuks nii taime- kui loomakasvatases. Samas on see oluliselt vähendanud vajadust tööjõu järele ja sellega omakorda kaasa aidanud ääremaastumisele.

Põllumajanduslikust suurtootmisest märgatavalt enam on võimalik maaelanikkonda rakendada mahetootmisel, mis oma väikeste mahtude tõttu suurtootjale konkurentsi ei paku. Mahetootmine püsib põhiliselt kolmel tugisambal, millistest ühe moodustavad riiklikud toetused, teise vajaliku inim- ja maaressursi olemasolu ning kolmanda elanikkonna nõudlus mahetoodete järele. Neis viimast võib pidada ka kõige olulisemaks. Tarbijate hulk, kes peab mahetootmeid tervislikumaks, värskemaks ja päritolult määratletumaks, kasvab aasta aastalt nii Euroopas kui meil Eestis.

Sageli on ääremaastuvate piirkondade arenguvisionides olulisele kohale asetatud elamiskõlblik ja säästev keskkond. Selle visiooni ja turismi arendamise kontseptsiooniga haakuvad hästi ka riiklikud

ja Euroopa Liidu meetmed põllumajandusliku mahetootmise ning mahetoodete tarbimise edendamiseks. Mitmed piirkonnad, kus põllumajanduslikul suurtootmisel puudub arenguperspektiiv, võivad hästi sobida mahetootmiseks ja loodusandide kogumiseks. Nende piirkondade teatud eristatuse tõttu on neis hõlbus teostada kontrolli, elanike hoiakud on soodsad ja looduslik keskkond saatevaba. Osalt ühtivad Eesti ääremaastuvad regioonid mahetootmiseks sobilike aladega. Kagu- ja Lääne Eestis on juba praegu mahetootmine keskmisest enam levinud (vt joonis 1). Kirde-Eestis ja veel mõnedel aladel aitaks mahetootmist edendada positiivse eeskuju olemasolu.

Mahetootmist pidurdab enamasti piirkondliku maheturu piiratus. Eraldatusest tulenevalt pole suudetud välja kujundada ka laiemat turunduse infrastruktuuri, mis võimaldab tooteid suuremates linnades vajalikul määral müüa. Kõige olulisemaks probleemiks on aga mahetoodangu kesine nomenklatuur, mis piirdub sisuliselt esmaste taimekasvatussaadustega. Vähesel määral võib turult leida ka maheliha ja toorpiima. Mahetoorme väärindamisvõimaluste puudumise tõttu pole rahuldaval määral saadaval isegi kõige elementaarsemaid harjumuspäraseid toiduaineid nagu pakipiim, maheliha, mahepüreed vms. Olemasolevate suurtöötajate huvi äratamiseks mahetoiduainete valmistamise vastu peaks mahetooret tootma kordades enam. Kuid isegi see poleks piisav lahendus, sest suurtöötaja jääks monopoolsesse seisu ning oleks vaevalt huvitatud toorme eest tootjaid rahuldava hinna maksimisest.

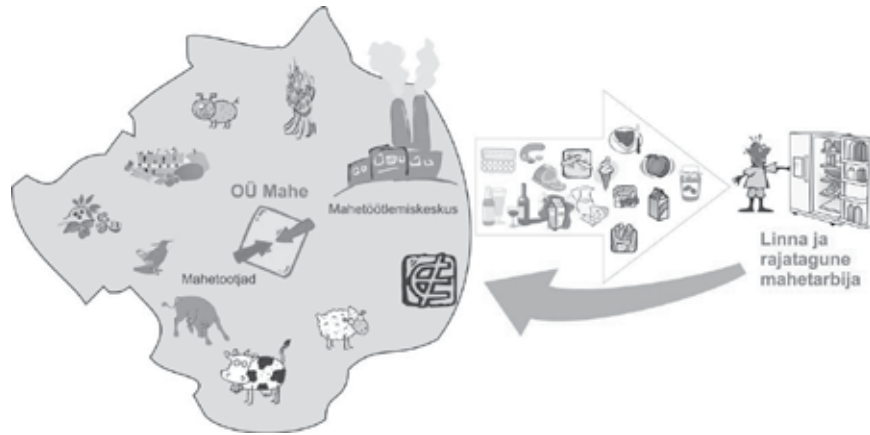
Mõistlikuks lahenduseks oleks mahetoorme kohapealne väärindamine mahetoodeteks. Senini puuduvad aga selleks vastavad töötlemisüksused. Mahetöötlemise regulatsioonide kohaselt ei ole mahetootmeid lubatud valmistada üheaegselt tavatoodetega. Vajalik on eraldi mahetöötlemise üksuste olemasolu, millistele pole aga praeguste mahetoorme mahtude korral küllaldast rakendust ja see muudab töötlemise väheefektiivseks. Efektiivsuse parandamise üheks võimaluseks on töödelda erinevaid mahetoodete gruppe (piima-, liha- ja taimsed tooted) ühtses mahetöötlemise keskses. Eelnevalt on aga vaja läbi

analüüsida mahetootmise arenguperspektiivid antud piirkonnas ja alles seejärel hakata planeerima vastavat mahetöötlemise keskust. Kohapealsete töötlemisvõimaluste loomist tulebki pidada kõige olulisemaks põllumajandusliku mahetootmise kasvu ja tasuvuse eeltingimuseks, sest see tagab terviklikkuse toidu tooteahelas. Praegu katkeb tooteahel enamasti mahetoorme kohalt.

Seetõttu on osutunud väheviljakaiks ka senised mahevaldkonna edendamisele suunatud pingutused. Eriti ilmekalt avaldub see maheliha ja mahepiima puhul. Mahepiima toodetakse 2,2% eesti piima üldkogusest, mahedana töödeldakse sellest vaid 0,4% (Lepasalu jt 2009). Maheliha toodetakse 1,3% liha üldkogusest, millest mahelihana töödeldakse vaid 0,07%. Seda olukorras, kus nõudlus mahetoodete järele suureneb pidevalt. Töödeldud kujul on mahetooted edukalt turustatavad linnades (näiteks Tallinnas, Tartus, Pärnus). Pikema säilivusega kontsentreeritud tooted aga võiksid samas olla edukad eksporditartiklid eelkõige Euroopa Liidu riikidesse.

Mahetoidu tooteahela pilootprojekt

Piirkondliku mahetoidu tooteahela edendamist tuleks alustada vastava pilootprojektiga, mis annaks täpsemad vastused teatud tehnilistele ja organisatoorsele probleemidele ning oleks positiivseks eeskujuks laiemal juurutamisel. Pilootprojekti eesmärk on valitud regiooni mahetoodangu töötlemise ja turustamise ühtse organisatsioonilise ja infrastruktuuri loomine ning käivitamine. Selle kandvaks ideeks aga piirkonna seisukohast otstarbekate mahetoiduainete valmistamine kohapealses mahetöötlemiskeskuses ning nende turustamine linnadesse või välismaale ühtse tootebrändina. Toodete turustamisest saadav tulu aitaks arendada piirkonda ja parandada selle elanike elatustaset (joonis 2).



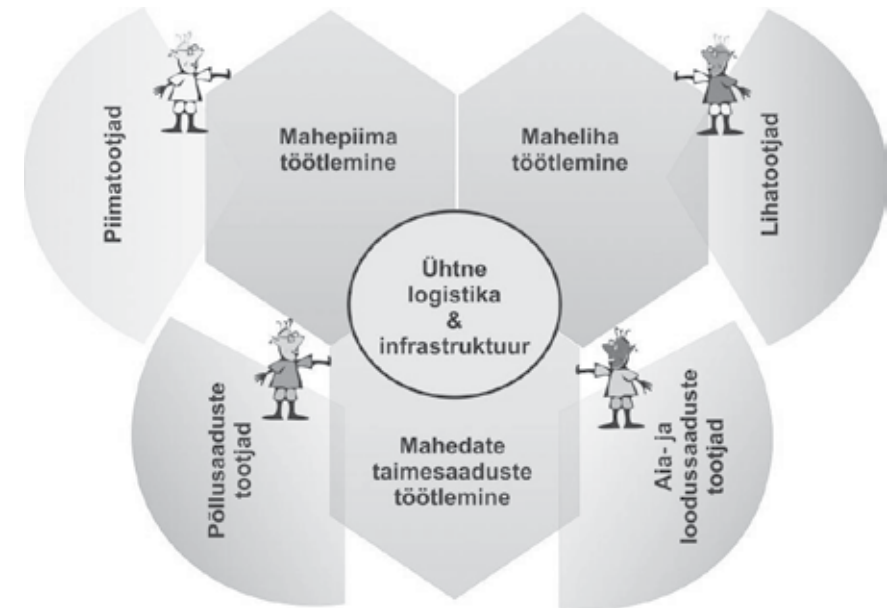
Joonis 2. Piirkondliku mahetoidu tooteahela toimimise skeem

Pilootprojekti raames:

- 1) Luuakse organisatsiooniline struktuur (soovitavalt ühistu või ühistute liit) mahetootmise, -töötlemise, toodete turustamise, märgistuse, nõustamise, koolituse jms edendamiseks.
- 2) Luuakse mahetöötlemise keskus, mis koosneb neljast üksusest, kus toimub:
 - a. mahepiima töötlemine,
 - b. maheliha töötlemine,
 - c. taimsete mahetoodete töötlemine,
 - d. logistika (joonis 3).
- 3) Pilootprojekt seostatakse turismiarenduse ja muude regionaalarengut toetavate tegevustega.

Projekti ei saa käivitada ilma kohaliku initsiatiivi ja omavalitsuste heakskiiduta. Projekti läbiviimisse tuleb kindlasti kaasata Eesti Maaülikooli mahetootmise ja toiduainete tehnoloogia alane potentsiaal. Arvestades projekti olulisust regionaalarengu seisukohast, peaks seda ka riiklikult toetama.

Projekti saab ellu viia erinevate osaprojektide kaupa, mis keskenduksid olukorra kaardistamisele, turu-uuringutele, sobilike mahetoodete tootearendusele, tootmistehnoloogiate väljatöötamisele, töötlemiskeskuse käivitamisele, piirkondliku tootebrändi loomisele, märgistamisele, turustamise logistilise süsteemi juurutamisele jms.



Joonis 3. Piirkondliku mahetöötlemiskeskuse struktuur

Projektiga seotud uuringute koordineerijaks ja tootearenduse teostajaks sobib kõige paremini EMÜ toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakond. Tootearenduse edendamiseks on osakonnas väga heal tasemel tehnoloogialaboratooriumid, vastav oskusteave ja mahetoiduainete alased kogemused (Poikalainen, Lepasalu 2010, Poikalainen, Mootse 2010, Veri jt 2010, Ojaperv jt 2010). Kaasata tuleks ka teisi EMÜ üksuseid, nagu mahekeskus, Polli aiandusuuringute keskus jne. Osaprojektide kohapealseteks läbiviijateks on kohalikud ühised ja ettevõtted, kellest moodustub

ühtne organisatsiooniline ja majanduslik struktuur. Konkreetseid projekteerimis- ja ehitustööd sooritatakse allhangetena.

Projekti käigus läbiviidavad tegevused on alljärgnevad.

- 1) Olukorra kaardistamine valitud regioonis (palju on mahetootjaid, tavatootjaid ja potentsiaalseid mahetootjaid, missugused on mahetootmise laiendamise võimalused erinevates mahesektorites, kui suur on kohaliku mahetarbimise potentsiaal jms).
- 2) Ühistulise katusorganisatsiooni loomine.
- 3) Mahetootmise propageerimine, laiendamine, nõustamine.
- 4) Mahetoodete turustusvõimaluste kaardistamine (turu-uuring) Tallinnas, Tartus, Pärnus jt Eesti suuremates linnades ning Läänemeresmaades.
- 5) Regiooni jaoks perspektiivsete mahetoodete väljatöötamine (tootearendus mahevaldkonnas):
 - a. piimatooted,
 - b. lihatooted,
 - c. taimsed tooted,
 - d. joogid ja kontsentreeritud tooted,
 - e. segatooted.
- 6) Mahetöötlemiskeskuse loomine, mis koosneb järgmistest üksustest:
 - a. mahemeierei,
 - b. mahelihatöötlus,
 - c. taimsete mahetoodete ja -jookide valmistamine,
 - d. mahetoodete turustus- ja logistikaüksus ning ühine jäätmekäitluse, energeetika jms infrastruktuur.

