

TERVE LOOM JA TERVISLIK TOIT

Konverentsi „Terve loom ja tervislik toit 2015“ korraldustoimkond: Riho Gross, Ülle Jaakma, Piret Kalmus, Marko Kass, Liis Käosaar, Katrin Laikoja, Evelin Espenberg

Kogumiku toimetaja: Marko Kass
Toimetuskolleegium: Birgit Aasmäe, Hanno Jaakson, Allan Kaasik, Helgi Kaldmäe, Piret Kalmus, Avo Karus, Marko Kass, Heli Kiiman, Katrin Laikoja, Aleksander Lember, Ragnar Leming, Toomas Orro, Annemari Polikarpus, Mati Roasto, Andres Valdmann

Kaane kujundus ja küljendus Publicon OÜ
Trükikoda Paar OÜ
© Eesti Maaülikool
ISBN 978-9949-536-75-7

Konverentsi „Terve loom ja tervislik toit 2015“ kogumik

Tartu 2015

LÜPSIKIIRUSE JA KARJASPÜSIVUSE SEOS EESTI HOLSTEINI JA EESTI PUNAST TÕUGU LEHMADEL

ALO TÄNAVOTS*^{1,2}, TANEL KAART^{1,2}, HELI KIIMAN^{1,2}, ELLI PÄRNA^{1,2}, DENIS PRETTO², MARI LIIVA^{1,2}, HALDJA VIINALASS^{1,2}

¹ Tervisliku Piima Biotehnoloogia Arenduskeskus OÜ

F. R. Kreutzwaldi 1, 51014 Tartu;

² Eesti Maaülikool, veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut, loomageneetika ja tõuaretuse osakond, F. R. Kreutzwaldi 62, 51014 Tartu

*alo.tanavots@emu.ee

Sissejuhatus

Lehmade karjaspüsivus ehk pikaerialsus on oluline tunnus, mis mõjutab kogu piimatootmissektori kasumlikkust. Piimakarja võib tinglikult jagada kaheks: piimatootmis- ja taastootmiskari. Sealjuures on need üksused teineteisega seotud, kus taastootmiskarja suurus sõltub põhikarja asendamiseks vajalike lehmade arvust, mis omakorda on seotud praakimise intensiivsusega põhikarjas (Pritchard jt., 2013). Fetrow jt. (2006) defineerivad praakimist kui lehmade väljaminekut karjast müügi, tapmise, realiseerimise või surma tõttu.

Lehmade karjaspüsivuse pikenedes väheneb vajadus täiskasvanud lehmade asenduseks kasutatavate noorloomade järele, mistõttu vähenevad karja taastootmiskulud. Suurema toodanguga pikaerialsetelt lehmadel saab rohkem järglasi, keda hiljem on võimalik kasutada karja täiendamiseks ning seeläbi teha tõhusamat valikut (Pritchard jt., 2013). Suureneb ka karja keskmine piimatoodang, kuna enamuse lehma praagitakse madala toodangu tõttu ning suureneb ka vanemate lehmade arv, kes lüpsavad rohkem piima kui noored lehmad (Allaire ja Gibson, 1992; VanRaden ja Wiggans, 1995). Viimastel aastatel on täheldatud, et lehmade karjaspüsivuse kestus on vähenenud (Hare jt., 2006; Miller jt., 2008). Kirjanduse andmetel on põhilisteks lehmade praakimise põhjusteks „vigastus“, „sigimisprobleemid“, „madal toodang“, „udara vead“ ja „mastiit“ (Van Vleck ja Norman, 1972; Bascom ja Young, 1998; Milian-Suazo jt., 1988; Hadley jt., 2006; Pinedo jt., 2014). Jõudluskontrolli Keskuse andmetel oli 2013. aastal eesti holsteini ja eesti punast tõugu lehmade peamisteks praakimise põhjusteks „udarahaigused ja vead“ (vastavalt 20,0% ja 22,6%), „sigimisprobleemid“ (18,9% ja 19,9%) ning „jäsemete haigused ja vead“ (16,6% ja 15,4%); kõikide lüpsilehmade keskmiseks vanuseks oli 5,4 aastat (Jõudluskontrolli Keskus, 2014).

Kaasaegsete lüpsifarmide majanduslikku kasumlikkust mõjutavad erinevad lüpsstavusega seotud tunnused (Boettcher jt., 1998), millest üks olulisemaid on lehmade lüpsi kestus, mis mõjutab nii lüpsiplatsi kui ka automaatse lüpsiseadme kasutamise efektiivsust (Carlström jt., 2013; Edwards jt., 2014). Kuna lüpsi kestus sõltub lehma individuaalsest piimatoodangust, siis on nende lüpsstavust õigem hinnata piima kuivaine (rasva ja valgu) läbivoolu kilodes minuti jooksul ehk lüpsikiiruse alusel.

