

LEHMVASIKATE KASVATAMINE SÜNDIMISEST SEEMENDAMISENI

Signe Lehtsalu, Tanel Kaart, Heli Kiiman

Eesti Maaülikool, Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

ABSTRACT. *Rearing female dairy calves from birth to first insemination. Dairy calf and heifer management practices throughout the rearing process have an impact on the longevity of a dairy cow and the herd economy as a whole. Short rearing periods are desirable primarily from economic and genetic standpoints. Dairy calf growth rate is an indicator of the effectiveness of farm management. The aim of the present study was to assess the female dairy calf weight gain from birth to first artificial insemination on a production farm. Experimental data for this investigation were obtained from Halinga OÜ and Agroland SYD OÜ. The data included the birth weights of 67 and body weights of 55 Estonian Holstein female dairy calves from birth to on an average 763 days (determined using a tape measure once every 1.5 months). The statistical analyses of the data revealed that the average birth weight of a dairy calves was 36.3 kg. The birth weight of dairy calf did not have a statistically significant effect on the average daily gain. The average growth rate from birth to the first artificial insemination was 545 grams, thereby in the first year 684 and in the second year 384 grams. At the first insemination the average age of heifers was 22.7 months and body weight 414 kg. On an average the test bulls' daughters were artificially inseminated 28 days earlier and at 26 kg lower body weight, compared with the daughters of the proven bulls.*

Keywords: *female dairy calf, dairy farm, birth weight, body weight*

Sissejuhatus

Sünnist kuni täiskasvanuks saamiseni toimuvad vasika organismis olulised anatoomilised ja füsioloogilised muutused, mis mõjutavad looma kogu edasist elukäiku ning tema kasumlikkust omanikule. Puudulikult arenenud lehmvasikast ei saa kunagi lehma, kes oma piimajõudluse geneetilist potentsiaali täielikult ära kasutaks. Vajakajäämised vasikakasvatusevõtetes põhjustavad vasikate suuremat haigustele vastuvõtlikkust ning esmapoegimisvanuse ja üleskasvatuskulude suurenemist. Tagasisidet vasikakasvatuse programmi (pidamisviisi ja -tingimuste, söötmise ning haiguste ennetamise) efektiivsusest farmis on võimalik saada vasikate massi-iivete põhjal.

Tootmisfarmides ei pöörata lehmvasikate perioodilisele kaalumisele kuigipalju tähelepanu, seetõttu ei teata ka vasikate täpseid massi-iibeid. Katsefarmidest saadud tulemused ei pruugi olla kohaldatavad tootmisfarmidele, sest sageli on suuri erinevusi karjade majandamises, veterinaarteenistuses ja majanduslike otsuste langetamises. Käesoleva uurimistö eesmärgiks oli jälgida tootmisfarmis lehmvasikate kasvu sünnimisest esmakordse

seemendamiseni, hinnata ööpäevaseid massi-iibeid ning uurida nende sõltuvust vasikate vanemaist ja seoseid vasikate tiinestumisega.

Võtmesõnad: *vasikas, piimafarm, massi-iive.*

Materjal ja meetodika

Andmed. Uuring viidi läbi Pärnu maakonnas Halinga vallas paiknevates põllumajandusettevõtetes Halinga OÜ ja Agroland SYD OÜ. Ettevõtete tegevuseks oli eesti holsteini tõugu veiste piimakarjakasvatamine. Kahe ettevõtte peale kokku oli neli lüpsifarmi. Lüpsifarmid olid lõaspidamisega ja lehmad olid aastaringtsel laudaspidamisel. Seisuga 5. detsember 2005. aasta oli Halinga OÜ-s 364 ja Agroland OÜ-s 800 holsteini tõugu lüpsilehma.

Kõigis lüpsifarmides paigutati sündinud vasikad esmalt vasikakuutidesse või individuaalaedikutesse, millest liikumine noorkarjalauta toimus vastavalt võimalustele. Noorkari oli vabapidamisel eraldi noorkarjalaudas. Vasikate esimese 6 kuu söödaratsioon nägi vanuses 1–30 päeva ette 6 kg täispiima, vanuses 21–60 päeva 0,5 kg ning vanuses 61–180 päeva 1,5 kg vasikate segasööta „Starter”, vanuses 31–90 päeva 6 kg vadakul põhinevat piimaasendajat „Kalvolact” ning vanuses 31–180 päeva 0,075 kg vitamiiniseeritud ja mikroelementidega rikastatud mineraalsööta päevas, hein, silo ja joogivesi olid vabalt ees alates teisest elukuust. Võõrutamisvanuseks oli keskmiselt 90. elupäev. Üle 6 kuu vanustel vasikatel oli vabalt ees silo ja hein, samuti oli vabalt saadaval joogivesi ja mineraalsööt.

Uurimistöö aluseks olevad andmed koguti 67-lt holsteini tõugu lehmvasikalt, kes sündisid 2005. aasta septembris ja oktoobris neljas erinevas laudas. Vasikatest neli praagiti esimese elukuu jooksul, ülejäänud viidi keskmiselt 64 päeva vanuselt noorkarjalauta. Seemendamiseni püsis karjas 55 vasikat.

Lehmvasikate sünnimass ja edasised massi-iibe arvutamise aluseks olnud kehamassid määrati mõõdulindiga. Mõõtmised toimusid keskmiselt 45-päevaste vahedega kuni keskmiselt 763 päeva vanuseni (minimaalselt 645, maksimaalselt 857 päeva vanuseni). Viimane mõõtmine toimus 31.01.2008. Individuaalsete juurdekasvude modelleerimisel ja analüüsid kasutati üksnes seemendamiseni karjas püsinud vasikate kehamasse. Kokku sisaldas vasikate kehamasside andmebaas 67 vasika hinnangulisi sünnimasse ja 55 seemendamiseni karjas püsinud vasika 933 edasise mõõtmise tulemusi. Lisaks fikseeriti andmed lehmvasikate vanemate, nende aretusväärtuste, ema vanuse ja vasika seemenduste kohta.