Töötlemiskeskuse käivitamine on võtmelise tähtsusega kogu tooteahela jaoks. Selle tulemusel tekib oluline stiimul mahetootmise laiendamiseks ja maaelu edendamiseks antud piirkonnas. Jätksuutlikkuse seisukohast on äärmiselt oluline ka kogu mahetoidu tooteahelat katva ühistulise katusorganisatsiooni olemasolu. Selle kaudu kehtestatakse ühtne reeglistik ja toimuks kasumi mõistlik jaotamine tooteahelas tegutsevate üksuste vahel

(joonis 4). Samuti on organisatsioon vajalik turustusstrateegia ning piirkondliku brändi väljatöötamisel ja süsteemsel rakendamisel.



Joonis 4. Ühistulise katusorganisatsiooni roll mahetoidu tooteahela koordineerimisel ja kasumi jaotamisel

Mahetoidu tooteahela kontseptsiooniga haakub Eestis käivitatav pilootprojekt liikuvtapamaja rakendamisest väike- ja mahetootjatele. Liikuvtapamajast saadavaks lõpp-produktiks on veise või lamba rümp, mida on vaja edasi väärintada (lihalõikus, termiliselt töödeldud toodete valmistamine, pakendamine jne). Seda on otstarbekas teha mahetöötlemiskeskuses. Nii muutub liikuvtapamaja täiendavaks, kuid väga oluliseks lüliks mahetoidu tooteahelas (Lepasalu jt 2010).

Mahetöötlemiskeskuse võiks välja ehitada sellisel tasemel, et ta muutuks atraktiivseks turismiobjektiks piirkonnas. See tuleks projekteerida nii, et toiduainete valmistamise operatsioone oleks külastajatel võimalik tööd häirimata jälgida, tooteid osta, degusteerida jms. Samuti võiks siit saada informatsiooni piirkonna mahetootjate kohta, et planeerida külastusi mahetaludesse, kus tutvuda toorme tootmisega. Sellisel juhul kujuneb mahetöötlemise keskusest ka piirkondlikku turismi edendav üksus.

Perspektiivsete mahetoodete turukõlblikkust, turustamise alast logistikat ja loodava kaubamärgi sobivust peaks aprobeerima enne, kui alustada investeerimist mahetöötlemiskeskusse. Selleks otstarbeks võiks kasutada olemasolevaid toiduainete tootmisvõimalusi Olustvere Maamajanduskooli õppetööstuses, kus valmistatakse põhitoodete proovipartiid ja turustatakse need vastavalt planeeritule. Ilmnevate puuduste kõrvaldamise järgselt tooteahelas oleks siis töötlemiskeskuse käivitamine suhteliselt riskivaba. Pilootprojekti õnnestumise korral saab ideestikku rakendada ääremaastumise vastase programmi olulise osana juba laiemalt ka teistes Eesti piirkondades.

Kasutatud kirjandus

Barkalaja A., Eamets R., Heidmets M., Jesse M., Kattel R., Keskspaik A., Kliimask J., Raagmaa G., Roose A., Ruus V., Tammaru T., Terk E., 2010. Eesti inimvara raport (IVAR): võtmeprobleemid ja lahendused 2010. Tallinn, 43 lk.

Lepasalu L., Arney D., Soidla R., Poikalainen, V., 2009. Organic milk and meat production in Estonia - current situation and perspectives. *Agronomy Research*, 7, p. 640 - 646.

Lepasalu L., Soidla R., Poikalainen V., Veri K., Kerner K., Vesikioja A., Viilipus M., 2010. Liikuvtapamajade rakendusest Eestis. – Terve loom ja tervislik toit. EMÜ veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, Tartu, lk 71-74.–

Lepasalu L., Soidla R., Mootse H., Poikalainen V., Veri K., Kerner K., 2010. Liikuvtapamaja – võimalus mahe- ja väiketootjatele. *Eesti Loomaarstlik ringvaade*, nr 3, lk 19-23.

Poikalainen V., Lepasalu L., 2010. Toiduainete tehnoloogia valdkond aastatuhande vahetusel. – LPT-50. Juubelikonverents “50 aastat liha- ja piimatehnoloogia alast õpet Eesti Maaülikoolis”. Tartu, lk 21-34.

Poikalainen V., Mootse H., 2010. Mikromeierei – erialane õppe- ja arenduslaboratoorium. – LPT-50. Juubelikonverents “50 aastat liha- ja piimatehnoloogia alast õpet Eesti Maaülikoolis”. Tartu, lk 35-46.

Veri K., Lepasalu, L., Soidla, R., 2010. Lambaliha tootearendus. – LPT-50. Juubelikonverents “50 aastat liha- ja piimatehnoloogia alast õpet Eesti Maaülikoolis”. Tartu, lk 47-52.

Ojaperv J., Mootse H., Poikalainen V., Lepasalu L., Pajumägi S., Denissova A., Järvis J., 2010. Astelpaju mahejätise tootearendus. – LPT-50. Juubelikonverents “50 aastat liha- ja piimatehnoloogia alast õpet Eesti Maaülikoolis”. Tartu, lk 85-92.

LIHAAHEL, LOOMSED KÕRVALSAADUSED JA NENDE EFEKTIIVSEM KASUTAMINE

Kristi Kerner, Lembit Lepasalu¹, Urmas Sannik²

¹ – Eesti Maaülikool, toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakond, ² - Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus

Toiduainete toodangu maht üldjoontes vastab maailma elanikkonna bioloogilistele vajadustele, kuid toidu ebaühtlase kättesaadavuse tõttu kannatab maailmas kuni miljard inimest nälja all. Eriti kõrge on defitsiit valkude, sealhulgas loomse päritoluga proteiini osas. Teisest küljest aga loomsete valkude tootmine ei ole loodussäästlik, sest selleks kulutatakse maailmas suures koguses sööta. Näiteks 1 kg kondiga liha tootmiseks, milles on ca 25% valku kulub 2,3 kg teravilja. Kuid vaatamata aastakümneid läbiviidud uurimistöödele tõendamaks loomse valgu asendamise otstarbekust taimsete valkudega, ei ole see osutunud piisavalt põhjendatuks.

Peetakse otstarbekaks, et loomse päritoluga valgud moodustaksid ligikaudu poole valkude koguratsioonist. Optimaalseks tarbimise hulgakaks loetakse keskmiselt kuni 100 g puhast valku ööpäevas.

Loomse päritoluga toiduks kõlbulikud valgud moodustavad alla viiendiku kogu maakeral saadaolevast toiduvalgu fondist. Samal ajal läheb liha töötlemisel kaduma põhjendamatult suur osa – kuni 30% toiduks kõlblikust valgust.

Vastavalt Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määruse (EÜ) nr 1069/2009 järgi, tekivad loomsed kõrvalsaadused peamiselt inimtoiduks mõeldud loomade tapmise ajal ja loomsete saaduste tootmisel ning surnud loomade kõrvaldamise ja haigusmeetmete võtmise käigus.

Käesoleval ajal tekib Eestis loomseid jäätmeid ca 30 tuhat tonni aastas, millest kolmandik või isegi pool kogusest oleks võimalik tehnoloogiate ümberkorraldamisega säästa ja suunata osaliselt toiduotstarbeks, lemmikloomatoiduks, kalade söödaks ja osaliselt loomasöötade tootmiseks.

Eestis on loomsete kõrvalsaaduste ja jäätmete töötlemine tunnustatud Väike-Maarja LJKT-s, Rakvere LT ja AS Atria.

Siiski üheski praegu Eestis liha toomise kõrvalprodukte töötlevas ettevõttes ei väärindata toorainet sellisel määral nagu oleks võimalik ja vajalik; suur osa toorainest või pooltöödeldud komponentidest jääb kasutamata, lastakse kanalisatsiooni või põletatakse. Sellega reostatakse ökoloogilist keskkonda ja jäetakse kasutamata liha töötlemise kõrvalsaadused, mis on eelkõige kõrge väärtusega proteiini allikaks.

Hiljuti investeeris Rakvere Lihakombinaat loomsete kõrvalsaaduste käitlemise protsessi uuendamisse. Rekonstrueeritud jaam on praegu Eesti võimsaim. Rekonstrueerimise tulemusel säästab ettevõtte 14% maagaasi aastasest vajadusest, kasutades protsessis tekkivat loomset rasva ettevõttele auru tootmiseks. Lisaks säästetakse aastas 53 000 m³ põhjavett, mis moodustab 9% ettevõtte aastasest veevajadusest.

Investeering loomsete kõrvalsaaduste käitlemise on oluline, kuna utiliseerimise saadusi on võimalik efektiivsemalt ja ratsionaalsemalt ära kasutada. Näiteks, Rakvere Lihakombinaadi loomsete kõrvalsaaduste käitlemisjaamas kasutusel oleva tehnoloogia abil väheneb taastumatute looduslike materjalide, nagu maagaas ja põhjavesi kasutamine ja toimub tootmises tekkivate kõrvalsaaduste ümbertöötlemine ja nende täielik ärakasutamine.

Nimetatud jaam käitleb 18 kuni 25 tonni ettevõttes päevas tekkivaid loomseid jäätmeid. Ühest tonnist loomsetest kõrvalsaadustest saab 120-150 kg rasva ja 250-300 kg lihakondijahu. Tekkiv loomne rasv ladustatakse mahutitesse ning kasutatakse energia tootmiseks. Lihakondijahu kasutavad põllumehed väetisena mulla viljakuse tõstmiseks kuid on mitmeid efektiivsemaid mooduseid lihakondijahu kasutamiseks.

Lihakondijahu on loomne kõrvalsaadus. Kogu lihakondijahu toodang Euroopa Liidus ületab 3 500 000 tonni aastas. Euroopas, alates 1. maist 2003, klassifitseeritakse lihakondijahu teiste loomsete

kõrvalsaaduste hulka vaatamata sellele, kas nad pärinevad 1., 2. või 3. kategooriast.

Liha töötlemisel tekkivate kõrvalproduktide üldlevinumad töötlemistehnoloogiad ei võimalda aga toiduks-kõlbulikkul valkusisaldavat toorainet (sidekude, kõõlused, kondid, kamar, veri) kasutada loomse päritoluga toiduvalgu defitsiidi vähendamiseks, vaid see suunatakse tehniliseks otstarbeks, lastakse kanalisatsiooni või tuhistatakse.

On mitmeid võimalusi lihatööstustes kasutatavate tehnoloogiate muutmiseks või täiendamiseks, et säästa suurt kogust loomset valku sisaldavat toorainet sattumast loomsete jäätmete hulka, kus see praegusel ajal korraldatud süsteemi alusel muutub nn 1. kategooria (määratletud riskiga) materjaliks ja mille puhul näeb regulatsioon ette selle kohest kõrvaldamist toiduahelast ning hävitamist.

Loomseid jäätmeid on võimalik kasutada nii orgaanilise väetise kui lemmikloomade sööda valmistamisel. Täiendavad kasutamise võimalused, mis vajaksid aga vajalikke uuringuid, oleksid inimtoit, kalasööt, biogaas, väetis jne.

Ka mujal maailmas on antud temaatika käsitlusel ning on tehtud mitmeid sellealaseid uuringuid.

Lihakondijahu on ökonoomne proteiiniallikas ning seda on edukalt kasutatud kalajahu osalise asendusena ja lindude söötades.