Maailmas on piimaveiste aretuses lüpsikiirust hinnatud juba pikka aega, kasutades selleks erinevaid meetodikaid (Berry jt., 2013): subjektiivsetest lineaarset hindamist (Cassandro jt., 1999; Sorensen jt., 2000) ning objektiivsetest meetoditest stopperiga mõõtmist (Rogers ja Spencer, 1991; Boettcher jt., 1997) ja spetsiaalset elektroonilist piimavoolumeetrit (Bagnato jt., 1998; Dodenhoff jt., 1999). Kaasaegsed lüpsisüsteemid võimaldavad registreerida erinevaid lüpsimisega seotud näitajaid, mida on võimalik kasutada lehmade hindamiseks. Üheks selliseks tunnuseks on lüpsikiirus, mida on defineeritud kui lehma võimet lühikese aja jooksul täielikult ära anda udara näärmekoes toodetud piima (Dodenhoff jt., 1999; Ordloff, 2001). Lehmade lüpsikiirus mõjutab lüpsiseadme kasutuse efektiivsust, lüpsmisele kuluvat energia-, amortisatsiooni- ja tööjõukulu (Sölkner ja Fuerst, 2002; Sewalem jt., 2010). Samuti on täheldatud, et kiiremini lüpsvatel lehmadel on kõrge somaatiliste rakkude skoor (Rupp ja Boichard, 1999) ja suureneb ka mastiidi esinemise tõenäosus (Zwald jt., 2006). Eelnevast lähtuvalt soovib Rahvusvaheline Jõudluskontrolli Komitee lüpsikiirust käsitleda optimaalse tasemega tunnuseksena (ICAR, 2012).

Veiste geneetilisel hindamisel pööratakse sageli enam tähelepanu piimatoodanguga seotud tunnustele, seevastu karja taastootmise ja lehmade karjaspüsivusega seotud näitajad on jäänud tahaplaanile (Pritchard jt., 2013). Samuti on pälvinud vähem tähelepanu piimatoodangu näitajate ja karjaspüsivuse vahelised seosed. Ehkki lüpsikiirust saab käsitleda kui majanduslikku tähtsust omavat tunnust, pole seda Eestis varem registreeritud. Antud töö eesmärgiks oli uurida eesti holsteini ja eesti punase tõugu lehmade elektrooniliselt registreeritud lüpsikiiruse (kg/min) seoseid nende karjaspüsivuse ja praakimise põhjustega.

Materjal ja meetodika

Jõudluskontrolli Keskuse andmebaasi päringu andmestik sisaldas andmeid 949 eesti punase (EPK) ja 13 220 eesti holsteini (EHF) tõugu lehmade

esimese laktatsiooni lüpsikiiruste kohta, kes pärinesid vastavalt ühest ja 33 ettevõttest ning mõlemad tõud olid esindatud 21 karjas. Perioodil 2010. aasta juulist kuni 2014. aasta maini praagiti kokku 2584 lehma, kellest 128 olid EPK ja 2456 EHF tõugu. Praagitud lehmade osakaal moodustas kogu valimist EPK ja EHF tõugudel vastavalt 13,5% ja 18,6% ning nende keskmine vanus mõlemal tõul oli 3,6 aastat (tabel 1). Karjaspüsivuse kestuse puhul peab aga arvestama, et vaadeldava perioodi pikkus oli neli aastat, mis näitab, et enamus praakimistest leidis aset kahe- kuni viieaastaste lehmade hulgas (tabel 2). Kuna lüpsikiirust registreeritakse esimese laktatsiooni alguses (60–90 päeva), siis puuduvad andmestikus andmed lehmade varajase praakimise kohta. Praagitud ja karjas olevate lehmade piimajõudlus oli mõlemal tõul suhteliselt sarnane (tabel 1).

Tabel 1. Eesti punast (EPK) ja eesti holsteini (EHF) tõugu praagitud ja karjas olevate lehmade üldisloomustus

Näitaja	Arv	Keskmine iga, aastat	Elueatoodang		
			piim, kg	rasv, kg	valk, kg
<i>Praagitud lehmad</i>	2584	3,6	12 239	491	414
EPK	128	3,6	13 478	558	471
EHF	2456	3,6	12 175	487	412
<i>Karjas olevad lehmad</i>	11 585	3,7	12 257	480	410
EPK	821	3,8	13 969	560	481
EHF	10 764	3,7	12 127	474	405

Tabel 2. Eesti punast (EPK) ja eesti holsteini (EHF) tõugu lehmade vanuseline struktuur praakimisel

Vanus, aastat	EPK	%	EHF	%	Kokku	%
2–3	30	23,4	562	22,9	592	22,9
3–4	58	45,3	1227	50,0	1285	49,7
4–5	35	27,3	594	24,2	629	24,3
5–6	4	3,1	72	2,9	76	2,9
6–7	1	0,8	1	0,0	2	0,1