Statistiline analüüs. Lehmvasikate kasvu modelleeriti kahekordse logistilise regressioonimudeli abil kujul

$$y_i(t) = y_{1,i} + \frac{(y_{2,i} - y_{1,i})}{2} \times \left\{ \frac{1}{1 + \exp[(d_{1,i} - t)/s_{1,i}]} + \frac{1}{1 + \exp[(d_{2,i} - t)/s_{2,i}]} \right\} + \varepsilon_i(t),$$

kus $y_i(t)$ on i . vasika kehamass vanuses t , $y_{1,i}$, $y_{2,i}$, $d_{1,i}$, $s_{1,i}$, $d_{2,i}$ ja $s_{2,i}$ on vasikale i vastavad mudeli parameetrid ning $\varepsilon_i(t)$ on erinevus i . vasika tegeliku ja mudeli alusel prognoositud kehamassi vahel vanuses t . Mudeli parameetrid $y_{1,i}$ ja $y_{2,i}$ määravad ära kehamasside alumise ja ülemise piiri, $d_{1,i}$ ja $d_{2,i}$ vastavad esimese ja teise kasvuperioodi keskpunktile (vanusele, millal kasv on kõige kiirem) ning $s_{1,i}$ ja $s_{2,i}$ iseloomustavad juurdekasvu kiirust vastavalt esimesel ja teisel kasvuperioodil (mida 0-st erinevam, seda aeglasem kasv). Kirjeldatud mudeli alusel hinnati seemendatud vasikate kehamassid 60, 460 ja 550 päeva (ligikaudu 2, 15 ja 18 kuu) vanuses ning esimesel seemendamisel, lisaks leiti kuuppolünoomi abil vasikate hinnanguline vanus 380 kg kehamassi saavutamise päeval.

Sünnifarmi mõju vasikate sünnimassile ja juurdekasvu kiirusele testiti dispersioonanalüüsiga. Test- ja hinnatud pullide tütarde sünnimasse, juurdekasvu iseloomustavaid parameetreid ja esmaseemendusvanuseid võrreldi t -testiga, tiinestuvuse erinevust testiti Fisheri täpse testiga ja seemenduste arvu erinevust Wilcoxon'i testiga. Esimesel seemendusel tiinestunud ja mitte tiinestunud vasikate sünnimasse, juurdekasvu iseloomustavaid parameetreid ja esmaseemendusvanuseid võrreldi t -testiga. Vasikate vanemate aretusväärtuste ja emade vanuste seoseid vasikate sünnimassi, juurdekasvu iseloomustavate parameetrite ja esmaseemendusvanustega uuriti korrelatsioonanalüüsi abil.

Vasikate juurdekasvu modelleerimine ning seoste ja erinevuste statistilise olulisuse testimine viidi läbi statistikapaketis SAS, joonised konstrueeriti tabelarvutussüsteemis MS Excel.

$$y(t) = \frac{(627,2 - 0)}{2} \times \left\{ \frac{1}{1 + \exp[(155,1 - t)/89,1]} + \frac{1}{1 + \exp[(745,9 - t)/72,1]} \right\}.$$

Mudeli, millele vastab paks valge joon joonisel 2, parameetrid näitavad, et vasikate kasvamine võib jagada kaheks perioodiks, kusjuures kasvukiirus on maksimumne vanustes 155 ja 746 päeva ning juurdekasv teisel, seemendamisele eelneval ja järgneval kasvuperioodil on kiirem, võrreldes esimesel eluaastal toimuva kasvuga. Veelgi selgemalt on kasvukiiruse dünaamika näha jooniselt 3, kus on esitatud keskmine ööpäevane juurdekasv vanuses 0–750 päeva. Esimesel eluaastal on keskmine ööpäevane juurdekasv 684 g (tabel 1). Peale maksimumse kasvukiiruse (keskmiselt 881 g ööp-1) saavutamist keskmiselt 155. päevaks vasikate ööpäevane juurdekasv vähenes, jõudes miinimumini (keskmiselt 187 g ööp-1) 460. päevaks. Ööpäevase juurdekasvu uus

Katsetulemused ja arutelu

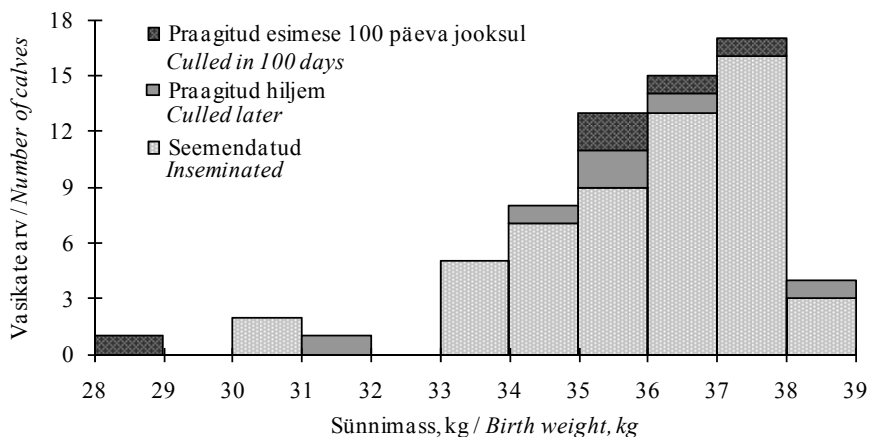
Vasikate sünnimass ja juurdekasv. Vasikate jaotumine sünnimassi alusel on kujutatud joonisel 1 ja olulisemad arvarakteristikud on ära toodud tabelis 1. Enamuse vasikate sünnimass jääb 33 kg ja 39 kg vahele, mis Jõudluskontrolli Keskuse klassifikatsiooni (Jõudluskontrolli Keskus, 2008a) kohaselt vastab keskmisele sünnimassile. Väiksemate sünnimassidega vasikatest 29 kg ja 32 kg kaalunud vasikad praagiti, aga kaks sündimisel 31 kg kaalunud vasikat kasvasid normaalselt suureks, seemendati ja jäid ka tiineks. Vasikate keskmine sünnimass antud uuringus oli 36,3 kg, mis on väiksem, kui mitmes viimastel aastatel ilmunud holsteini tõugu lehmade uuringus raporteeritud vastav näitaja. Näiteks Coffey jt. (2006) said oma Suurbritannias läbi viidud uuringus vasikate keskmiseks sünnimassiks 43,4 kg, Bayram ja Aksakal (2009) Türgis mahefarmis teostatud uuringus 41,3 kg.

Vasikate juurdekasvu modelleerimise tulemused on kujutatud joonisel 2. Kuigi üksikute vasikate kasvukõver hõlbib loomulikust S-laadsest kõverast, on see tingitud nende suurest kehamassist 400–500 päeva vanuses, millele hiljem enam sedavõrd suurt kehamassi muutust ei järgnenud; seemendusaegse kehamassi prognoosimisel andsid just need kõverad parima kooskõla seemendusele eelneval ja järgneval kaalumisel saadud kehamassidega. Kasutatud mudeli sobivust vasikate juurdekasvu modelleerimiseks näitab ka mudeliga prognoositud kehamasside ja tegelike kehamasside vahelist sarnasust mõõtev mitmene korrelatsioonikordaja, mille väärtus oli kogu andmestiku kohta 0,99 ning jäi üksikute vasikate kaupa arvutades vahemikku 0,98–1,00; mudeli standardviga ehk prognoosijääkide standardhälve oli kogu andmestiku kohta 12,3 kg ning varieerus vasikatel vahemikus 4,7–25,2 kg.