Kalasööda teema on viimastel aastatel aktiivselt käsitluses olnud, kuna USA teadlaste prognoosi kohaselt kasvab maailmas järgmisel kümnendil akvakultuuri toodang eeldatavalt 9% aastas. Järgmise 12-15 aasta jooksul akvakultuuri toodang tõenäoliselt kahekordistub, koos sellega ka söödaproteiinide vajadus. Kalasöödas proteiini allikana kasutatava kalajahu varud on maailmas piiratud ning rohkem seda juurde tekkida ei saa. Teiste proteiinide kasutamine kalajahu asemel on tegelikult majanduslik otsus - siiani puudus selleks konkreetne vajadus ehk ajend. Kuni aastani 2006 oli kalajahu hind 500-600 \$/tonn. Looduskatastroofi el Ninjo tõttu tõusis see

2006. a Põhja-Ameerikas ja Euroopa Liidu riikides 1600 \$/tonn, eelmiseks aastaks (2010) oli see langenud 25% - seega ligi 850-1200 \$/t. Teadlaste poolt on teemat aktiivselt arendatud, et muuta akvasööda koostist, vähendades kalajahu sisaldust ning võttes kasutusele alternatiivsed valguallikad.

Lihakondijahu suurel proteiinisaldusel on parem kasvu soodustav efekt võrreldes teiste alternatiivsete taimsete proteiinidega. Lisaks sisaldab ta rohkem tuhka ja Ca²⁺ võrreldes kalajahuga. Loomset päritolu jahud on kõrge küllastunud rasvade sisaldusega ning neile on iseloomulik kõrge 18:2 n-6 polüküllastumata rasvhapete (PUFA) ja madal n-3 kõrgelt küllastumata rasvhapete (HUFA) sisaldus. Need näitajad on olulised merekalade söötades.

Tabel 1. Söötades kasutatud jahude koostis (g 100g⁻¹ KA)

	Kalajahu valgest kalast	Jahu lindude tapajäätmetest	Liha- ja kondijahu
Proteiin	63,65	60,84	55,02
Rasvad	10,06	18,99	13,60
Tuhk	21,42	12,82	25,34
Niiskus	2,03	2,98	2,10

(Yong Yang *et al.*, 2003)

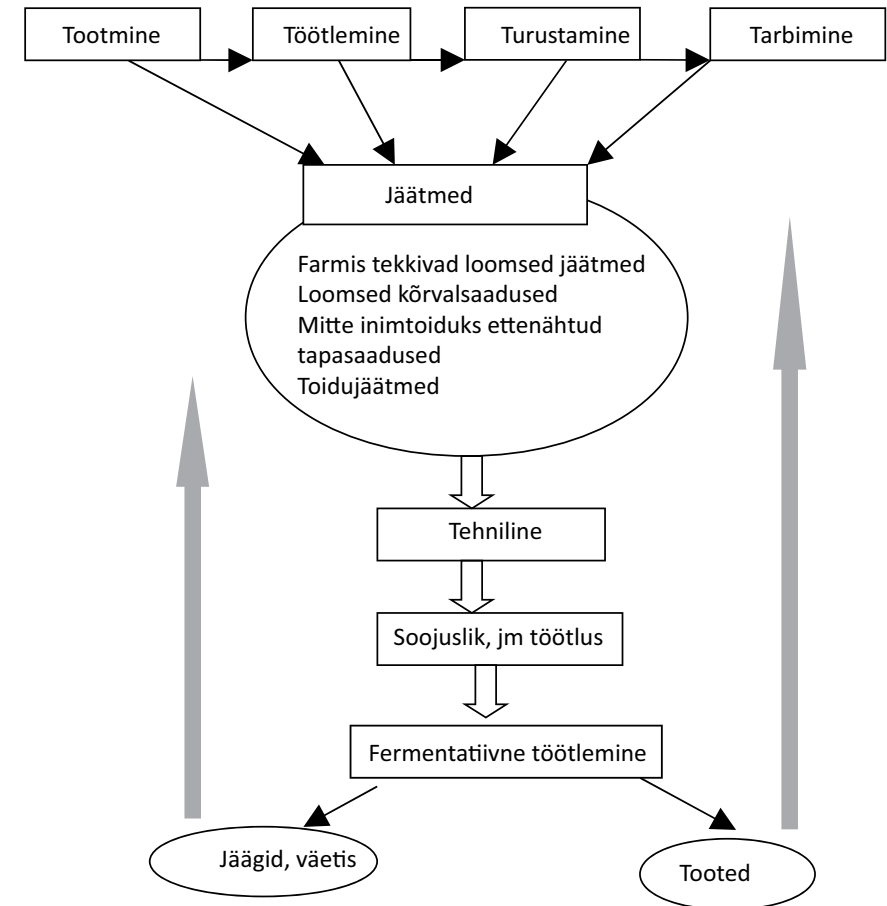
Uuringud näitavad, et väga edukalt saab kasutada ka lindude tapmisel tekkivaid kõrvalsaadusi: sulejahu, verejahu, liha- ja kondijahu ning rasvasid proteiini- ja energiaallikana. Lindude tapmisel tekkinud loomsetest kõrvalsaadustest valmistatud jahuga võib efektiivselt asendada kuni 50% ulatuses kalajahu proteiini.

Samas tekib loomset päritolu jäätmeid kogu lihaahelas ja seega tuleks ka neid materjale vaadelda kui tooret järgnevateks töötlusteks (joonis 1).

Materjalid lihaahelas: farmis tekkivad loomade korjused, töötlemisel tekkivad loomsed kõrvalsaadused ja inimtoiduks mittekõlblikud tapasaadused, logistikas ja kaubanduses tekkivad valmistooted, mis pole inimtoiduks kõlblikud.

Praegune lihaahela jäätmete käitlemine eeldab tööstust spetsialiseeritud tehastes, kus toimub tooraine kuumtöötlemine, rasva eraldamine, kuivatamine ja põletamine, mis on ülimalt ressursse raiskav ja energiamahukas. Seega tuleb leida alternatiivsed tehnoloogiad ülaltoodud materjalide käitlemisel suunates osaliselt ümbertöödeldud materjal toiduahelasse või utiliseerida see meetoditega, mis on vähem keskkonda kahjustavad. Otstarbekas on käivitada rakendusuringud kogu lihaahela ulatuses selgitamiseks välja majanduslikult efektiivsed ja keskkonnale ohutumad loomsete jäätmete töötlemistehnoloogiad, eesmärgiga suunata vähemalt osa ümbertöödeldud toodetest tagasi lihaahelasse.

Uute väljatöötatud tehnoloogiate tööstuslik juurutamine võimaldaks toorainet töödelda keskkonda ja energiat säästvamana. Loomse päritoluga toidu- või söödaks-kõlbliku valgu baasil toodetud täiendavad tooted suurendavad ettevõtete käivet, rentaablust, loovad uusi töökohti ja tõstavad lihasektori konkurentsivõimet.



Joonis 1. Lihaahela jäätmete väärimine ja utiliseerimine

Kasutatud kirjandus

Marie Coutand, Martin Cyr, Eric Deydier, Richard Guilet, Pierre Clastres. 2008. Characteristics of industrial and laboratory meat and bone meal ashes and their potential applications - *Journal of Hazardous Materials*, 150, 522-532

Oseni M. Millamena. 2002. Replacement of fish meal by animal by-product meals in a practical diet for grow-out culture of grouper *Epinephelus coioides* - *Aquaculture*, 204

Qinghui Ai, Kangsen Mai, Beiping Tan, Wei Xu, Qingyuan Duan, Hongming Ma, Lu Zhang. 2006. Replacement of fish meal by meat and bone meal in diets for large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea* - *Aquaculture*, 260, 255-263

Rakveres avati loomsete jäätmete käitlemise jaam [<http://www.epkk.ee/3896>]

Roland W. Hardy. New Developments in Fish Feeds and Feeding Practices. Aquaculture Research Institute, University of Idaho. [www.aquaculture.noaa.gov/news/feeds.html]

The National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA and Department of Agriculture (USDA) and National Institute for Food and Agriculture [<http://aquaculture.noaa.gov>]

Yong Yang, Shouqi Xie, Wu Lei, Xiaoming Zhu, Yunxia Yang. 2003. Effect of replacement of fish meal by meat and bone meal and poultry by-product meal in diets on the growth and immune response of *Macrobrachium nipponense* - *Fish & Shellfish Immunology*, 17, 105-114

DJUROKI TÕU MÕJUST SEALIHA KVALITEEDILE EESTIS

Aarne Põldvere^{1,2}, Riina Soidla², Stanislav Zurbenko²

¹-Eesti Tõusigade Aretusühistu, ²-Eesti Maaülikool

Sissejuhatus

Eestis kasvatatakse sealiha tootmiseks nii puhtatõulisi kui ristandsigu. Aretusprogrammist lähtuvalt on seni kasutatud valgete tõugude eesti suure valge (Y) ja eesti maatõu (L) ristandemiseid (LY, YL), keda ristati nuumsigade saamiseks pjeträäni (P), hämpširi (H) või ristandkultidega (DL, HP, PH).

Viimaste aastate sigade aretusprotsess on võimaldanud toota turule hea kvaliteediga searümpasid (õhuke seljapekk, suur tailihasisaldus rümbas), mis on rahuldanud senini nii tarbijaid kui ka lihatööstusi.

Kuid tarbija on muutunud nõudlikumaks liha kvaliteedi osas. Praegu aretuses kasutatavate pjeträäni ja hämpširi tõugu kultide järglaste liha maitseomadused ja värvus ei rahulda täies ulatuses tarbijat. Esineda võib heledat PSE -liha, mis maitset on tuimavõitu lihasesisese rasva vähesuse tõttu.

Nende probleemide lahendamiseks hakati kasutama aretusprogrammis djuroki tõugu. Kuldid toodi 2009. aastal Kanadast Eesti Tõusigade Aretusühistu seemendusjaama. Kanada aretajate andmetel on djuroki kultide järglased kiire kasvu ja hea söödaväärindusega. Nende rümbad on ühtlase suurusega ja suure tailihasisaldusega ning liha on marmorjas, sisaldades palju lihasesisest (intramuskulaarset) rasva.

Käesolevas artiklis, tuginedes esialgsetele andmetele, antakse ülevaade Kanadast toodud djuroki tõu geneetika mõjust Eestis kasutatavas aretussüsteemis. Selgitatakse, millist mõju avaldab tõug ja vanempaar kultide järglaste nuumaomadustele, rümba ja liha kvaliteedi näitajatele.

Materjal ja meetodika

Uuringus antakse ülevaade Kanadast toodud djuroki tõu mõjust Eestis järglaste nuumaomadustele, rümba ja liha kvaliteedi näitajatele. Kokku hinnati 2009. aastal 509 searümpa, viiest erinevast farmist pärit kaheksat tõukombinatsiooni: DxLY/YL (91 rümpa), DLxLY/YL (38), PxLY (202), PHxLY (47), LxY (25), YxY(106). Sead tapeti kahes lihatööstuses ja kolmes tapapunktis.

Lihatööstustes ja tapapunktides registreeriti rümpade kohta: rümbamass, rümba pikkus, seljapeki paksus (6.-7 roide kohalt, 4-mõõtme keskmine), rümba tailihasisaldus, lihaskoe pH-väärtus, lihassilma pindala, sea ööpäevane- ja rümba massi-iive ning registreeriti ka sea tapavanus.

Arvutati ühe kilogrammi rümba hind ja rümba maksumus vastavalt tasustamisele lihatööstustes SEUROP klassifitseerimise süsteemi alusel. Selleks lähtuti praegu suuremates lihatööstustes makstavast II kategooria (kaaluvahemik (70-91,9kg) kilohinnast (27,0 kr/kg). Rümba baasiliseks tailihasisalduseks arvestati 57%. Iga protsent üle või alla baasilist tailihasisaldust suurendab või vähendab II kategooria (nuumsiga) kilohinda 0,3 krooni võrra.

Selja pikima lihase (*m. longissimus dorsi*) keemiline koostis ja tehnoloogilised näitajad määrati Eesti Maaülikooli toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna lihalaboris.

Laboris leiti vastavate meetodikate alusel liha kvaliteedinäitajatest selja pikima lihase kuivaine-, valgu-, rasva- ja tuhasisaldus ning tehnoloogilistest näitajatest liha veehoidmisvõime, keedu- ja tilkumiskadu.