Antud töö viidi läbi Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskuse (BioCC) projekti 1.1 raames, mille eesmärgiks oli lüpsikiiruse andme- hõive väljatöötamine ja selle tunnuse geneetilise hindamise meetodika välja töötamine. Lüpsikiiruse andmed edastati Jõudluskontrolli Keskusele loomaomanike poolt elektrooniliselt, kasutades selleks veebipõhist rakendust Vissuke. Esimese laktatsiooni lehmade lüpsikiirus mõõdeti lüpsiseadmete (DeLaval VMS ja Lely Astronaut lüpsirobotid ja DeLaval lüpsiplatsid) abil 60–90 päeva vahemikus kuna esimese laktatsiooni kolmandaks kuuks on lehma udar juba välja arenenud ja välised tegurid pole veel udara tervisele negatiivset mõju avaldanud. Lüpsirobotite andmetest kasutati 24 tunni ning lüpsiplatsi korral seitsme päeva keskmist lüpsikiirust, mille pikem vahemik viimasel juhul aitab vähendada võimalikke registreerimisel tekkida võivaid, seadmest (näit nisakannude alt kukkumine) või lüpsjast (näit valed lüpsivõt- ted), põhjustatud vigu.

Lüpsikiiruse andmed korrigeeriti, eemaldades ekstreemsed väärtused ning analüüsis kasutati lüpsikiiruseid, mis jäid vahemikku 0,5–5,9 kg/min. Uurimaks lüpsikiiruse seost pikaajalisusega, jagati lüpsikiiruse arvvaartused kolme klassi: alla 1,5 kg/min; 1,5–3,5 kg/min ja üle 3,5 kg/min. EPK ja EHF tõugu lehmade keskmist lüpsikiirust võrreldi t-testiga. Selgitamaks lüpsikiiruse ja tõu mõju lehmade elulemusele kasutati Kaplani-Meieri kõvera ja Coxi võrdeliste riskide mudeli analüüsi statistikapaketiga R.

Tulemused ja arutelu

Fetrow jt (2006) eristavad praakimise põhjuseid bioloogiliste ehk „sunnitud“ ja majanduslike karjast väljaminekutena. Sunnitult praagitakse selliseid lehmaid, kel pole enam tootlikku tulevikku (haige, tõsine trauma, aher jne). Majanduslikel põhjustel praakimise otsus tehakse aga sel juhul kui lehma asendamine on majanduslikult kasulik (madal toodang jne).

Kuna EPK tõugu praagitud lehmade arv oli väike, siis ei anna joonis 1a usaldusväärset ülevaadet üksikute praakimise põhjuste ja lüpsikiiruse vahelisest seosest. Küll aga näitab tabel 3 ja joonis 1a, et enamus praagitutest EPK lehmadest läksid karjast välja bioloogilistel (sunnitud) põhjustel (78,9%), olles 8,4% väiksem kui EHF lehmadel (joonised 1a ja 1b). Seevastu majanduslikel põhjustel praagitud lehmadest läksid karjast välja peaaegu poole võrra rohkem EPK lehmaid kui EHF tõugu, vastavalt 15,6% ja 8,4%. Suure erinevuse põhjuseks oli eelkõige EPK lehmade suur praakimiste osakaal madala toodangu tõttu (13,3% vs 6,8%) (joonised 1a ja 1b).

Tabel 3. Eesti punast (EPK) ja eesti holsteini (EHF) tõugu lehmade praakimise põhjuste jagunemine

Näitaja	Põhjused, %			kokku
	bioloogilised	majanduslikud	muud	
<i>Praagitud lehmadest</i>	86,8	8,7	4,5	100
EPK (n=128)	78,9	15,6	5,5	100
EHF (n=2456)	87,3	8,4	4,4	100
<i>Kõikidest lehmadest</i>	15,8	1,6	0,8	18,2
EPK (n=949)	10,6	2,1	0,7	13,5
EHF (n=13 220)	16,2	1,6	0,8	18,6