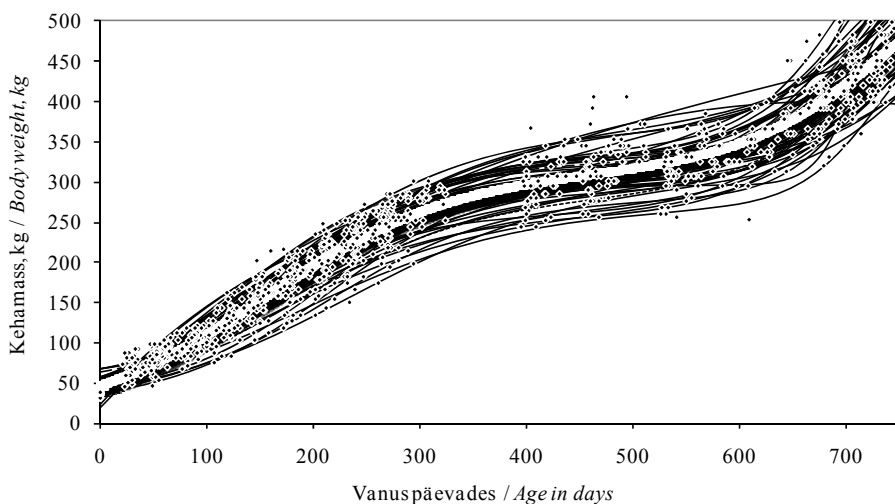
Vasikate keskmine kehamass vanuses t on hinnatav mudelist

tõus tipnes keskmiselt 746. päeva vanuses keskmiselt 1092-grammise kehamassi suurenemisega ööpäevas. Keskmine ööpäevane juurdekasv teisel eluaastal kuni esimese seemenduseni keskmiselt 693 päeva vanuses oli 384 g ööp-1.

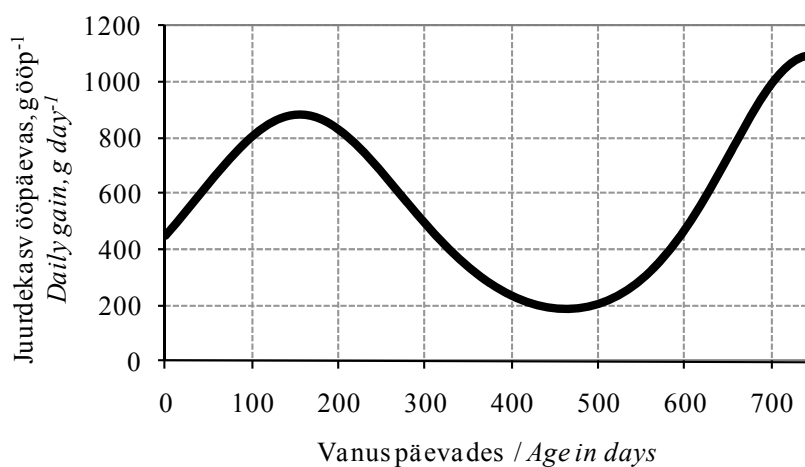
Keskmine ööpäevane juurdekasv sünnist esmaseemenduseni oli antud uuringus 545 g ööp-1 (tabel 1). Keskmine kehamass 460 ja 550 päeva (15 ja 18 kuu) vanuses oli vastavalt 307,5 ja 324,4 kg ning keskmine vanus 380 kg saavutamisel 620,4 päeva. Esimene seemendus toimus keskmiselt 693 päeva (22,7 kuu) vanuselt, millal mullikad kaalusid keskmiselt 414,0 kg, ning tiinestav seemendus keskmiselt 721 päeva (23,6 kuu) vanuselt, millal mullikad kaalusid keskmiselt 448,0 kg.



Joonis 1. Uuritud vasikate jagunemine sünnimassi järgi.
Figure 1. Distribution of calves by birth weight.



Joonis 2. Vasikate mõõdetud kehamassid ja modelleeritud individuaalsed juurdekasvud (analüüsist on välja jäetud 12 praagitud vasika andmed). Paksu valge joonega on tähistatud vasikate keskmine kasvukõver.
Figure 2. Body weights and modelled individual growth curves of studied calves. Bold white line marks the average growth curve.



Joonis 3. Vasikate keskmine ööpäevane juurdekasv (g ööp^{-1}), leitud vasikate keskmise kasvukõvera alusel.
Figure 3. The average daily gain of calves (g day^{-1}), found on the basis of the average growth curve.

Tabel 1. Vasikate sündimassi ($n = 67$) ning juurdekasvu iseloomustavate parameetrite ja seemendusvanuse ($n = 55$) olulisemad arvkarakteristikud.**Table 1.** Descriptive statistics of calves' birth weight ($n = 67$), weight gain parameters and insemination age ($n = 55$).

	Keskmine	Mediaan	Standard- hälve	Miimum	Maksimum
	<i>Average</i>	<i>Median</i>	<i>Standard deviation</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
Sünnimass, kg <i>Birth weight, kg</i>	36,3	37,0	2,0	28	39
Juurdekasv ööpäevas esmaseemenduseni, g ööp-1 <i>Daily gain from birth to first insemination, g day-1</i>	545	539	47	442	654
sh. esimesel eluaastal <i>including the first year</i>	684	685	69	537	806
teisel eluaastal kuni esmaseemenduseni <i>the second year</i>	384	389	94	181	594
Vanus 380 kg saavutamisel, päeva <i>Age at 380 kg, days</i>	620,4	620,4	50,5	519,5	730,7
Kehamass 460 päevaselt, kg <i>Body weight at the age of 460 days, kg</i>	307,5	306,8	26,7	252,5	360,2
Kehamass 550 päevaselt, kg <i>Body weight at the age of 550 days, kg</i>	324,4	321,7	29,1	264,4	393,1
Kehamass esmaseemendusel, kg <i>Body weight at the first insemination, kg</i>	414,0	408,5	40,5	341,9	527,2
Kehamass tiinestaval seemendusel, kg <i>Body weight at the last successful insemination, kg</i>	448,0	428,3	68,7	341,9	764,6
Esmaseemendusvanus, päeva <i>Age at the first insemination, days</i>	692,7	696,0	40,8	598	775
Vanus tiinestaval seemendusel, päeva <i>Age at the last successful insemination, days</i>	721,0	716,0	64,9	598	1016