Tulemused, arutelu

Tabelis 1 toodud andmetest selgub, et djuroki tõu ristandid realiseeritakse võrreldes teiste kombinatsioonidega kõrgema elus- ja rümbamassiga (vastavalt 115,6 ja 79,2kg). Rümba pikkuselt djuroki ja DL ristandsead ei erine, kõige lühemad on pjeträäniristandid (96,4cm). Kõikide katsegruppide searümbad, välja arvatud djuroki tõu ristandid, on väga hea lihasusega (õhuke seljapekk, suur tailihasisaldus rümbas), tailiha 59,1-59,8%. Djuroki tõu ristandid osutusid pekisemateks, nende rümba tailihasisaldus oli 57,9%, mistõttu oli SEUROP süsteemis djuroki ristandite rühmas kõige vähem S ja rohkem E klassi kuuluvaid rümpasid (vastavalt 22 ja 74%).

Tapajärgselt määrati osadel searümpadel selja pikimast lihast happesus (pH-väärtus). Kuna rümpade lihaskoe pH- väärtus oli suhteliselt kõrge ja tõukombinatsiooniti oli heleda PSE liha osatähtsus umbes 1-2%, võib öelda, et hinnatud searümbad olid hea liha kvaliteediga.

Vaatamata madalamatele lihasuse näitajatele, on djuroki ristandid väga kiire kasvuga (tapmisvanus 164,2 päeva), ületades DL ja puhtatõulist eesti suurt valget tõugu sigu vastavalt 4,8 ja 8,7 päevaga. Kõige aeglasemalt kasvasid PxLY, PHxLY ja LxY rühmade sead. Djuroki ristandite järglaste ööpäevased ja ka rümba massi-iibed oli väga kõrged (706 ja 484g), ületades DL ja eesti suurt valget tõugu sigade näitajad vastavalt 54 ja 37g võrra.

Tabel 1. Searümpade kvaliteedi ja majanduslikud näitajad tõukombinatsiooniti

Näitajad / tõukombinatsioon	Tõukombinatsioon					
	PxLY	DLxLY/ YL**	DxLY/ YL	PHxLY	YxY*	LxY
Isatõug	P	DL	D	PH	Y	L
Ematõug	LY	LY/YL	LY/YL	LY	Y	Y
Rümpade arv	202	38	91	47	106	25
Elusmass, kg	110,2	110,0	115,6	113,5	112,1	111,5
Rümbamass, kg	75,6	75,7	79,2	77,8	76,5	76,4
Rümba pikkus, cm	96,4	98,4	98,3	97,5	97,2	97,4
Seljapeki paksus, mm						
6.-7. roide vahakohalt	16,7	16,9	20,4	19,4	19,0	17,6
Nelja mõõtme keskmine	18,4	16,4	19,0	18,2	17,5	16,2
Rümba tailihasisaldus, %	59,2	59,6	57,9	59,1	59,4	59,8
Rümpade jaotus SEUROP süsteemis						
sh S- klass,%	47	47	22	43	41	52
E- klass, %	48	53	74	57	59	48
U- klass, %	5		4			
Ööpäevane massi-iive, g	612	652	706	618	651	614
Rümba massi-iive***, g	420	447	484	424	447	421
Tapmisvanus, päeva	180,5	169,0	164,2	183,6	172,9	181,9
1 kg rümba hind, kr	27,7	27,8	27,3	27,6	27,7	27,8
Rümba maksumus, kr	2091	2103	2160	2150	2121	2127

* - Y (kult) x Y (emis);

** - DL (ristandkult) x LY/YL (ristandemis)

*** - rümba mass jagatud sea vanusega

Ühe kilogrammi keskmine rümba hind kõikus 27,3-27,8 krooni. Kõige odavamad olid pieträani ristandite rümbad (2091 kr). Kõige rohkem maksid lihatööstused djuroki ristandite eest (2160 krooni). Nende rümbad olid võrreldes teiste kombinatsioonidega küll väikse tailihasisaldusega (57,9%), kuid nende realiseerimismass oli kõige suurem (79,2 kg).

Tabeli 2 andmetel on erinevate tõukombinatsioonide järglaste lihasus (lihassilma pindala) hea. Kõige kõrgem näitaja on pieträani tõugu järglastel (57,3 cm²), järgneb djuroki ristandite rühm (51,8 cm²). Võrdluseks võiks tuua, et 2005-2007. aastal oli Eesti Tõusigade Aretusühistus määratud valgetest tõugudest noorkultide järglaste rümpade keskmine lihassilma pindala umbes 50cm². Kõikide rühmade lihasuse indeksid olid madalad (0,24-0,35), mis viitab rümpade heale lihasusele.

Tabel 2. Lihassilma pindala suurus olenevalt tõukombinatsioonist

Näitajad / tõukombinatsioon	Tõukombinatsioon			
	YxY	PxP	DxLY/YL	DLxLY/YL
Lihassilma pindala, cm ² *	49,0	57,3	51,8	48,9
Pekipindala, cm ²	16,3	13,6	17,9	15,1
Lihasuse indeks **	0,35	0,24	0,35	0,31

*- rümba parem poolkõlg lõigati 13. -14. roide vahakohalt risti lahti, seljalihasest tehti digifoto ja vastava arvutiprogrammi Scan Star abil leiti seljalihase ja selle peal oleva peki pindala.

** - peki pindala jagatud lihassilma pindalaga.

Liha kvaliteedi kohta antakse hinnang ka tema keemilise koostise ja tehnoloogiliste näitajate põhjal (tabel 3).

Tabel 3. Katsesigade liha füüsikalise-keemilised ja tehnoloogilised näitajad

Näitajad / tõukombinatsioon	Tõukombinatsioon		
	YxY	DxLY/YL	DLxLY/YL
Füüsikalise-keemilised näitajad			
Kuivainesisaldus, %	25,2	26,2	26,1
Valgusisaldus, %	23,1	22,9	22,8
Rasvasisaldus, %	1,0	2,1	2,1
Tuhasisaldus, %	1,2	1,2	1,2
Tehnoloogilised näitajad			
Veehoidmisvõime, %	58,3	56,4	57,3
Keedukadu, %	44,7	44,2	44,8
Tilkumiskadu, %	6,2	8,4	7,6

Liha keemilises koostises tõukombinatsioonide rühmades olulisi erinevusi ei leitud. DL ja djuroki ristandite lihaskoes oli, võrreldes eesti suure valge tõuga, rohkem kuivainet.

Liha valgusisalduses rühmad oluliselt ei erinenud. Väga tähtis lihaskoe kvaliteedile on liha liha intramuskulaarne rasvasisaldus, sest sellest sõltuvad suurel määral liha maitseomadused. See kasvamisel ladestub rasv lihaskoesse lihaskiudude ja lihaskimpude ümber, mis annab lihale nn marmorilisuse. Mida suurem on lihasesisene rasvasisaldus, seda õrnem on liha ja marmorilisus on parem.

Katseandmetel on Eestis kasvatatavatel valgetel tõugudel lihasesisest rasva umbes 1%, djuroki ja DL ristanditel on see näitaja kaks korda suurem (2,1%). Sellest tulenevalt on nende ristandite liha õrnem ja paremate maitseomadustega.

Liha tehnoloogilised näitajad ei erine samuti oluliselt ristandkombinatsioonide lõikes. Liha tehnoloogilisi ja kulinaarseid omadusi mõjutab kõige rohkem liha võime siduda vett (veehoidmisvõime) ja sellest sõltuv keedukadu. Mida suurem on see näitaja, seda vähem vett eraldub tehnoloogilistes protsessides. Normaalse kvaliteediga sealihaga veehoidmisvõime ületab 53%, alla selle on tegemist madala kvaliteediga PSE lihaga. Selle näitaja poolest oli kõikide rühmade liha normaalse kvaliteediga.

Kõige vähem sidus vett djuroki ristandite liha (veehoidmisvõime 56,4%), kõige rohkem suurt valget tõugu sigade liha (59,3%).

Kokkuvõte

Katses uuriti nelja kombinatsiooni, kus ristandemiste (LY, YL) seemendamiseks kasutati pjeträäni, djuroki, DL, PH kultide spermat, samuti puhtatõulist eesti suurt valget ja LY ristandsigu.

Analüüsist selgub, et searümba kvaliteet ja majanduslikud näitajad sõltuvad kasutatavast tõust ja vanempaarist.

Rümba pikkuselt katsesead oluliselt ei erinenud.

Katseandmetel on Kanada aretusmaterjali kasutamine djuroki tõugu kultide sperma näol eesti valgetest tõugudest ristandemiste seemendamisel parandanud nende järglaste liha kvaliteeti (liha marmorilisust) ja majanduslikke näitajaid (tapamass, tapmisvanus, ööpäevane ja rümba massi-iive). Negatiivse aspektina on djuroki tõugu ristanditel võrreldes teiste rühmadega mõningal määral paksem seljapekk ja väiksem rümba tailihasisaldus. Djuroki ristanditel on pekk seljal jaotunud ühtlasemalt ja kõhuliha on paksem, võrreldes teiste kombinatsioonidega.

Seevastu teised uuritud rühmad olid hea rümba kvaliteediga (õhuke seljapekk, suur tailihasisaldus rümbas).

DL kuldid pärandavad järglastele samuti kiire kasvu ja suured massi-iibed, erinevalt puhtatõulistest djuroki sigadest ka taised rümbad. Seni kasutuses olnud djuroki DL ristandkuldid pärinevad Norrast, kust toodi Eestisse viimastel aastatel spermana. Kohapeal

eesti maatõugu emiste seemendamisel importspermaga saadi DL ristanakuldid.

Defektse lihaskoe (PSE liha) osatähtsus ei olnud katserühmades märkimisväärne, ulatudes 1-2%-ni.

Djuroki ja DL ristanakite lihaskoes oli umbes kaks korda (2,1%) rohkem lihasesisest rasva, võrreldes valgete tõugudega (1%), mistõttu on nende liha õrnem, mahlasem.

Järeldused

Seakasvatajat huvitab eelkõige ettevõtmise tulukus, mida näitab kaudselt sigade ööpäevane massi-iive, mis on djuroki katserühmal kõige suurem. Djuroki tõu puhul on ka tarbijapoolne nõue mahlase ja õrna liha osas täidetud. Kuna djuroki tõugu sead on mõningal määral rasvasamad, tekib tarbijal võimalus valida turul pekisema ja taisema sealiha vahel.

Missugust kombinatsiooni farmer lihatootmiseks kasutab, sõltub konkreetselt toodangu realiseerimise võimalustest ja ettevõtja valikust.

Majandusliku tulukuse seisukohast tuleks seakasvatajal arvestada, kas oleks otstarbekas kasutada ristamiseks djuroki tõugu, saades hea kasvukiiruse ja liha kvaliteediga pekisemad tapasead, või kasutada teisi uuringus toodud kombinatsioone, mis annavad taisemaid rümpasid.

Seakasvatajad, kelle klientuuri hulgas on enam pekist liha nõudvad tarbijad ja kes hindavad sealiha maitset mahlakust, võivad kasutada djuroki tõuga ristamist. Kui kliendid aga soovivad taist liha, peaks kasutama teisi esitatud ristamiskombinatsioone.

Kasutatud kirjandus

Using ultrasound technology to predict loin intramuscular fat content in live pigs. Fortin et al. Meat Science 69: 297-305.

Measuring and improving pork marbling in Canadian pigs ultrasound. Canadian swine@pork. Industry Resource Guide 2010 [<http://www.alliancegenetics.com/pdf/Embracing-Innovative-Technologies.pdf>]

ANALÜSAATORID MIKROSTRUKTUURI JA REOLOOGILISTE OMADUSTE UURIMISEKS

Anna Denissova, Sirje Pajumägi, Hannes Mootse, Väino Poikalainen
EMÜ VLI, Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakond

Sissejuhatus

Alates 2010. aasta detsembrist on Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonnas kaks täppisanalüüsi seadet: Zetasizer Nano analüsaator ning DV-III Ultra Reomeeter. Käesolevas artiklis antakse lühiülevaade mõlema seadme parameetritest ning kasutusvõimalusest.