Põhilisteks praakimise põhjusteks nii EPK kui ka EHF tõul olid „sigimisprobleemid“ (vastavalt 20,3% ja 17,6%) ja „mastiit“ (vastavalt 11,7% ja 14,9%) (joonised 1a ja 1b). Mõlemal tõul oli üheks suuremaks karjast väljamineku põhjuseks ka „jäsemete haigused ja traumad“, mis moodustas kogu praakimiste arvust EPK tõul 15,7% ning EHF lehmadel oli see veelgi kõrgem – 21,9%. EHF tõugu lehmadel on üks enamlevinud praakimise põhjus ka „ainevahetushaigused“ (8,6%), mis viitab sellele, et suurema piimatoodangu tõttu tuleb enam tähelepanu pöörata nende söötmisele. Antud tulemused ühtivad osaliselt kirjanduse andmetega, kus Pinedo jt. (2014) leidsid džörsi ja holsteini tõugu lehmade ning nende ristanud enamlevinud karjast väljamineku põhjusteks „madal toodang“ (19,4% praakimistest), „surm“ (17,5%), „mastiit“ (13,1%), „vigastus-haigus“ (10,4%) ja „muu põhjus“ (7,5%). Hadley jt. (2006) andmetel olid levinumaks lehmade karjast väljamineku põhjuseks aga „vigastus/muu“, millele järgnesid „sigimine“ ja „madal toodang“. Kahe varasema USA-s läbi viidud uuringu (Van Vleck ja Norman, 1972; Milian-Suazo jt, 1988) põhjal olid enamesinenud praakimise põhjused „madal toodang, „sigimise“ ja „udara vead“. Samas Bascomi ja Youngi (1998) uuring tõi peamise praakimise põhjustena välja „sigimise“, millele järgnesid „madal toodang“ ja „mastiit“. Hiljutine piimakarja parandamise programmi raames toimunud põhjalik analüüs USA-s aga näitas, et lehmad praagiti enamasti „surma“ tõttu, millele järgnesid põhjustena „sigimine“, „vigastused/muu“, „madal toodang“ ja „mastiit“ (Pinedo jt., 2010).

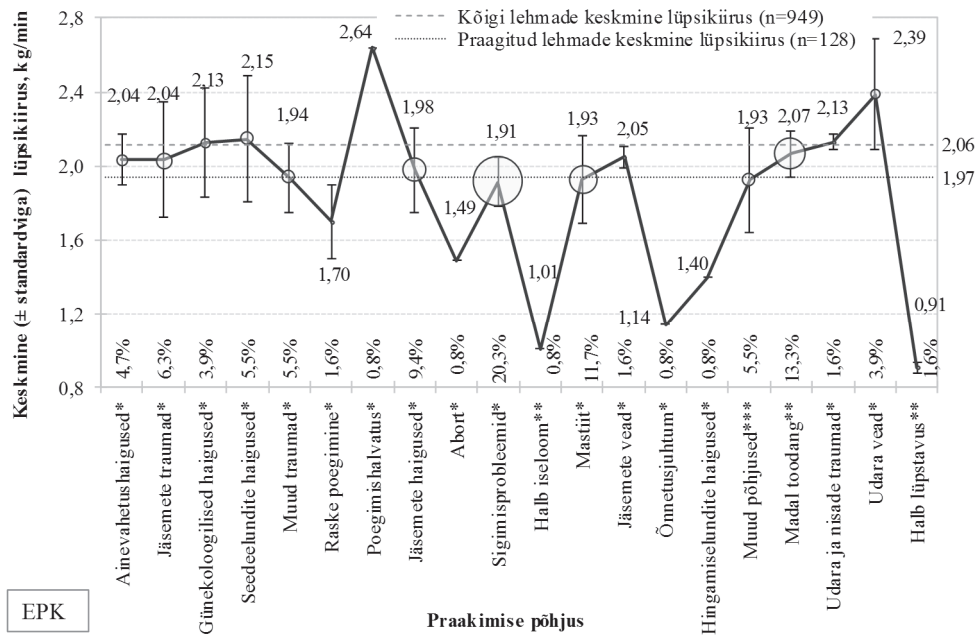
EHF tõugu lehmade keskmine lüpsikiirus (keskmine±standardhälve: 2,15±0,77 kg/min) oli oluliselt suurem kui EPK tõul (2,06±0,67 kg/min; p<0,001). Samas oli ka lüpsikiiruse varieeruvus EHF tõugu lehmadel veidi suurem kui EPK tõul. Mõlemal tõul osutus keskmine lüpsikiirus madalamaks praagitud lehmadel, olles EPK tõugu praagitud lehmadel 1,97±0,692 kg/min

ja kõikidel lehmadel 2,06±0,670 kg/min (p=0,151) ning EHF tõugu lehmadel vastavalt 2,02±0,735 kg/min ja 2,15±0,771 kg/min (p<0,001; joonised 1a ja 1b).