Heinrichs ja Losinger (1998) leidsid ameerika holsteini tõugu mullikate juurdekasvu uurimuses keskmiseks 380 kg saavutamise vanuseks 441 päeva (14,5 kuud); keskmine kehamass 14,5 ja 15,5 kuu vanuselt oli vastavalt 380,7 kg ja 409,3 kg ning 17,5 ja 18,5 kuu vanuselt vastavalt 443,7 kg ja 458,2 kg. Pettersson jt. (2001) leidsid oma uurimistöös, et Rootsi piimafarmides oli vasikate keskmine kehamass 15 kuu (460 päeva) vanuselt 301,7 kg ja 18 kuu (550 päeva) vanuselt 336,3 kg; keskmine esmaseemendusvanus oli 16 kuud, mis on pool aastat varem, kui antud uuringus. Foldager ja Sejrson (1991), kelle Taani piimaveiste baasil läbi viidud uurimistöös oli mullikate keskmine vanus 380 kg saavutamisel 620,8 päeva ehk 20 kuud, näitasid, et kõrge söötmistase ning selle tulemusena suured ööpäevased massi-iibed peale suguküpsuse saavutamist ja tiinuse ajal annavad tulemuseks suurema kehamassi poegimisel ning suurenenud piimatoodangu. Svensson ja Hultgren (2008) leidsid oma Rootsi piimakarja kohta käivas uurimistöös, et mida suurem on mullikate ööpäevane massi-iive võõrutusest esmaseemenduseni, seda suurem on ka edasine piimatoodang, samas omab esmapoegimisaegne ülekaal (kõrge toitumushinne) toodangule negatiivset mõju. Sarnaselt mitmetele teistele uuringutele (Hoffman, *et al.*, 1996; Mäntysaari, *et al.*, 2002), leidsid ka Svensson ja Hultgren (2008), et esmapoegimisiga on piimatoodanguga positiivselt seotud – mida vanem on lehm esmakordsel poegimisel, seda madalam on tema energiavajadus edasiseks juurdekasvuks ning seda suurem on toodang. Poegides 32 kuu vanuselt, võrreldes ≤ 26 kuu vanusega, on esimese laktatsiooni piimatoodang peaaegu 1000 kg võrra suurem. Teisalt seostub kõrge esmapoegimisvanus lühema tootliku eluea ja väiksema eluea piima kogutoodanguga (Lin *et al.*, 1988; Nilsforooshan, Edriss, 2004). Lühem eluiga ja kõrgem

esmapoegimisvanus tähendavad aga vajadust kasvatada üles rohkem mullikad ja suuremaid söötmiskulusid mullika kohta (Tozer, Heinrichs, 2001). Seetõttu on piimatootjatel, hoolimata väikese esmapoegimise negatiivsest mõjust esimese laktatsiooni piimatoodangule, soovitatud seemendada mullikad pigem varem kui hiljem, et vähendada veise mittetootlikku perioodi (Mourits *et al.*, 1997). Majanduslikult kasulikuks esmapoegimisvanuseks on pakutud 24 kuud (730 päeva; Hoffman, Funk, 1992), mis teeb tiinestava seemenduse toimumise vanuseks umbes 14,7 kuud (450 päeva).

Jõudluskontrolli keskuse andmeil (Jõudluskontrolli keskus, 2008b; 2010) oli eesti holsteini tõugu mullikate keskmine esmapoegimisiga 2007. aastal 28,4 kuud (866 päeva) ning 2009. aastal 27,9 kuud (850 päeva), Läti 2007. aasta jõudluskontrolli tulemuste alusel (Valsts aģentūra Lauksaimniecības datu centrs, 2008) toimus nende jõudluskontrolli all olevates karjades holsteini tõugu lehmade esimene poegimine keskmiselt 28 kuu vanuselt. Tiinestava seemenduse vanuse saame, kui lahutame esmapoegimisvanusest tiinuse kestuse (veistel keskmiselt 280 päeva). Seega toimus tiinestav seemendus eesti holsteini tõugu mullikatel 2007. aastal keskmiselt 586 päeva (19,2 kuu) vanuselt ning 2009. aastal keskmiselt 570 päeva (18,7 kuu) vanuselt, Lätis 2007. aastal aga keskmiselt 18,8 kuu vanuselt, mis on ligikaudu neli kuud varem, kui antud uuringus. Läti 2007. aasta jõudluskontrolli tulemustes on avaldatud ka esmaseemendusvanus, mis holsteini tõugu mullikatel oli keskmiselt 16,2 kuud – seega juba üle poole aasta varem, kui antud uuringu 22,7 kuud (693 päeva).

Uurimise all olnud vasikate küllaltki hiline seemendamine on ilmselt ühelt poolt tingitud üldisest Pärnu maakonnale omasest tendentsist – esmapoegimine toimus seal 2007. aastal keskmiselt 29,7 kuu vanuselt

(Jõudluskontrolli keskus, 2008b) ning tiinestav seemendus seega umbes 20,7 kuu vanuselt (so 1,5 kuud hiljem kui samal aastal Eesti jõudluskontrollialustes karjades keskmiselt), teiseks saavutasid uurimise all olnud vasikad esmaseemendamiseks sobivaks peetud vanuse ja kehamassi 2007. aasta suvel, millal oli nende inna tuvastamine karjamaal viibimise tõttu problemaatiline ning sestap seemendati enamus vasikaid alles oktoobris peale suviselt karjamaalt lauta toomist.

Vasikate kasvukiiruse muutumine S-laadse kõvera kujuliselt on loomulik kasvuprotsess, samas on selle muutumise suur ulatus antud uuringus põhjendatav ka vasikate söötmis- ja pidamistingimuste muutumisega. Nimelt oli 2006. aasta suvi, millal uuringusse kaasatud vasikad olid 8–10 kuu vanused, põuane ega võimaldanud vasikaid enne augustit karjamaale viia. Sööda nappuse tõttu hoiti loomi kuivanud karjamaal võimalikult kaua ning toodi lauta alles novembri lõpus, samas nappis ka talviseid põhisoõtasid, mistõttu söödeti loomi peamiselt põhuga. Kirjeldatud ajavahemik vastab uuringusse kaasatud vasikate vanusele 8–17 kuud, mis jooniste 2 ja 3 alusel ühtib kasvukiiruse pidurdumise ja minimaalse juurdekasvu perioodiga. Ilmselt on söödanappusega 2006. aasta lõpus ja 2007. aasta alguses seletatav ka vasikate kogu teise eluaasta keskmisest madalam juurdekasv, mida mingil määral siiski kompenseeris 2007. aasta suvel (so vanuses 20–24 kuud) heades tingimustes järsult suurenenud kasvukiirus.