Analüsaator Zetasizer Nano

Zetasizer Nano on analüsaator, mis võimaldab mõõta kolme olulist mikrostruktuuri parameetrit: osakeste suurst, ξ – potentsiaali (dzeetapotentsiaal) ja molekulmassi. Kõiki neid näitajaid kasutatakse nanoosakeste, kolloidsüsteemide, valkude ja polümeeride iseloomustamiseks.

Molekulmass määrab ainete füüsikalisi omadusi, millistest tähtsamad on aineoleku faaside üleminekut määrav temperatuur, aine tugevus, viskoossus ja elastsus.

ξ -potentsiaali suurus annab ettekujutuse kolloidlahuse stabiilsusest. Kui suspensiooni/emulsiooni osakeste laeng on tugevalt positiivne või negatiivne, siis osakesed tõukuvad teineteisest. Nõrga laengu korral piisava tugevusega tõukejõude ei teki ja osakesed võivad omavahel liituda. See tähendab, et mida suurem on osakeste laeng, ehk mida suurem on ξ - potentsiaal, seda stabiilsem on näiteks kolloidlahus.

Enamikes kolloidlahustes suureneb leelise lisamisel lahuse pH ja osakeste laeng muutub negatiivsemaks. Happe lisamine aga

vähendab negatiivsuset laengut. ξ - potentsiaal on positiivne madalal pH-l ning negatiivne kõrgetel pH väärtustel. Olukorda, kus ξ -potentsiaal puudub, ehk on võrdne nulliga, nimetatakse kolloidlahuse isoelektriliseks täpiks. Selle potentsiaali juures on kolloidlahus kõige ebastabiilsem.

Seadme analüüsiipiirkonnad on alljärgnevad: osakeste suurus 0,6 – 6000 nm, molekulmass 1×10^3 – 2×10^7 Da ja ξ – potentsiaali abil mõõdetavate osakeste suurus 5 nm kuni 10 μm . Analüsaatori komplekti kuulub ka autotitraator MPT-2, mis võimaldab kiiresti ja täpselt viia lahuse pH nõutud tasemele ja muuta seda sõltuvalt vajadusele.

Kasutusvõimalused

Zetasizer'it kasutatakse ulatuslikult toiduainete tehnoloogias, farmaatsias, kosmeetikas, reoveepuhastuses, keraamikas, metallpulbrite tootmises ja teatud määral ka kosmosetööstuses. See loetelu pole kaugeltki lõplik.

Osakeste suurused ning laeng on toiduainete olulisteks näitajateks, kuna mõjutavad toote säilivust, välimust ja maitset. Seetõttu on nende omaduste kontrollimine õlle, veini, piimatoodete ja toidu maitselisandite tootmises on muutumas tavapäraseks tegevuseks.

Tarbija ootab homogeenset toodet, ega soovi selle asemel kasutada ebameeldivat mitmefaasilist segu. Homogeense toote saamiseks peab ξ - potentsiaali väärtus olema suur, mis takistab kolloidsete osakeste omavahelist liitumist.

Piim ja paljud piimatooted on tüüpilised kolloidsüsteemid, kus rasvakuulikesed mõjutavad maitset, stabiilsust ning vahustatud toodete struktuurseid omadusi. Nende kvaliteedi saab kontrollida disperseeritud rasvafaasi stabiilsuse kaudu, mida omakorda määravad rasvakuulikeste suurusjaotus ja piisavalt suur elektriline potentsiaal. Samas on reoveepuhastamisel aga oluline tagada osakeste küllaldast liitumisvõimet. Järelikult tuleb osakeste ξ – potentsiaali ohjata nii, et see oleks võimalikult madal.

Kosmeetikatoodete, nagu näiteks hambapastade, näokosmeetika (huulepulk, ripsmetušš, lauvärv jne), küünelakkide, ihupiimade jne iseloomustamiseks, kvaliteedi kontrolliks ning säilivusaja pikendamiseks kasutatakse samuti osakeste suuruste ja ξ - potentsiaali mõõtmist. Kui deodorandi osakesed on liiga väikesed, siis nad ei ole võimelised blokeerima naha poore ja peatama higistamist. Jumestuskreemi osakesed ei tohi see-eest olla liiga väikesed, mis ummistaks poore ega ka mitte nii suured, mis muudab meigi nähtavaks. Liiga väikeste juukselaki osakeste suuruse korral tekib nende sisse hingamise oht, mis on kahjulik tervisele. Hambapastades määrab osakeste suurus värvi ja hambakatu eemaldamise efektiivsuse. Huulepulkade korral mõjutavad osakeste mõõtmed erinevaid efekte nagu läiget ja matti tooni. Koorimiskreemidel mõjutavad osakesed õrnust ja jäikust. Kreemide puhul on oluline, et pH oleks neutraalne, mis omakorda eeldab ξ - potentsiaali määramist.

Umbes 70% ravimitest saavad patsiendid tablettide ja kapslite kujul. Neid valmistatakse pulbrist, mille osakeste suurus on oluline toote parameeter. Osakeste suurus mõjutab otseselt seda, kuidas ravim käitub tootmisprotsessis ja inimese organismis. Suurte osakestega on mugavam töötada, kuid väikesed osakesed lahustuvad paremini. Lisaks määrab osakeste suurus suspensiooni stabiilsust.

Geeniteraapia seisneb normaalselt talitleva geeni siirdamises raske geneetilise puudega inimese mingi koe (organi) rakkudesse. Üks populaarsematest siirdamisel kasutatavatest ühenditest on liposoom. Positiivselt laetud liposoom töötab kompleksis negatiivselt laetud DNA-ga. ξ - potentsiaali määramist kasutatakse nende omavahelise suhe optimeerimiseks.

Keraamiliselt valmistatavate toodete kvaliteeti määrab kasutatud savisegu kvaliteet, mis oleneb otseselt osakeste suurusjaotusest. Osakeste suurus sõltub savipõletuse aeg ja temperatuur, kuna väikesed osakesed nõuavad lühemat põletusaega kui suured. Seetõttu rakendatakse ξ - potentsiaali keraamika valmistamisel suspensiooni stabiilsuse hindamisel ning lisandite koguste arvutamiseks.

Eelpool loetletu puhul on tegemist ainult väga lühikese ja põgusa ülevaatega sellest, kuidas on võimalik Zetasizer Nano analüsaatorit kasutada.

Eesti Maaülikooli toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna teadustöös kasutatakse osakeste suurusjaotuse määramist ja ξ - potentsiaali mõõtmist vadakus laktoosikristallide kasvu ja valguliste süsteemide stabiilsuse hindamiseks erinevate tehnoloogiliste parameetrite juures. Õppetöoga seonduvalt saab samu näitajaid rakendada homogeniseerimise efektiivsuse, happesuse reguleerimise, säilivusaja pikendamise ja muu sellisega seoses. Ka teistel Eesti Maaülikooli allüksustel ning partneritel on võimalik Zetasizer Nano analüsaatorit kasutada vajalike uurimuste läbiviimiseks.

DV-III Ultra Reomeeter

DV-III Ultra Reomeeter on analüsaator, mis võimaldab määrata ainete viskoossust ja vedelike reoloogilisi omadusi. Reoloogia kirjeldab vedelike voolamise ning tahkete kehade deformatsiooniga seonduvaid füüsikalisi parameetreid. Viskoossus on aine omadus takistada osakeste liikumist üksteise suhtes. Viskoossust ja reoloogiat mõjutavateks teguriteks on temperatuur, mehhaanilise mõjutuse aeg, nihkekiirus, rõhk, proovide koostis, ja muu selline.

Kuna viskoossuse ja deformatsiooni uurimine eeldab objekti teatud mehhaanilist mõjutust, siis kuulub analüsaatori juurde mitmesuguse kujuga ja mõõtmega spindlid, mille valik sõltub uuritavast subjektist ja selle iseloomust. Temperatuurimõjude uurimiseks ja elimineerimiseks on komplekt varustatud termostaadiga, mis võimaldab analüüsitava proovi mõõtmiste ajal hoida temperatuurivahemikus $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ kuni $150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

DV-III Ultra Reomeeter võimaldab analüüsida vedelike, pastalaadseid materjale, geele, suspensioone, dispersioone, „pehmeid tahkiseid“ (pudingud, kastmed jne).

Kasutusvõimalused

DV-III Ultra Reomeetriga on võimalik teostada toote kvaliteedikontrolli (tagamaks tootepartiide ühtlast konsistentsi) ning võimaldab hinnata tehnoloogiliste protsesside läbiviimiseks vajalikke parameetreid, näiteks nõutavaid rõhkusid pumpamisel, torustranspordil jms. Viskoossus kui voolavust määrav näitaja on seotud paljude teiste aine omadustega, nagu molekulaarmass ja molekulaarmassi jaotus. Seetõttu leiab reomeeter kasutust ka keemilistes uuringutes mehhaaniliste mõjude, temperatuuri ja lisandite mõju uurimiseks, mis määravad reaktsioonide käiku.

Eriti levinud on viskoossuse ja reoloogiliste parameetrite määramine toiduainete, ravimite ning kosmeetikatoodete tootmisel ja tootearenduses. Toote reomeetriast ja viskoosusest sõltub määratavus, stabiilsus säilitamisel, toote jäikus/tugevus jne. Toiduainetest on viskoossus ja reoloogilised parameetrid väga olulised leivataigna, või, rasvade, jogurti, jäätise, ketšupi, kastmete, majoneesi, määrdajuustude, võiete, külmutatud jookide, glasuuride/kreemide, siirupite ning šokolaadimassi omaduste hindamisel. Tööstuskaupadest määrab reoloogia näiteks oluliselt hambapastade, liimide, värvide, mootoriõlide ning kreemide kvaliteeti. Esitatud toodete loetelu aga pole sugugi ammendav, vaid seda võiks jätkata veel väga paljudes valdkondades.

Kokkuvõtteks võib öelda, et reoloogia abil saab hinnata makromolekulide omavahelisi vastasmõjusid, mikrostruktuuri, geelimumoodustumise jm protsesse mitmesugustes elutegevuse valdkondades.

Eesti Maaülikooli toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonnas rakendatakse reomeetrit teadustöös, mille eesmärgiks on vadakuvalgu omaduste uurimine seoses kuumtöötamise parameetritega ning laktoosi sisaldavate vedelike (vadakud, vee ja laktoosi lahus) viskoossuse määramiseks erinevate laktoosi kontsentratsioonide ja temperatuuride juures. Õppetöös seoses

määratakse erinevate toodete tootmise etappides toimuvaid reoloogilisi muutusi ning saadud tooteid iseloomustavaid reoloogilisi näitajaid. Lisaks võivad reoloogiliste uurimuste läbiviimise võimalusi kasutada Eesti Maaülikooli teised allüksused ning partnerid.

Kokkuvõte

Mõlemal analüsaatoril on väga palju erinevaid kasutusvaldkondi. Seadmed võimaldavad kaasajastada ja arendada õppe, teadus- ning arendustööd.

GENEETILISED PARAMEETRID PIIMA LAAPUMIS- JA KOOSTISNÄITAJATELE

Mirjam Vallas¹², Henk Bovenhuis³, Tanel Kaart¹², Kalev Pärna⁴, Heli Kiiman¹², Elli Pärna¹²

¹EMÜ VLI, loomageneetika ja tõuaretuse osakond

²OÜ Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskus

³Wageningeni ülikool, tõuaretuse ja genoomika keskus

⁴TÜ, matemaatilise statistika instituut

Sissejuhatus

Toorpiima laapumine on protsess, mille käigus toorpiimale lisatud laapensüümi toimel tekib kalgend. Selle keerulise protsessi iseloomustamiseks kasutatakse peamiselt kahte laapumisnäitajat. Laapumisaeg (RCT) on aeg laapensüümi lisamisest toorpiimale kuni kalgendi moodustumise alguseni. Kalgendi tugevus (E_{30}) määratakse 30 minutit peale laapensüümi lisamist.