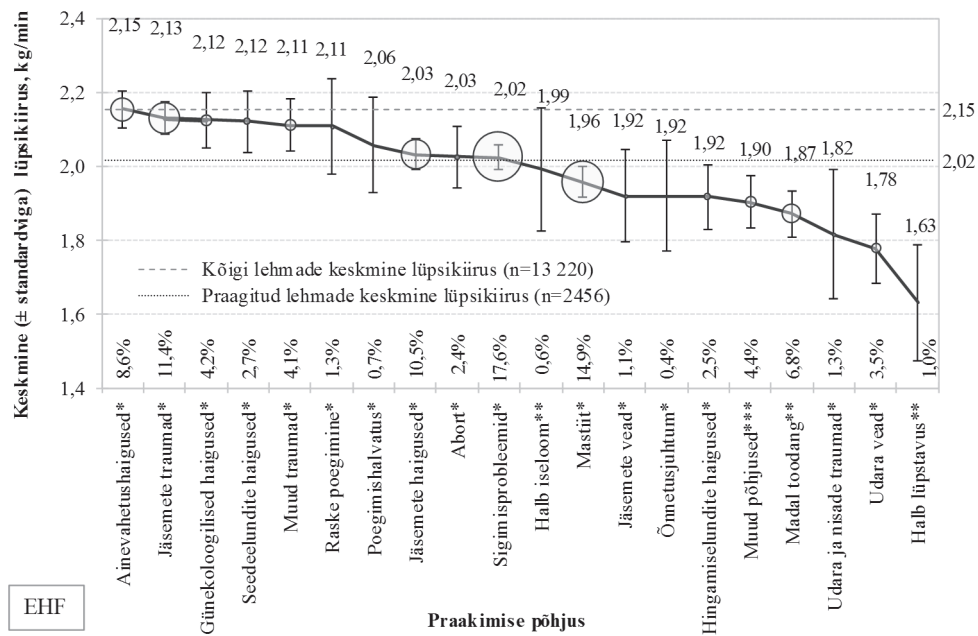
EPK ja EHF tõugu lehmadel leiti väikseim keskmine lüpsikiirus lehmadel, kelle praakimise põhjusena oli toodud halb lüpsstavus (vastavalt 0,91 ja 1,63 kg/min) (joonised 1a ja 1b). EHF tõul oli tagasihoidlik lüpsikiirus (1,78–1,87 kg/min) ka sellistel lehmadel, kelle praakimispõhjused olid seotud udara ja nisade probleemide (4,8%) ning madala toodanguga (6,8%) (joonis 1b). Sewalem jt. (2004) väitsid, et Kanada lüpsilehmade praakimise otsuse tegemisel olid udara tunnused tähtsusetult teiseks põhjuseks. Pösö ja Mäntysaari (1996) leidsid, et 34,8% soome äärsiri tõugu lehmadest praagiti udara-probleemide tõttu.

Ehkki Zwald jt. (2006) väitsid, et suurema lüpsikiirusega lehmadel tõuseb ka mastiidi esinemise tõenäosus, siis antud töös leiti, et mastiidi tõttu prakeeritud lehmadel oli lüpsikiirus nii EPK kui ka EHF tõul keskmisel tasemel (vastavalt 1,93 ja 1,96 kg/min). EPK ja EHF tõugu lehmade praakimispõhjustest oli „mastiit“ teisel kohal, vastavalt 11,7% ja 14,9%. Rootsisis olid udarahaigused ja kõrge somaatiliste rakkude arv 2001. aastal teiseks levinumaks karjast välja mineku põhjuseks, moodustades 24% praagitud lehmade arvust (Carlén jt., 2005). De Vliegheer jt. (2005) töid oma uurimuses välja, et 10% noortest lehmadest praagiti udaratervise probleemide tõttu.

Suurema keskmise lüpsikiirusega (≥2,02 kg/min) EHF tõugu lehmade peamised praakimise põhjused olid seotud ainevahetus- ja sigimisprobleemidega, millise seose esinemise põhjuseks võis olla see, et intensiivsem piima teke udaras mõjutab oluliselt ka muid lehma füsioloogilisi protsesse.