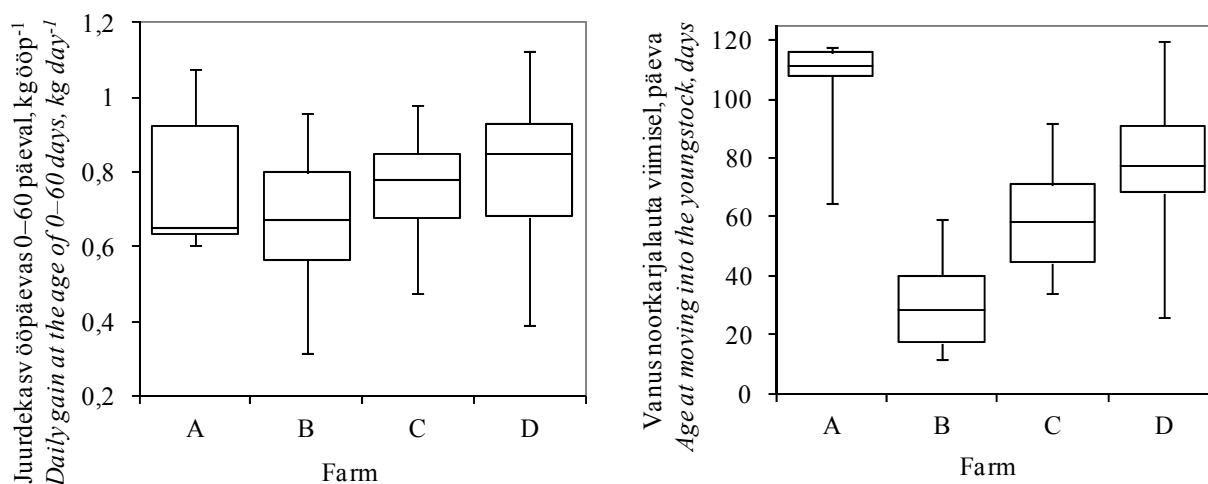
Seega on nii kasvukiiruse suur muutus kui ka kõrge esmaseemendusvanus antud uuringus põhjendatavad eelkõige ilmastiku, söötmise ja pidamistingimustega vaatlusalusel ajaperioodil. Sellest omakorda nähtub, et kuigi iga tootmisfarm püüdleb suurema ökonoomsuse suunas, mängivad igapäevaelus rolli paljud tegurid: ilmastik (karjatamise ja söödatootmise seisukohalt), seemendustehnik ja loomade arv (õige innaaja tuvastamine, seemendusprotsessi edukus), loomade tervislik seisund (haigused, stress) ning majanduslik olukord mõjutavad oluliselt seatud eesmärkide teostamist.

Sünnifarmi mõju vasikate kehamassile. Uuritud vasikad sündisid neljas erinevas farmis ja viidi keskmiselt 64 päeva vanuselt samasse noorkarjalauta. Vasikate sünnimassides farmide lõikes suuri erinevusi ei ilmnenud (tabel 2). Samas olid statistiliselt oluliselt erinevad vasikate vanused noorkarjalauta viimisel ($p < 0,001$) ning küllaltki suur, aga siiski statistiliselt mitteoluline, erinevus ilmnis ka erinevatest sünnifarmidest pärit vasikate esimese 60 päeva kasvukiiruses ($p = 0,075$). Ilmnes selge tendents, et varajane noorkarjalauta viimine pärssis kasvukiirust esimestel elukuudel (tabel 2 ja joonis 4). Ilmselt on põhjuseks pidamistingimuste muutus ning üleviimisega kaasnenu stress. Esimese eluaasta lõpuks oli kirjeldatud kehamasside ning juurdekasvu kiiruste erinevus tasandunud ning hilisemale juurdekasvu kiirusele ja kehamassile sünnifarm ja noorkarjalauta viimise vanus mõju ei avaldanud.

Tabel 2. Vasikate keskmised (\pm standardhälve) sünnimassid ning juurdekasvu iseloomustavad parameetrid sõltuvalt sünnifarmist. Farmide vaheliste erinevuste statistilist olulisust testiti dispersioonanalüüsiga.

Table 2. Average (\pm standard deviation) birth weights and gain parameters depending on the birth farm. The farms' differences were tested with the analysis of variance.

Sünni-farm	Vasikate / Calves'					
	arv (seemendatute arv)	sünnimass, kg	juurdekasv ööpäevas 0–60 päeval, g ööp-1	vanus noorkarjalauta viimisel, päeva	juurdekasv ööpäevas esma- seemenduseeni, g ööp-1	kehamass 550 päevaselt, kg
Birth farm	number (No. of inseminated animals)	birth weight, kg	daily gain at the age of 0–60 days, g day-1	age at moving into the young stock, days	daily gain from birth to first insemination, g day-1	body weight at the age of 550 days, kg
A	6 (5)	35,5 (\pm 1,4)	779 (\pm 210)	103,6 (\pm 21,9)	538 (\pm 58)	314,1 (\pm 36,4)
B	14 (13)	35,7 (\pm 1,8)	640 (\pm 202)	33,0 (\pm 16,3)	530 (\pm 39)	321,3 (\pm 23,6)
C	29 (24)	36,8 (\pm 2,3)	775 (\pm 130)	58,1 (\pm 16,0)	552 (\pm 48)	326,5 (\pm 32,4)
D	18 (13)	36,3 (\pm 1,8)	808 (\pm 199)	74,6 (\pm 21,1)	550 (\pm 49)	327,9 (\pm 26,9)
<i>p</i> -väärtus <i>p</i> -value		0,313	0,075	<0,001	0,569	0,792



Joonis 4. Vasikate ööpäevane juurdekasv vanuses 0–60 päeva ning vanus noorkarjalauta viimisel sõltuvalt sünnifarmist. Joonisel on esitatud minimaalsed väärtused, alumised kvartiilid, mediaanid, ülemised kvartiilid ja maksimaalsed väärtused.

Figure 4. Daily gain at the age of 0–60 days and age at moving into the young stock depending on the birth farm. On the diagrams the minimum, lower quartile, median, upper quartile and maximum values are presented.

Isa ja ema mõju vasika kehamassile. Kuuekümmne kaheksa katselooma isaks oli üheksa erinevat pulli, kellest neli oli hinnatud pullid ja viis ootepullid. Seemendamiseni püsisid karjas ja olid seeläbi juurdekasvu analüüsid kasutatavad kaheksa erineva pulli järglased. Tabelis 3 on ära toodud kõik kasutatud pullid, nende tütarde arv ning tütarde keskmised sünnimassid ja ööpäevased juurdekasvud. Statistiliselt olulisi erinevusi erinevate pullide tütarde sünnimassis ja juurdekasvus ei ilmnenud ($p > 0,05$), mis on ilmselt tingitud uuritud pullide ja nende tütarde väiksest arvust.