Piima laapumine on oluline protsess juustutööstusele. Sellest sõltub juustu väljatulek ja kvaliteet. Heade laapumisomadustega piimast saab suurema koguse juustu. Seega aitab piima laapumisomaduste parandamine tõsta juustutööstuse efektiivsust ja kasumlikkust. Piima laapumist mõjutavaid tegureid on palju, sealhulgas ka loomadevahelised geneetilised erinevused, mille kohta annavad infot geneetilised parameetrid.

Geneetiliste parameetrite abil saab hinnata selektsioonivõimalikkust ning efektiivsust piima laapumisomaduste parandamisel. Samas tuleb uurida ka laapumisomaduste seost piimatoodangu ja teiste oluliste piima koostisnäitajatega, et vältida selektsiooni tulemusena ebasoodsat mõju neile näitajatele.

Viimase aastakümne jooksul on lehma piima laapumisomaduste geneetilisi parameetreid põhjalikumalt uuritud peamiselt Soomes (Ikonen jt, 2004) ning Itaalias (Cassandro jt, 2008). Need uuringud on näidanud selektsiooniks soodsa geneetilise varieeruvuse olemasolu vastavates lemapopulatsioonides.

Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskuse alamprojekti käigus läbiviidud uuringueesmärkonuuridapiimalaapumisomaduste parandamisvõimalusi geneetilisel teel eesti lemapopulatsioonis. Selleks loodud Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskuse andmebaasi COAGEN[®] katseandmed aastatest 2005 – 2009 on aluseks piima laapumis- ja koostisnäitajate ning piimatoodangu geneetiliste parameetrite hindamisele eesti holsteini tõugu lehmadele esimesel laktatsioonil (Vallas jt, 2010).

Metoodika

Jõudluskontrollis olevate lehmade piimatoodangu, koostis- ja laapumisnäitajate kontroll-lüpsi andmetest moodustati OÜ Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskuse andmebaas COAGEN[®]. Vastavad piimaproovid koguti Jõudluskontrolli Keskuse igakuiste kontroll-lüpside käigus. Jõudluskontrolli Keskuses määrati neist proovidest piima koostisnäitajad ning registreeriti päevane piimatoodang. EMÜ VLI piima kvaliteedi uurimise laboratooriumis määrati lisaks piima pH ning laapumisnäitajad RCT ja E_{30} .

Eesti holsteini tõugu lehmade esimese laktatsiooni 7. – 305. lüpsipäeva andmed koguti aprillist 2005 kuni jaanuarini 2009. Lõplikus andmestikus oli 17577 vaatlust 4191 lehma kohta 73 erinevast karjast üle Eesti. Analüüsitud lehmad olid 274 pulli järglased. Geneetiliseks hindamiseks kasutatud põlvnemisandmetes oli lisaks vaatlusandmetega lehmadele nende kolm põlvkonda esivanemaid, kokku 17185 looma.

Andmeanalüüsiks teisendati somaatiliste rakkude arv skooriks (SRS) Jõudluskontrolli Keskuses kasutataval viisil.

Statistiline analüüs teostati programmiga ASReml.

Tulemused

Päritavus näitab, kui suur osa tunnuse varieeruvusest on tingitud geenide summaarsest toimest ehk sellest osast, mis pärandub järglasele. Tulemused näitasid, et aretuseks soodsa aditiivgeneetilise varieeruvuse osakaal oli suurem just laapumisnäitajatel (Tabel 1), seda eriti kalgendi tugevusel. Lisaks aditiivgeneetilise varieeruvuse osakaalule hinnati ka karja mõjule vastavat osa tunnuse koguvarieeruvuses. Nii laapumisnäitajate kui ka enamiku piimanäitajate puhul oli karja mõju väga väike.

Tabel 1. Piima laapumis- ja koostisnäitajate ning piimatoodangu päritavused ning karja mõjule vastav osa koguvarieeruvuses (sulgudes standardvead).

	E₃₀ (mm)	RCT (min)	Piim (kg)	Rasv %	Valk %	SRS	pH
Päritavus	0.41	0.28	0.15	0.19	0.28	0.05	0.24
	(0.04)	(0.04)	(0.03)	(0.03)	(0.04)	(0.02)	(0.03)
Karja mõju	0.03	0.04	0.25	0.06	0.06	0.03	0.06
	(0.01)	(0.01)	(0.03)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(0.01)

Geneetilised korrelatsioonid näitavad, kui suurel määral on kaks tunnust mõjutatud ühistest geenidest. Kalgendi tugevusel olid nõrgad geneetilised seosed toodangu, valgu- ja rasvasisaldusega (Tabel 2). Positiivne geneetiline seos rasva- ja valgusisaldusega on aretuseks soodne, st tugevama kalgendiga kaasneb ka mõnevõrra suurem rasva- ja valgusisaldus piimas. Piimatoodanguga polnud kalgendi tugevusel küll soodsat geneetilist seost, kuid samas oli see seos küllalt nõrk.

Tabel 2. Piima laapumisnäitajate ning toodangu ja koostisnäitajate vahelised geneetilised korrelatsioonid (sulgudes standardvead).

Tunnus	RCT (min)	Piim (kg)	Rasv %	Valk %	SRS	pH
E₃₀ (mm)	-0.16	-0.29	0.25	0.48	-0.04	-0.06
	(0.09)	(0.11)	(0.09)	(0.07)	(0.15)	(0.09)
RCT (min)		-0.07	-0.10	0.19	-0.06	0.69
		(0.12)	(0.10)	(0.10)	(0.15)	(0.05)

Laapumisajal oli mõõdukalt tugev soodne geneetiline seos vaid piima pH tasemega, seosed ülejäänud näitajatega olid nullilähedased. Seega ei too selektsioon laapumisnäitajate alusel kaasa oluliste piimanäitajate halvenemist. Piimatoodang võib veidi langeda, rasva- ja valgusisaldus aga veidi tõusta.

Materjal ja meetodika

Piimaproovid koguti kolmest Eesti lüpsikarjast. Erinevate antibiootikumide ja manustamisviiside põhjal moodustati neli katsegruppi. Igas katsegrupis oli vähemalt 20 ravijuhtu. Grupid jagunesid järgmiselt:

- 1) beetalaktaamantibiootikume sisaldavate süsteemselt manustatavate ravimitega ravitud loomad;
- 2) beetalaktaamentibiootikume mittesisaldavate süsteemselt manustatavate ravimitega ravitud loomad;
- 3) beetalaktaamantibiootikume sisaldavate intramammaarselt manustatavate ravimitega ravitud loomad;
- 4) beetalaktaamantibiootikume mittesisaldavate intramammaarselt manustatavate ravimitega ravitud loomad.

Proovid koguti 24 tunni möödumisel ravi alustamisest (positiivne kontrollproov) ning ravimi keeluaja lõppemisel. Proovid sügavkülmutati ning transporditi VTL-i. Delvotest (standardtest pidurdusainete määramiseks piimas) viidi läbi VTL-s vastavalt standardiseeritud uurimismetoodikale.

BetaStar (Eestis piimatööstustes enamkasutatav kiirtest antibiootikumijääkide hindamiseks piimas) teostasid projekti läbiviijad vastavalt testi meetoodikale. Delvotesti spetsiifilisust hinnati ravimata loomade piimaproove uurides (30 proovi).

Tulemused

Jääkide määramine kiirtestiga.

BetaStar testi kasutamisel sõltus antibiootikumijääkide tuvastamine kasutatud antibiootikumist. BetaStar kiirtestiga ei ole võimalik tuvastada antibiootikumijääke piimas juhul, kui looma ravitakse mittebeetalaktaamantibiootikumiga, näiteks linkomütsiini, tetratsükliini, neomütsiini või gentamütsiiniga. BetaStar testi tundlikkus ja spetsiifilisus on ära toodud alljärgnevas tabelis.

Tabel 1. BetaStar testi tundlikkus jääkide määramisel nisasisesel ravi järel beetalaktaamantibiootikumidega, proovid kogutud piima kasutamise keeluaja lõpus.

	Delvotest +	Delvotest -	Kokku
BetaStar +	2	3	5
BetaStar -	6	11	17
Kokku	8	14	22

36,3% uuritud proovidest sisaldas piima kasutamise keeluaja lõpus antibiootikumijääke. Testi tundlikkus oli 25 % ning testi spetsiifilisus 79 %. Tulemused näitavad, et BetaStar hindab õigesti 25% proovidest. Seega 75% proovidest, mis sisaldas antibiootikumijääke Delvotestiga määrates, jäi BetaStariga avastamata. Kui proov ei sisaldanud antibiootikumi, siis BetaStar test näitas seda 79% juhtudest õigesti. Kui BetaStari kasutades leitakse positiivne proov, siis on see 40% tõenäosusega õige (positiivne ennustusväärtus), kui aga testi tehes leitakse negatiivne vastus, on see 64.7% tõenäosusega õige (negatiivne ennustusväärtus).

Saadud tulemused vajavad edasist analüüsi suurema rühma loomadega, sest käesolev tulemus kajastab tõsiselt ohtu piimatoodete tarbija tervisele. Piimatööstustes antibiootikumijääkide kiireks määramiseks enamkasutatav BetaStar test ei võimalda oma eripära tõttu avastada mittebeetalaktaamantibiootikumide rühmadesse kuuluvate ainete jääke, mistõttu võime spekuloida, et neid jääke sisaldav piim läheb takistuseta piimatoodete tootmisprotsessi. Lüpsilehmadel kasutatakse mittebeetalaktaame hinnanguliselt samas koguses beetalaktaamidega.

Antibiootikumijäägid piimas pärast piima kasutamise keeluaja lõppu.

Alljärgnev tabel kirjeldab antibiootikumijääke sisaldava piima osakaalu erinevates ravigruppides.

Tabel 2. Antibiootikumijääkide tuvastamine piimast erinevates katsegruppides.

Manustamisviis	1. ravipäev		Keeluaja lõpp	
	BetaStar	Delvotest	BetaStar	Delvotest
	Positiivsete %	Positiivsete %	Positiivsete %	Positiivsete %
Beetalaktaamantibiootikumid süstituna lihastesse (n=35)	100%	94 %	77%	69%
Mittebeetalaktaamantibiootikumid süstituna lihastesse (n=13)	69 %	92.3%	23 %	23 %
Beetalaktaamantibiootikumid nisasse manustatuna (n=22)	66.6%	95.6%	22.7%	36.4%
Mittebeetalaktaamantibiootikumid nisasse manustatuna (n=20)	0%	95%	0%	18.2%

Tulemuste põhjal võib öelda, et keeluaja lõppedes sisaldas piim antibiootikumijääke kõikides katserühmades, olles suurim beetalaktaamantibiootikumide ravirühmades.

Esimese ravipäeva järgselt olid antibiootikumijäägid piimas 91-95% juhtudest, kui määramiseks kasutati Delvotesti.

Arutelu

Pilootuuringu tulemus kinnitab, et piimatööstustes laialdasel kasutatav BetaStar test võimaldab piimast avastada beetalaktaamantibiootikumide (penitsilliinide ja tsefalosporiinide rühm) jääke, mittebeetalaktaamantibiootikumide jäägid jäävad enamikul juhtudel avastamata. Üksikjuhtudel annab BetaStar test positiivse tulemuse ka tetratsükliinijääkide olemasolul. Loomade raviks kasutatud teiste ravimite (mitteantibiootikumide) jääke ei võimalda avastada ei BetaStar ega Delvotest, sest mõlemad on ette nähtud antibiootikumijääkide analüüsiks. Uurimise läbiviijad määrasid BetaStar testiga katseliselt jääke ka mittesteroidsete põletikuvastaste ainetega (NSAID) ravitud looma piimast, testi tulemus oli ootuspäraselt negatiivne.

Mittebeetalaktaamantibiootikume kasutatakse lüpsilehmade erinevate haiguste raviks ravimite müügi statistika andmetele tuginedes enam-vähem samas mahus kui beetalaktaame. Sellest tulenevalt võib spekuloida, et kuna piimatööstustes kasutatakse jääkide määramiseks valdavalt beetalaktaamide avastamiseks mõeldud kiirteste, võivad piimatoodetes siiski sattuda mittebeetalaktaamantibiootikumide kasutamisest tulenevad jäägid, samuti teiste ravimite jäägid, mida kiirtestid ei tuvasta.