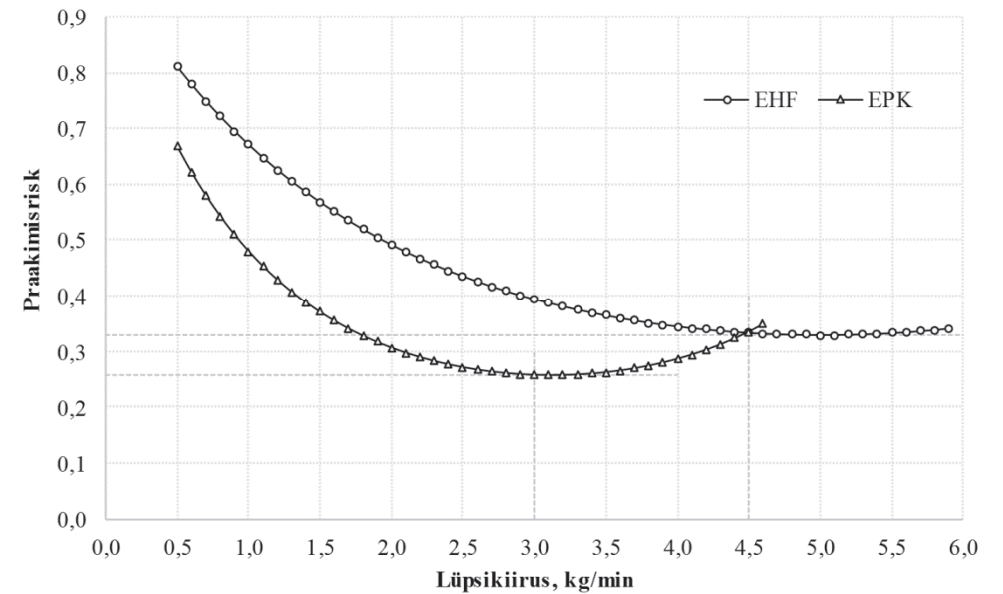


Joonis 1a. Lüpsikiiruse ja praakimispõhjuste seos eesti punast (EPK) tõugu lehmadel (* – bioloogilised e „sunnitud“; ** – majanduslikud; *** – muud põhjused)



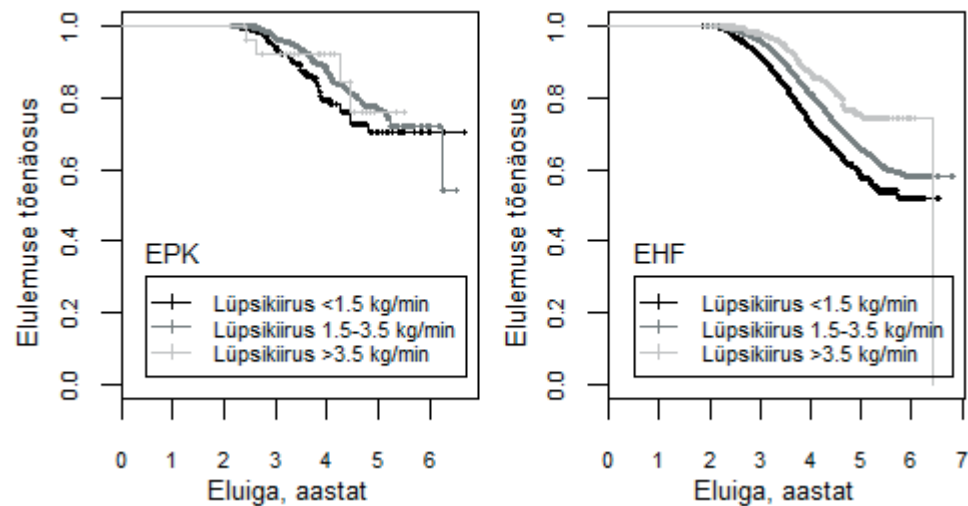
Joonis 1b. Lüpsikiiruse ja praakimispõhjuste seos eesti holsteini (EHF) tõugu lehmadel (* – bioloogilised e „sunnitud“; ** – majanduslikud; *** – muud põhjused)

Joonisel 2 on näha mittelineaarse seose olemasolu EHF ja EPK tõugu lehmadel lüpsikiiruse ja pikaalalise vahel. Mõlemal tõul vähenes esialgu lehmade praakimise risk lüpsikiiruse suurenedes, kuid selle edaspidisel kasvamisel hakkas ka tõusma risk lehmade karjast välja minemisele. Kõige väiksema tõenäosusega (26%) praagiti karjast selliseid EPK tõugu lehma, kelle lüpsikiirus oli 2,5–3,5 kg/min ning EHF tõust (33%) 4,5–5,5 kg/min lüpsvaid lehma. Norra punasekirjut tõugu lehmade keskmiseks lüpsikiiruseks soovitakse saavutada 3,0 l/min praeguse 2,45 l/min asemel (Bigseth, 2013). EPK tõugu lehmade praakimise tõenäosus kasvas järsult kui nende keskmine lüpsikiirus oli suurem kui 3,5 kg/min. Seevastu EHF tõugu lehmade praakimisrisk jäi keskmise lüpsikiiruse tõustes samale tasemele. Ka Sewalem jt. (2010) leidsid, et holsteini, äärširi ja džörsi tõul oli praakimise tõenäosus kõige suurem just madala lüpsikiirusega lehmadel. Subjektiivselt hinnatud väga madala lüpsikiiruse puhul oli see holsteini tõugu lehmadel 36%, äärširi tõul 33% ja džörsil 28% kõrgem kui keskmise lüpsikiirusega lehmadel. Samuti leidsid nad, et väga suure lüpsikiirusega lehmadel oli veidi kõrgem praakimise risk (holstein 11%, ääršir 13% ja džörsi 15%) võrreldes keskmise lüpsikiirusega lehmadel. Seevastu subjektiivse hinnanguga „kiire“ lehmadel oli pikem funktsionaalne pikaalalise kui keskmise lüpsikiirusega lehmadel.