Erinevad uurijad on holsteini tõugu vasikate sünnimassi ja juurdekasvu kiiruse päritavusele saanud erine-

vaid hinnanguid. Näiteks Bayram ja Aksakal (2009) hindasid oma Türgis läbi viidud uuringus sünnimassi päritavuseks 0,23; Weller ja Ezra (2008) uurisid Iisraelis holsteini tõugu vasikate kasvukiirust vanuses 150–500 päeva ja said vastava näitaja päritavuseks 0,33. Coffey jt. (2006) said oma Suurbritannias läbi viidud uuringus vasikate sünni- ja võrutusmassi päritavuseks vastavalt 0,53 ja 0,45 ning esmapoegimisaegse kehamassi päritavuseks 0,75; aasta hiljem sama populatsiooni baasil teostatud uuringus hindasid Brotherstone jt. (2007) kehamassi ja juurdekasvu kiiruse päritavuste dünaamikat vanuses 0–1000 päeva ning said kehamassi päritavuseks 0,41–0,82 ja ööpäevase juurdekasvu päritavuseks $>0,68$.

Tabel 3. Vasikate isad ning nende tütarde arv ja keskmised (\pm standardhälve) sünnimassid ja ööpäevased juurdekasvud.

Table 3. Used bulls and average (\pm standard deviation) birth weights and daily gain parameters of their daughters.

Pulli kood <i>Number</i>	Pulli nimi <i>Name</i>	Test- või hinnatud pull <i>Test or proven bull</i>	Tütard / <i>Daughters'</i>		
			arv (seemendatute arv) <i>number (No. of inseminated animals)</i>	sünnimass, kg <i>birth weight, kg</i>	juurdekasv ööpäevas, g <i>daily gain, g day⁻¹</i>
26279	ARNAR	testpull	2 (1)	33,0 ($\pm 1,4$)	442 (-)
26308	DELGADO-ET	testpull	4 (4)	36,3 ($\pm 1,0$)	546 (± 35)
26301	FELIPE	testpull	4 (4)	35,0 ($\pm 2,9$)	553 (± 28)
26305	MAURIZZO-ET	testpull	2 (2)	37,5 ($\pm 0,7$)	517 (± 6)
25964	JÖRN	hinnatud pull	2 (2)	37,5 ($\pm 0,7$)	514 (± 14)
25995	LUDGER-ET	hinnatud pull	4 (3)	37,5 ($\pm 1,7$)	537 (± 32)
25965	PROFIL-ET	hinnatud pull	29 (22)	36,0 ($\pm 2,2$)	564 (± 49)
25953	RUBY-ET	hinnatud pull	20 (17)	36,9 ($\pm 1,5$)	532 (± 47)

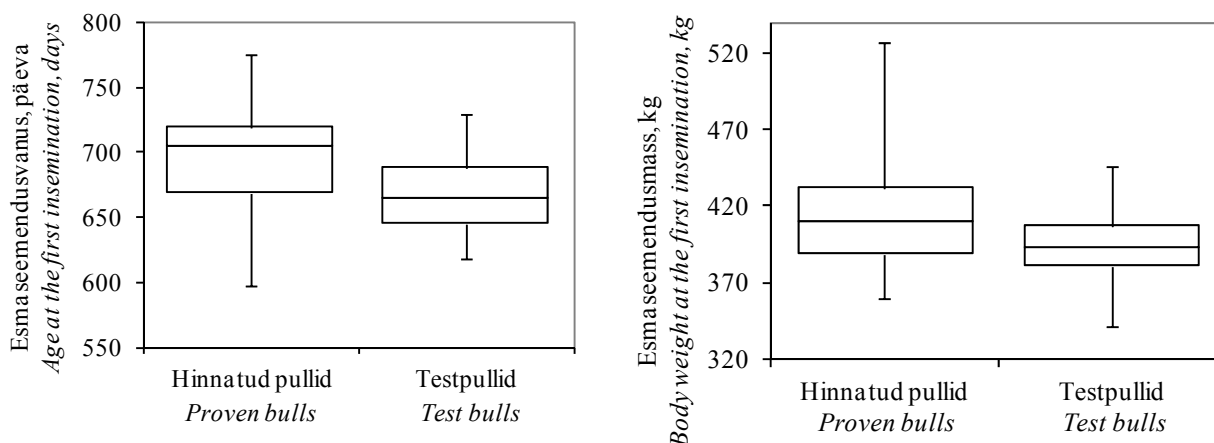
Jagades antud uuringus kasutatud pullid test- ja hinnatud pullideks, ilmneb statistiliselt oluline erinevus nende tütarde keskmiste esmaseemendusvanuste vahel ($p = 0,044$) ja keskmiste kehamasside vahel esmaseemendamisel ($p = 0,019$). Testpullide tütreid on seemendatud keskmiselt 28 päeva varem, millest on tingitud ka nende keskmiselt 26 kg võrra väiksem kehamass esmaseemendamisel (tabel 4, joonis 5). Testpullide tütarde varasemast seemendamisest on tingitud ka nende väiksem hinnanguline juurdekasvu kiirus teisel eluaastal – on ju

selle parameetri arvutamisel võetud arvesse kehamassi suurenemist kuni esimese seemenduseni, mis aga testpullide tütardele jätab kõrvale suurima kasvukiirusega perioodi 700 päeva vanuses (vt joonis 3). Statistiliselt olulisi erinevusi test- ja hinnatud pullide tütarde sünnimasside ja kasvukiiruste vahel ei ilmnenud, samuti puudusid erinevused tiinestuvuses esimesest seemendusest ja tiinestumiseks kulunud seemenduste arvust.

Tabel 4. Tütarde keskmised (\pm standardhälve) sünnimassid ning juurdekasvu ja seemendamist iseloomustavad parameetrid hinnatud ja testpullidel. Hinnatud ja testpullide erinevuste statistiline olulisus leiti t-testiga, va seemenduste arv (Wilcoxon test) ja tiinestuvus (Fisheri täpne test).

Table 4. Average (\pm standard deviation) birth weights, gain parameters and insemination parameters of test and proven bulls' daughters. The differences were tested with t-test, except the number of inseminations (Wilcoxon test) and non-return rate (Fisher exact test).