Ravijärgne loomsete toiduainete kasutamise keeluaeg peab tagama tarbija ohutuse, keeluaja lõppedes peab ravimijääkide sisaldus loomsetes toiduainetes olema väiksem õigusaktidega kehtestatud jääkide sisalduse piirnormidest (*maximum residue limit*, MRL). Uuringu tulemus näitab, et antibiootikumijääkide püsimine piimas pärast piima kasutamise keeluaja lõppu võib siiski olla tõsine probleem ning mitte sõltuda looma ravinud inimese ebaadekvaatset keeluajast kinnipidamisest, vaid ebapiisavast keeluajast. Uuringus kasutatud jääkide määramise kiirtesti BetaStar töö põhineb spetsiifilise valgulise beetalaktaamretseptori olemasolul, mis seob piimast beetalaktaamaantibiootikumi, seetõttu on tegemist kvalitatiivse testiga ning pole võimalik oletada piimas sisalduva antibiootikumi kogust. Teine kasutatud test Delvotest põhineb testmikroobi inhibeerimisel antibiootikumi poolt, testi

tundlikkuspiir beetalaktaamantibiootikumide puhul on lähedane MRL väärtusele (näiteks testi kloksatsilliini tundlikkuspiir on 20-30 ppm, MRL on 30 ppm). Uuringu tulemus näitab, et BetaStar testiga positiivse tulemuse andnud piimaproov andis 100% juhtudest positiivse tulemuse ka Delvotestiga, st jääkide sisaldus proovides oli MRL väärtusega sarnane või suurem. Seega paljudel juhtudel ei taga ravimi kasutamise järgne keeluaeg ravimijääkide sisaldust piimas alla lubatud piirnormide. Vastavalt Eestis kehtivatele ravimialastele õigusaktidele klassifitseeritakse ebapiisav keeluaeg ravimi kõrvaltoimeks ning sellest tuleks teavitada Raviametit või otse ravimi tootjat. Raviameti andmetel ebapiisava keeluaaja esinemise kohta kõrvaltoimete teatisi viimase 5 aasta jooksul laekunud ei ole.

Kokkuvõte

Uuringu tulemus näitab, et ravimijääkide esinemine toorpiimas võib olla Eestis tõsine probleem. Kindlasti on tarvis teemat järgnevatel aastatel põhjalikumalt uurida, ravimijääkide võimalik sisaldus piimas on ohtlik meie kõigi tervisele ning mõjutab oluliselt ka piimatoodete kvaliteeti.

Kasutatud kirjandus

1. Roger Blowey, Peter Edmondson. Mastitis Control in Dairy Herds. Second edition, lk. 245-247, CABI Publishers, 2010.
2. A.Viltrop. Veteriaarepidemioloogia käsiraamat. EMÜ Kirjastus, 2006.
3. Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EÜ), 6. mai 2009 nr. 470/2009.
4. Komisjoni määrus (EL), 22. detsember 2009 nr. 37/2010.

BIOFILMIDE TEKE JA SELLEGA SEONDUVAD RISKID TOIDUAINETE TÖÖSTUSES

Mati Roasto¹, Marko Breivel², Priit Dreimann³

¹Eesti Maaülikool, Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, toiduhügieeni osakond

²Veterinaar- ja Toiduamet

³AS Rakvere Lihakombinaat

Sissejuhatus

Esimesed kirjalikud allikad, mis viitavad biofilmi avastamisele pärinevad mikroskoobi leiutaja Antonie van Leeuwenhoek'i sulest. Nimelt kirjutas ta aastal 1684 järgmist: "Uuringutele toetudes tegin järelduse, et äädikas, millega ma oma hambaid pesin, tappis üksnes neid "Loomi", mis paiknesid hammaste välimises kesta, kuid ei suutnud läbida kogu kesta". Eeltoodust võime järeldada seda, et kirjutise autor oli avastanud mikroobidepõhise paikse koosluse, mille likvideerimine pinnamaterjalilt (hammastelt) nõudis äädika kasutamisest midagi enam (Agle, 2007). Järgmine, juba palju täpsem, biofilmikirjelduspärinebaastast 1978 jakselle autoriks on John William Costerton, kes kirjeldas biofilmi mikroobidepõhise paikse kooslusena, mis iseloomustub rakkude pöördumatu kinnitumisega aluspinnale ning üksteisele. Järgnevates uuringutes leiti, et paljudel mikroobidel on võime kinnituda erinevatele pindadele, paljuneda seal ja moodustada mikrokolooniaid ning produtseerida põhiliselt eksopolüsahhariididest ja glükoproteiinidest koosnevat ainemassi, mis kaitseb biofilmi koosluses olevaid mikroorganisme ebasoodsate väliskeskkonna tegurite eest (Costerton *et al.*, 1994). Võttes kokku biofilmi käsitleva terminoloogia võime öelda, et paljudel bakteri liikidel on võime kinnituda erinevatele pindadele ja seepärast esineb neid paljudes ökosüsteemides, nad kasvavad kõigest vähese vee ja toitainete abil ja moodustavad pindadele kihi, mida nimetatakse biofilmiks. Mikroobide omadust moodustada biofilm võib pidada nende ellujäämisstrateegiaks, mille abil nad optimeerivad saadaval olevate toitainete kasutuse (Donlan ja Costerton, 2002). Kuivadele

pindadele biofilmid ei teki, seetõttu on täiendatud biofilmi olemuse kirjeldamist faktiga, et mikroorganismidel on just märgadel pindadel võime moodustada rakkude agregate, kasvada mikrokolooniatena ja produtseerida biofilmi (Chmielewski and Frank, 2003).

Toiduainete tootmisel omab biofilmide teke ja sellega seonduvad probleemid suurt mõju eelkõige ettevõtte tootmishügieenile, seeläbi toiduohutusele ning toiduainete säilivusaegadele. Biofilmid võivad tekkida töötlemisseadmete, -inventari ja toidu pindadele. Biofilmi moodustavad rakud on sageli resistentsed desinfitseerimisel kasutatavatele ainetele millest tingituna patogeensed ja riknemist põhjustavad bakterid võivad koristusjärgselt ellu jääda ja põhjustada toodete saastumist (Agle, 2007).

Biofilmide teke toiduainete tööstuses

Biofilmi moodustumine algab, kui mikroob kinnitub pinnale. Bakterite pindadele kinnitumine iseenesest ei tarvitse veel olla piisav biofilmi moodustamiseks, kuid tegemist on biofilmi tekke kõige esimese ja olulisema etapiga. Mikroobide pindadele kinnitumist soodustab orgaanilise ja anorgaanilise mustuse olemasolu pinnal, mis sõltuvalt toiduainete tööstuse olemusest on sageli paratamatu nähtus. Mikroobirakkude pöördumatu kinnitumine tähendab seda, et tavapärane tootmispindade veega loputamine ei suuda biofilmi täielikult pindadelt eemaldada. Toiduainete tööstuses võivad biofilmid põhjustada mikroobide suuremat vastupanuvõimet pesemis- ja desinfitseerimisprotseduuridele ja ainetele ning põhjustada toodete saastumist. Biofilmid ei põhjusta probleeme mitte üksnes hügieeniga seonduvalt vaid torustikes tekkinuna põhjustavad nad ummistusi ja energiakadusid nt. kondensaatorites, veeringlussüsteemides ja tööstusseadmete jahutus-süsteemides (Wirtanen *et al.*, 2003). Bakteritel on võime kinnituda pindadele ka vedelike turbulentses vooluses. Tootmishügieeni seisukohalt tähendab eeltoodu seda, et biofilmid on võimelised tekkima erinevates CIP (*Clean in Place*) e. suletud voolusüsteemides k.a. joogivesüsteemides. Juhtudel, kus ettevõttel puuduvad võimalused CIP-süsteemi adekvaatseks läbi pesemiseks ja

desinfitseerimiseks võib biofilmide teke põhjustada väga suuri rahalisi kulutusi nt. tingida kogu CIP-süsteemi välja vahetamise. Joogivesüsteemide biofilmiprobleemid on nähtavad vee kvaliteedi järk-järgulise alanemisega ilma, et mingit reaalselt veekvaliteedi alanemist tingivat põhjust oleks võimalik määrata. Uurimistöödega on leitud, et bakterid on võimelised koloniseerima nii siledaid kui karedaid pindasid. Biofilmid tekivad kiiremini hüdrofoobsetele mittepolaarsetele pindadele (nt. plastik) ja aeglasemalt hüdrofiilsetele pindadele (nt. klaas või metall). Veekeskkonnas asetsevad materjalid ja tootmispinnad on mõjutatud vastava keskkonna polümeeridest, mis suurendab oluliselt bakterite kinnitumise määra ja ulatust (Donlan, 2002). Lõplikult moodustunud biofilm on viskooselastne ning ilma mehaanilise energia rakendamiseta väga raskesti tootmispindadelt eemaldatav (Donlan ja Costerton, 2002). Biofilmide esinemine toiduainete tööstuse tootmispindadel teeb toiduohutuse lähtekohast igapäevase kõrgel tasemel sanitatsiooni läbiviimise eriti oluliseks. Biofilmi teke tootmispindadele on järk-järguline, mis algab üksikute rakkude pindadele kleepumisega ning väikesel hulgal eksopolüsahhariidide tootmisega. Esimene faas on pöörduv e. bakterid on pindadelt kergesti eemaldatavad. Biofilmi arenedes tekib juurde üha uusi bakterite mikrokolooniaid, biofilmi maatriksisse tekivad veekanalid ja muutub bakterirakkude füsioloogia. Selles staadiumis on pindade adekvaatse loputamisega võimalik bakterirakke veel edukalt eemaldada, kuid biofilmi edasise arengu võimaldamisel tekivad biofilmis dipooldipool, vesinik, ioon ja kovalentsed sidemed; toimub rakkude nn. pöördumatu kinnitumine pinnale, mistõttu tavapesuga ei ole enam võimalik bakterirakke pindadelt eemaldada (Watnick ja Kolter, 2000). Biofilmi moodustumist soodustavad pinnamaterjali kahjustused nt. kriimustused, mikropraod ja muud vigastused ning anorgaaniliste ja orgaaniliste jääkide olemasolu. Sellest tulenevalt on toiduainetööstuses kasutatavate seadmete ja ehitusmaterjalide omadustel väga suur tähtsus. Biofilmi maatriks kaitseb mikroobe puhastus- ja desinfitseerimisainete ja isegi kuumtöötlemise kahjulike mõjude eest. Mikroobe on leitud isegi desinfitseerimisainete lahustes. Näiteks on kloorheksidiini segud olnud saastunud *Pseudomonas* spp. bakteritega. *Pseudomonas*

spp. on leitud ka kontsentreeritud joodilahuses. Eluvõimelisi *Serratia marcescens* rakke on leitud 2%-ses kloorheksidiini lahuses 27. kuud pärast mainitud bakteriliigi desolahusesse inokuleerimist. Mikroobidega saastumist on leitud ka aldehüüdide, kvaternaarse ühendite ja amfotensiidide lahustes. Desinfitseerimisainete lahustest on isoleeritud jägnevaid mikroobide liike: *Alcaligenes faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Flavobacterium meningosepticum* ja *Pantoea agglomerans*. Uurimistöödega on leitud, et toiduainete riknemist põhjustavad *Pseudomonas* spp. esindajad on vastupidavad klooriga töötlemisele ning võivad pärast desinfitseerimisainega töötlemist säilitada paljunemisvõime. Isegi suurem kloorikogus (2,0 mg/l) ei hävitanud biofilmis pesitsevat *Escherichia coli*'t. Klaasist materjali pinnal kasvanud kapsliga ümbritsetud *Klebsiella pneumoniae* osutas 150-kordset vastupanuvõimet kloori suhtes võrrelduna patogeeni vegetatiivsete vormidega. Metall- ja süsinikpindadel on vastavad vastupanuvõimed vastavalt 2400- ja 3000-kordsed (Wirtanen *et al.*, 2003). Paljud desinfitseerimisained ei ole võimelised läbima biofilmi polüsahhariididest ja glükoproteiinidest koosnevat maatriksit, mistõttu sanitatsiooni teostamisel ei eemaldata kogu biofilmi ning selles esinevaid bakterirakke, mis omakorda suurendab toodete/seadmete (re)kontaminatsiooni riski.