Joonis 2. Praakimise tõenäosuse ja lüpsikiiruse seos eesti punast (EPK) ja eesti holsteini (EHF) tõugu lehmadel

Eelnevaid tulemusi kinnitab ka joonis 3, kus keskmise lüpsikiirusega (1,5–3,5 kg/min) EPK tõugu lehmad püsisid karjas suurema tõenäosusega kui väikese lüpsikiirusega lehmad (<1,5 kg/min). Kuna üle 3,5 kg/min lüpsivate lehmade arv oli EPK tõul väike, siis ei saa järeldusi teha nende lehmade pikaalisuse kohta. Seevastu üle 3,5 kg/min lüpsivate EHF tõugu lehmade karjaspüsivuse tõenäosus oli suurem kui väikese või keskmise lüpsikiirusega lehmadel. Kõige suurema tõenäosusega praagitakse karjast aga väikese lüpsikiirusega (<1,5 kg/min) EPK ja EHF tõugu lehmad.



Joonis 3. Karjas püsivuse kestuse tõenäosus olenevalt lüpsikiiruse klassist eesti punast (EPK) ja eesti holsteini (EHF) tõugu lehmadel

Järeldused

Karjaspüsivuse analüüs näitas praakimise põhjuste ja pikaalisuse seost keskmise lüpsikiirusega eesti punast ja eesti holsteini tõugu veistel. Praakimise põhjustest olid madala lüpsikiirusega seotud eelkõige udaraprobleemid, halb lüpsstavus ja madal toodang, mis viitab lüpsikiiruse seotusele udara tunnustega. Optimaalseks keskmiseks lüpsikiiruseks, kus praakimisrisk oli kõige madalam, oli EPK tõugu lehmadel 2,5–3,5 kg/min ja EHF tõugu lehmadel 4,5–5,5 kg/min. EHF tõugu lehmade karjaspüsivuse tõenäosus oli kõrgeim keskmisel lüpsikiirusel üle 3,5 kg/min, väikseim aga mõlemal tõul lüpsikiirusel alla 1,5 kg/min. Kuna lüpsikiiruse ja pikaalisuse näol on tege-

mist oluliste tunnustega, siis tuleb edaspidi uurida nende geneetilisi seoseid teiste majanduslikult tähtsate tunnustega.

Tänuavaldused

Uurimistöö viidi läbi OÜ Tervisliku Piima Biotehnoloogiate Arenduskeskuse poolt projekti EU30002, Haridus- ja Teadusministeeriumi institutsionaalse uurimistoetuse IUT8-1 ja Sihtasutus Eesti Teadusfond ERMOS Postdoctoral Research Grant (ERMOS104) abil. Autorid avaldavad tänu loomakasvatajatele, kes lehmade lüpsikiiruse andmeid edastasid.

Kasutatud kirjandus

- Allaire, F.R., J.P. Gibson. 1992. Genetic value of herd life adjusted for milk production. *J. Dairy Sci.*, 75:1349–1356.
- Bagnato, A., A. Rossoni, C. Maltecca, D. Vigo, S. Ghiroldi, 1998. Milk emission curves in different parities in Italian Brown Swiss cattle. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2:46–48.
- Bascom, S.S., A.J. Young. 1998. A summary of the reasons why farmers cull cows. *J. Dairy Sci.*, 81:2299–2305.
- Berry, D.P., J. Coyne, B. Coughlan, M. Burke, J. McCarthy, B. Enright, A.R. Cromie, S. McParland. 2013. Genetics of milking characteristics in dairy cows. *Animal.*, 7:1750–1758.
- Bigseth, S. 2013. Breeding robot cows. *Geno Bulletin.*, 1:10.
- Boettcher, P.J., J.C.M. Dekkers, B.W. Kolstad. 1997. Udder Health Index for Sire Selection Based on Somatic Cell Score, Udder Conformation, and Milking Speed. *GIFT Workshop Uppsala. Interbull Bull.*, 15:98–105.
- Boettcher, P.J., J.C.M. Dekkers, B.W. Kolstad. 1998. Development of an udder health index for sire selection based on somatic cell score, udder conformation and milking speed. *J. Dairy Sci.*, 81:1157–1168.
- Carlén, E., M. del P. Schneider, E. Strandberg. 2005. Comparison between linear models and survival analysis for genetic evaluation of clinical mastitis in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 88:797–803.
- Carlström, C., G., Pettersson, K., Johansson, E., Strandberg, H., Stålhammar, Philipsson, J. 2013. Feasibility of using milkability data from commercial automatic milking systems for genetic analysis. *J. Dairy Sci.*, 96:5324–5332.
- Cassandro, M., L. Gallo, P. Carnier, N. Penzo, G. Bittante, 1999. Collecting functional traits in dairy herds: overview of a program currently running in Italy. *GIFT Workshop Wageningen. Session 2. Breeding Value Prediction. Interbull Bull.*, 23:123–130.