	Hinnatud pullid <i>Proven bulls</i>	Testpullid <i>Test bulls</i>	<i>p</i> -väärtus <i>p</i> -value
Sünnimass, kg <i>Birth weight, kg</i>	36,5 (\pm 2,0)	35,5 (\pm 2,2)	0,125
Juurdekasv ööpäevas esmaseemenduseni, g ööp-1 <i>Daily gain from birth to first insemination, g day-1</i>	548 (\pm 48)	534 (\pm 42)	0,391
sh. esimesel eluaastal <i>including the first year</i>	679 (\pm 69)	704 (\pm 70)	0,287
teisel eluaastal kuni esmaseemenduseni <i>the second year</i>	399 (\pm 94)	326 (\pm 75)	0,021
Kehamass 550 päevaselt, kg <i>Body weight at the age of 550 days, kg</i>	323,2 (\pm 29,3)	329,5 (\pm 29,1)	0,523
Kehamass esmaseemendamisel, kg <i>Body weight at the first insemination, kg</i>	419,2 (\pm 41,9)	393,4 (\pm 26,8)	0,019
Esmaseemendusvanus, päeva <i>Age at the first insemination, days</i>	698,2 (\pm 40,5)	670,6 (\pm 35,7)	0,044
Tiinestuvus esimesest seemendusest <i>Non-return rate at the first insemination</i>	0,50 (\pm 0,51)	0,45 (\pm 0,52)	0,254
Seemenduste arv <i>Number of inseminations</i>	1,82 (\pm 1,15)	2,00 (\pm 1,26)	0,683



Joonis 5. Vasikate esmaseemendusvanus ja -mass sõltuvalt isa kuulumisest hinnatud või testpullide hulka. Joonisel on esitatud minimaalsed väärtused, alumised kvartiilid, mediaanid, ülemised kvartiilid ja maksimaalsed väärtused.

Figure 5. Age and body weight at the first insemination of test and proven bulls' daughters. On the diagrams the minimum, lower quartile, median, upper quartile and maximum values are presented.

Vasikate kehamassi ja selle muutust iseloomustavate näitajate lineaarsed korrelatsioonikordajad isa ja ema geneetiliste parameetrite ja ema vanusega on esitatud tabelis 5. Nii isade kui ka emade suhtelised somaatiliste rakkude aretusväärtused (SSAV) ei ole märkimisväärselt seotud järglaste kehamassiga. Küll on ema suhtelisel piimajõudluse aretusväärtusel (SPAV) nõrk positiivne ja statistiliselt oluline ($p < 0,05$) seos järglaste

sünnimassiga ning nõrk negatiivne seos kasvukiirusega. Pullide SPAV järglaste kasvukiirusega ja sünnimassiga seotud pole. Seevastu Coffey jt. (2006), kes võrdlesid kõrge ja keskmise rasva- ja valgutoodangu aretusväärtusega vanemate järglaste kasvukiirust, leidsid, et suurema rasva- ja valgutoodangu aretusväärtusega vasikad kasvasid kiiremini ja olid esimesel poegimisel raskemad.

Tabel 5. Vasikate kehamassi ja selle muutust iseloomustavate näitajate lineaarsed korrelatsioonikordajad isa ja ema geneetiliste parameetrite ja ema vanusega.**Table 5.** Linear correlations between calves' body weight parameters and sires' and dams' breeding values and dams' calving age.

	Isa / Sire		Ema / Dam		
	SPAV	SSAV	SPAV	SSAV	Vanus poegimisel Calving age
Sünnimass <i>Birth weight</i>	0,096	-0,107	0,274*	-0,190	-0,220
Juurdekasv ööpäevas esmaseemenduseni <i>Daily gain from birth to first insemination</i>	-0,106	0,125	-0,123	-0,023	0,317*
Vanus 380 kg saavutamisel <i>Age at 380 kg</i>	0,006	-0,137	0,206	-0,107	-0,336*
Kehamass 550 päevaselt <i>Body weight at the age of 550 days</i>	0,106	0,059	-0,214	0,087	0,284 *
Kehamass esmaseemendamisel <i>Body weight at the first insemination</i>	-0,289*	0,277*	0,058	0,007	0,266*
Esmaseemendusvanus <i>Age at the first insemination</i>	-0,276*	0,169	0,283*	-0,007	-0,037

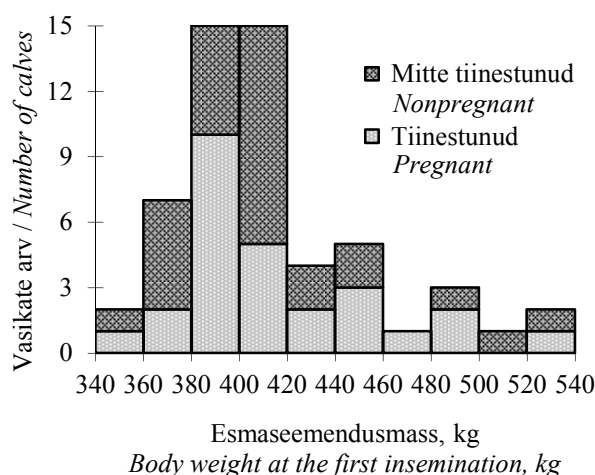
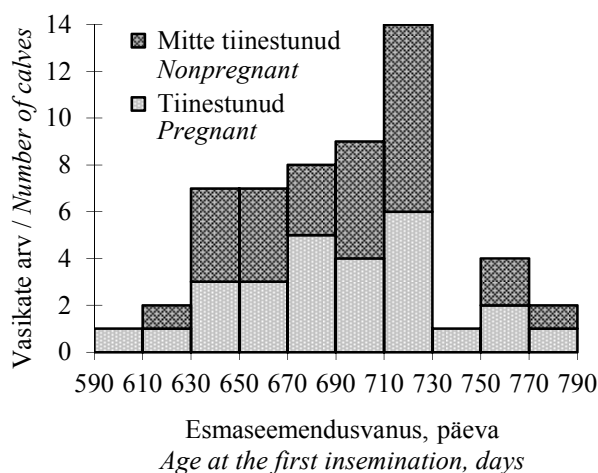
* $p < 0,05$

Mullikate esmaseemendusvanus ja kehamass esimesel seemendamisel on negatiivselt seotud isa suhtelise piimajõudluse aretusväärtusega – mida kõrgema SPAV-ga oli pull, seda varem tema tütar keskmiselt seemendati ja seda väiksema kehamassiga see tütar siis ka oli. See seos on tingitud test- ja hinnatud pullide suurest erinevusest antud uuringus, testpullide tütreid seemendati oluliselt varem, samas oli testpullide SPAV statistiliselt oluliselt suurem kui hinnatud pullide SPAV (vastavalt 109,5 ja 97,7; $p = 0,010$).

Ema vanus poegimisel on statistiliselt oluliselt ($p < 0,05$) seotud järglaste kasvukiirusega, kusjuures mida vanem on ema, seda kiiremini vasikas kasvab. Nõrk statistiliselt oluline positiivne seos on ka ema vanuse ja järglase 550 päeva kehamassi ning esimese seemendamise aegse kehamassi vahel. Ema vanuse ja järglase sünnimassi vahel on nõrk aga statistiliselt mitteoluline ($p > 0,05$) negatiivne seos – mida vanem on ema, seda väiksem on keskmiselt vasika sünnimass. Statistiliselt olulise negatiivse seose ema vanuse ja järglase sünnimassi vahel leidsid oma uurimistöös aga Bayram ja Aksakal (2009).