Biofilmide ennetamine

Pinnamaterjali kvaliteet ja omadused on biofilmi tekkeks kõige olulisemad, seepärast on tööstustes biofilmi tekke ennetamiseks pinnamaterjalide omadused, nagu näiteks siledus ja seisukord, võimalikud praod ning nn. pimedad nurgad, eriti olulised. Seadmetel olevad tihendid on üks tähtsamaid biofilmi moodustamise kohti. Tihenditele koguneb kergesti mustust ja toitaineid, mis soodustavad biofilmi moodustumist. Kumm ei ole kunagi küllalt sile, et takistada biofilmi teket. Tihendite korrasolekut on vaja regulaarselt jälgida ning nende kvaliteedi alanedes tuleb nad välja vahetada uute vastu. Tihendite ja teatud materjalist sulgurite välja vahetamine peab olema regulaarne ning selgelt kirjutatud ka ettevõtte enesekontrolli programmi dokumentidesse. Biofilm kaitseb mikroobe puhastus- ja desinfitseerimisainete ja isegi kuumtöötlemise eest. Toiduainetööstuse on seega elutähtsad füüsiline, keemiline ja mikrobioloogiline puhtus. Toidutööstuses on pesu- ja desinfitseerimise ainete valikut mõjutavateks teguriteks pesuvahendi efektiivsus, ohutus, loputamise lihtsus. Pesuvahend ei või vigastada ega korrodeerida pinda ega mõjutada toote sensoorseid omadusi. Biofilmi eemaldamine pindadelt on oluline seadmete hoolduse seisukohast, sest allesjäänud jäägid on toitaineks uute biofilmide moodustumisele. Biosaastumise vältimiseks on parim puhastada seadmeid sagedasti ja regulaarsete intervallide järel kasutades sobivaid efektiivseid puhastusprotseduure lõigates sellega ära võimaluse biofilmi arenguks (Wirtanen *et al.*, 2003). Desinfitseerimisaine valikul tuleb lähtuda seadme materjalist ja kinnitunud mikroobi liikidest. Desinfitseerimisainete toime efektiivsus väheneb oluliselt tema kokku puutumisel biofilmi polüsahhariididest ja glükoproteiinidest koosneva maatriksiga, mis igapäevases elus tähendab seda, et desinfitseerimisaine ei suuda hävitada kõiki tootmispindadel paiknevaid mikroobe. Analooone olukord esineb juhtudel, kus desinfitseeritakse liigniiskeid pindasid, mistõttu desinfitseerimisaine efektiivne kontsentratsioon saab lahjendatud juba enne seda, kui see puutub kokku pindadel paiknevate mikroobidega. Mõlemal eelkirjeldatud juhul on tagajärjeks püsiv saastumise oht. Biofilmide ennetamiseks on

igapäevaselt vaja rangelt järgida ettevõtte koristusjuhendeid, pesu- ja desinfitseerimisainete kasutusjuhendeid, määrata kindlaks ettevõtte tootmishügieeni kriitilised punktid ja täiendavalt õigetele temperatuuridele ning keemilisele energiale rakendada vajadusel ka mehaanilist energiat e. teatud seadmete ja pindade harjamist.

Biofilmi määramise meetodid

Hoolimata arvukatest katsetest töötada välja usaldusväärsed kontrollimeetodid toiduainetetööstusele praktiliseks hügieenitaseme hindamiseks, pole see veel senini täiel määral õnnestunud. Konventsionaalset tamponiproovi protseduuri seadmete pinnalt proovi võtmiseks tuleks modifitseerida, näiteks hindamise momendil pinnale allesjäänud biofilmi rakkude vabastamist teatud keemiliste ühenditega, mis ei kahjusta bakterirakke ja mille toime on suunatud eeskätt biofilmi maatriksi lõhustamisele. Biofilmi olemasolu kindlaks tegemiseks on olemas ka keemilised meetodid, mis põhinevad spetsiifiliste ühendite (nt. orgaaniline süsinik, hapnik, polüsahhariidid ja valgud) kasutamisel ja produtseerimisel või mikrobioloogilise aktiivsuse kindlaks tegemisel. Adenosiintrifosfaadi (ATP, raku energiaallikas) koguse mõõtmine on võimalik bioluminestsents meetodiga, mis põhineb lutsiferiin-lutsiferaas reaktsioonil. Biofilmi ATP sisaldus on proportsionaalne biofilmi elusate bakterirakkude arvuga ja annab infot nende ainevahetuslikust aktiivsusest. Biofilmi määramiseks kasutatakse mitmeid tehnikaid ja meetodeid, mis on väga informatiivsed tööriistad biofilmide ja tootmishügieeni teaduslikuks uurimiseks, kuid limiteeritud potentsiaaliga tööstuslikes tingimustes kasutamiseks. Siia kuuluvad eelkõige erinevad mikroskopeerimise tehnikad nagu epifluorestsents mikroskoopia, skaneeriv elektronmikroskoopia, transmissioonelektronmikroskoopia, konfokaalmikroskoopia.

Biofilmi ennetamine ja elimineerimine

Toiduainete tööstustes, eriti tööstuslikes protsessides leidub mikrobioloogiliste probleemide põhjus tavaliselt halvasti teostatud seadme- ja protsessi planeerimises. Probleemide vältimiseks

peab tööstuse või selle osa planeerimisel järgima tõestatud töötavaid ja üldiselt aktsepteeritud tehnilisi lahendusi. Näiteks on üldteada, et kasutades seadmetel ümardatud nurkasid ja siledaid ühenduskohti, on nende puhastamine oluliselt kergendatud. Vahendite ühenduskohtadesse kuhjub kergesti mustust ja toitaineid, mis hõlbustab mikroobide kinnitumist ja biofilmi teket. Kummimaterjali kvaliteeti ja seisundit tuleb regulaarselt hoolikalt jälgida, et kahjustatud ühenduskohad ja tihendid ei oleks bakteritele potentsiaalseteks kasvukohtadeks. Biofilmi teke on selge viide teostatavate toimingute talitlushäirest ja sellega seonduvalt rakendatavad vastumeetmed ja meetodid peaks olema suunatud eelkõige põhjuste, mitte tagajärgede eemaldamiseks. Biofilmiga seonduvaid nähtusi on kergem ennetada kui tagajärgi likvideerida. Ennetamiseks tuleb rakendada tootmisprotsessile sobivaid materjale ja üldehituslikke lahendusi. Seadmehügieeniga käib kaasa ka ruumilahenduste arvesse võtmine kogu ettevõtte planeerimisel. Hügieeniprintsiipidest lähtuvalt võib öelda, et seade ei ole võimeline töötama parimal võimalikul viisil, kui see on installeeritud nii, et selle puhastamine on tülikas ja esineb saastumise risk. Protsessi planeerimise oluline etapp on ka sobilike puhastamismeetodite määratlemine, mille alla kuuluvad nii puhastuskavad ja –meetodid, töövahendid, puhastus- ja desinfitseerimise seadmed, kemikaalid jms. Suurt tähelepanu tuleb osutada ka ettevõttes kasutatavale vee, auru ja abimaterjalide kvaliteedile, sest nende nõuetele mitte vastavuste korral rikutakse kogu protsess, mis tavapäraselt toimib vastavalt headele hügieeni ja tootmistavadele. Puhastus- ja desinfitseerimisvahendid mõjuvad kordades paremini pindadele mitte kinnitunud bakteritesse võrreldes biofilmi maatriksiga seotud bakterirakkudega. Mikroobe hävitav toime keemilises desinfitseerimises on eelkõige desinfitseerimisvahendi toimeainest, kasutatava lahuse kontsentratsioonist, töölahuse temperatuurist, toimeajast, töölahuse pH-st, vee karedusest, mustuse tüübist ja hulgast, pinna materialist ja olemasolevatest mikroobidest. Desinfitseerimisvahend peab kokku sobima nii puhastusprotsessi kui kasutusel olevate pinnamaterjalidega. Desinfitseerimisvahenditena kasutatakse tänapäeval sagedamini peräädikhapet, kvaternaarseid ammooniumkloriidiühendeid

(kvatid), kloori sisaldavaid ühendeid (naatrium- ja kaltsiumhüpoklorit), alkohole, jodofoore ja happelisi ühendeid. Kõige paremat biofilmide vastast toimet avaldab eeltoodustest peräädikhape. Peräädikhappe eelisteks on: biofilme läbimisvõime, piisava tihedusega vahu moodustamine, lai toimetemperatuuri vahemik, vähene korrosioon, lai toimespekter, fosfaatide vaba e. keskkonna sõbralikkus, orgaanilise mustuse taluvus, vesilahuste lõhnatus jne. Sõltuvalt töödeldavast tootest tuleb meeles pidada, et desinfitseerimisvahenditel pole alati bakterite eoseid hävitavat efekti. Desinfitseerimisainete valmis töölahuste korduvkasutamine on reeglina keelatud, sest sellel puudub desinfitseeriv toime ja seega soodustatakse resistentsete mikroorganismide ja biofilmide teket. Juhtudel, kus esineb probleeme teatud kindlate patogeenidega, tuleb kindlustada, et kasutatavad vahendid on nende suhtes ka piisava efektiivsusega.

Kokkuvõtteks esitame loetelu kohtadest, mis toiduainete tööstustes kõige sagedamini seonduvad biofilmide tekke ja probleemidega, nendeks on: põranda trapid ja heitvee ärajuhtimise teed, seadmete ühendusklaambrid, tsisternide põhjad, tihendid, konveierite lindid, korrodeerunud metallpinnad, CIP-süsteemide klapid ja kraanid, reservuaarpaagid, seadmetekatted, soolveepritsid, tenderisaatorid, õhukäitlemise süsteemid (nt. vahetamata filtrid) ja pakkemasinad. Biofilmide vastane võitlus peab olema pidev, sest juba tekkinud biofilme on väga raske eemaldada. Seega tuleb toiduainete tööstuses põhitähelepanu osutada ennetavatele meetmetele, mida artiklis ka põgusalt käsitleti. Biofilm ei ole abstraktne vaid igapäevaselt ettevõtte tootmishügieeni mõjutav nähtus mistõttu tuleb ettevõtte koristusega seonduvad lahendused planeerida nii, et oleks arvestatud potentsiaalse biofilmi tekke ja selle kohese likvideerimisega.

Kasutatud kirjandus

- Agle, M.E. 2007. Biofilms in the Food Industry. In: Hans P. Blaschek, Hua H. Wang and Meredith E. Agle (Editors). Biofilms in the Food Environment. Blackwell Publishing, p. 3-17.
- Chmielewski, R.A.N., Frank, J.F. 2003. Biofilm formation and control in food processing facilities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* Vol 2, 22-32.
- Costerton, J.W., Lewandowski, Z., de Beer, D., Caldwell, D., Korber, D., James, G. 1994. Biofilms, the customized microniche: a minireview. *Journal of Bacteriology*, 176, 2137-2142.
- Donlan, R.M. 2002. Biofilms: Microbial life on surfaces. *Emerging Infectious Diseases*, 8(9), 881-890.
- Donlan, R.M., Costerton, J.W. 2002. Biofilms: Survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clinical Microbiology Review*, 15(2), 167-193.
- Watnick, P., Kolter, R. 2000. Biofilm, city of microbes. *Journal of Bacteriology* 182(10), 2675-2679.
- Wirtanen, G., Storgaerds, E, Mattila-Sandholm, T. 2003. Biofilms. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Caballero, B., Trugo, L. & Finglas, P. (eds). London: Academic Press. lk. 484-489. ISBN: 0-12-227055-X.

TERVE LOOM
JA **TERVISLIK**
TOIT