- De Vlieghe, S., H.W. Barkema, G. Opsomer, A. de Kruif, L. Duchateau. 2005. Association between somatic cell count in early lactation and culling of dairy heifers using Cox frailty models. *J. Dairy Sci.*, 88:560–568.
- Dodenhoff, J., D. Sprengel, J. Duda, L. Dempfle. 1999. Potential use parameters of the milk flow curve for genetic evaluation of milkability. GIFT workshop Wageningen. Session 2. Breeding Value Prediction. *Interbull Bull.*, 23:131–141.
- Edwards, J.P., J.G. Jago, N. Lopez-Villalobos. 2014. Analysis of milking characteristics in New Zealand dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 97:259–269.
- Fetrow, J., K.V. Nordlund, H.D. Norman. 2006. Invited review: Culling: Nomenclature, definitions, and recommendations. *J. Dairy Sci.*, 89:1896–1905.
- Hadley, G.L., C.A. Wolf, S.B. Harsh. 2006. Dairy cattle culling patterns, explanations, and implications. *J. Dairy Sci.*, 89:2286–2296.
- Hare, E., H.D. Norman, J.R. Wright. 2006. Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States. *J. Dairy Sci.*, 89:3713–3720.
- ICAR. 2012. International agreement of recording practices. International Committee for Animal Recording (ICAR). 580 pp.
- Jõudluskontrolli Keskus. 2014. Eesti jõudluskontrolli aastaraamat 2013. Jõudluskontrolli Keskus. 52 lk.
- Milian-Suazo, F., H.N. Erb, R.D. Smith. 1988. Descriptive epidemiology of culling in dairy cows from 34 herds in New York State. *Prev. Vet. Med.*, 6:243–251.
- Miller, R.H., M.T. Kuhn, H.D. Norman, J.R. Wright. 2008. Death losses for lactating cows in herds enrolled in dairy herd improvement test plans. *J. Dairy Sci.*, 91:3710–3715.
- Ordloff, D. 2001. Introduction of electronics into milking technology. *Computer and electronics in agriculture*, 30:125–149.
- Pinedo, P.J., A. Daniels, J. Shumaker, A. De Vries. 2014. Dynamics of culling for Jersey, Holstein, and Jersey × Holstein crossbred cows in large multibreed dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 97:2886–2895.
- Pinedo, P.J., A. De Vries, D.W. Webb. 2010. Dynamics of culling risk with disposal codes reported by DHI dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 93:2250–2261.
- Pösö, J., E.A. Mäntysaari. 1996. Relationships between clinical mastitis, somatic cell score, and production for the first three lactations of Finnish Ayrshire. *J. Dairy Sci.*, 79:1284–1291.
- Pritchard, T., M. Coffey, R. Mrode, E. Wall. 2013. Understanding the Genetics of Survival in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 96:3296–3309.
- Rogers, G.W., B. Spencer. 1991. Relationship among udder and teat morphology and milking characteristics. *J. Dairy Sci.*, 74:4189–4194.
- Rupp, R., D. Boichard. 1999. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, production, udder type traits, and milking ease in first lactation Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 82:2198–2204.
- Sewalem, A., G.J. Kistemaker, F. Miglior, B.J. Van Doormaal. 2004. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Canadian Holsteins using a Weibull proportional hazards model. *J. Dairy Sci.*, 87:3938–3946.
- Sewalem, A., F. Miglior, G.J. Kistemaker. 2010. Analysis of the relationship between workability traits and functional longevity in Canadian dairy breeds. *J. Dairy Sci.*, 93:4359–4365.
- Sorensen, M.K., P. Berg, J. Jensen, L.G. Christensen. 2000. Udder conformation and mastitis resistance in Danish first-lactation cows: heritability, genetic and environmental correlations. *Acta Agric. Scand. A.*, 50:72–82.
- Sölkner, J., C. Fuerst. 2002. Breeding for functional traits in high yielding dairy cows. *Proc. 7th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.*, Montpellier, France., 29:107–114.
- Zwald, N.R., K.A. Weigel, Y.M. Chang, R.D. Welper, J.S. Clay. 2006. Genetic analysis of clinical mastitis data from onfarm management software using threshold models. *J. Dairy Sci.*, 89:330–336.
- VanRaden, P.M., G.R. Wiggans. 1995. Productive life evaluations: Calculation, accuracy, and economic value. *J. Dairy Sci.*, 78:631–638.
- Van Vleck, L.D., H.D. Norman. 1972. Association of type traits with reasons for disposal. *J. Dairy Sci.*, 55:1698–1705.