Seemendamine, tiinestuvus. Esimesel seemendamisel tiinestunud ja mitte tiinestunud mullikate jagunemine esmaseemendusvanuste ja esmaseemendusmasside alusel on kujutatud joonisel 6. Mingit erinevust esmaseemendusvanuste ja esmaseemendusmasside jaotustes ei ilmne. Keskmised sünnimassid ja juurdekasvu iseloomustavad suurused sõltuvalt esimese seemenduse edukusest on toodud tabelis 6. Mitte ühegi uuritud suuruse korral tiinestunud ja mitte tiinestunud vasikate vahel statistiliselt olulist erinevust ei ilmenud ($p > 0,05$).

Seevastu Hansen (1999) leidis oma uurimustöös, et nii väiksema kehamassiga mullikate kui ka 1.–3. laktatsiooni lehmade tiinestamiseks kulub vähem seemendusordi võrreldes suurema kehamassiga veistega. Samuti leidis ta, et produktiivne eluiga oli väikest kasvu veistel 15,4% pikem, kui suurt kasvu veistel. Weller ja Ezra (2008) raporteerisid oma uurimistöös negatiivsest seosest vasikate 150–500 päeva kasvukiiruse ning sigivuse ja eluea vahel.

**Joonis 6.** Vasikate jagunemine esmaseemendusvanuste ja esmaseemendusmasside alusel sõltuvalt tiinestumisest.**Figure 6.** Distribution of calves by age and body weight at the first insemination depending on the pregnancy rate after the first insemination.

Tabel 6. Esimese seemenduse tulemusel tiinestunud ja mitte tiinestunud vasikate keskmine (\pm standardhälve) sünnimass ja hinnangulised juurdekasvu iseloomustavad suurused ning nende vahelise erinevuse statistiline olulisus (t-testi alusel).

Table 6. Average (\pm standard deviation) birth weights and gain parameters depending on the pregnancy rate after the first insemination. The differences were tested with t-test.

	Tiinestunud <i>Pregnant</i>	Mitte tiinestunud <i>Nonpregnant</i>	<i>p</i> -väärtus <i>p-value</i>
Sünnimass, kg <i>Birth weight, kg</i>	36,4 (\pm 1,8)	36,5 (\pm 1,8)	0,850
Juurdekasv ööpäevas esmaseemenduseni, g ööp-1 <i>Daily gain from birth to first insemination, g day-1</i>	548 (\pm 49)	543 (\pm 45)	0,698
sh. esimesel eluaastal <i>including the first year</i>	688 (\pm 68)	680 (\pm 71)	0,684
teisel eluaastal kuni esmaseemenduseni <i>the second year</i>	384 (\pm 95)	384 (\pm 95)	0,970
Kehamass 550 päevaselt, kg <i>Body weight at the age of 550 days, kg</i>	329,2 (\pm 28,3)	319,9 (\pm 29,6)	0,237
Kehamass esmaseemendamisel, kg <i>Body weight at the first insemination, kg</i>	414,6 (\pm 41,7)	413,4 (\pm 40,0)	0,910
Esmaseemendusvanus, päeva <i>Age at the first insemination, days</i>	690,9 (\pm 42,4)	694,4 (\pm 40,0)	0,749

Kokkuvõte ja järeldused

Käesolevas töös uuriti lehmvasikate kasvamist tootmisfarmis sündimisest seemendamiseni. Andmed koguti 67 holsteini tõugu lehmvasikalt, kes sündisid 2005. aasta septembris ja oktoobris neljas laudas. Lehmvasikate sünnimass ja edasised massi-iibe arvutamise aluseks olnud kehamassid määrati mõõdulindiga. Mõõtmised toimusid keskmiselt 45-päevaste vahedega kuni keskmiselt 763 päeva vanuseni ning lehmvasikate kasvukõver modelleeriti kahekordse logistilise regressioonimudeli abil. Lisaks fikseeriti andmed lehmvasikate vanemate, nende aretusväärtuste, ema vanuse ja vasika seemendus- te kohta.

Andmete analüüsimisel jõuti järgmiste tulemusteni.

- Vasikate keskmine sünnimass antud uuringus oli 36,3 kg; seejuures ei sõltunud sünnimass statistiliselt oluliselt vasikate isadest ja sünnifarmidest, nõrk positiivne seos ilmnes vaid vasika sünnimassi ja ema suhtelise piimajõudluse aretusväärtuse vahel ($r = 0,274$) ning nõrk negatiivne seos vasika sünnimassi ja ema vanuse vahel ($r = -0,220$).
- Sünnimass ei mõjutanud statistiliselt oluliselt vasikate edasist juurdekasvu ja tiinestumist.
- Vasikate noorkarjalauta viimise vanused olid erinevate sünnifarmide korral statistiliselt oluliselt erinevad, kusjuures see erinevus peegeldus ka vasikate sünnijärgses kasvukiiruses – mida varem vasikad noorkarjalauta viidi, seda väiksem oli nende kasvukiirus esimesel kahel elukuul. Edasist juurdekasvu ja tiinestumist sünnifarm ja noorkarjalauta üleviimise aeg ei mõjutanud.
- Vasikate keskmine juurdekasv ööpäevas sünnist esmaseemenduseni oli 545 grammi, sh esimesel eluaastal 684 grammi ja teisel eluaastal kuni esimese seemenduseni 384 grammi.
- Vasikate kasvamine toimus kahes etapis – hinnanguline kasvukiirus oli maksimaalne vanustes 155 ja 746 päeva (keskmiselt 881 ja 1092 g ööp-1) ning minimaalne vanuses 460 päeva (keskmiselt 187 g ööp-1). Keskmine kehamass 460 ja 550 päeva (15 ja 18 kuu) vanuses oli vastavalt 307,5 ja 324,4 kg ning keskmine vanus 380 kg saavutamisel 620,4 päeva.

- Esimene seemendus toimus keskmiselt 693 päeva (22,7 kuu) vanuselt, millal mullikad kaalusid keskmiselt 414,0 kg, ning tiinestav seemendus keskmiselt 721 päeva (23,6 kuu) vanuselt, millal mullikad kaalusid keskmiselt 448,0 kg. Tiinestuvus esimesest seemendusest ei sõltunud vasikate kasvukiirusest ja seemendamisaegsest kehamassist.

- Nii kasvukiiruse suur muutus kui ka kõrge esmaseemendusvanus antud uuringus on eelkõige põhjendatavad ilmastiku, söötmise ja pidamistingimustega vaatlusalusel ajaperioodil.

- Testpullide tütreid seemendati keskmiselt 28 päeva varem ja 26 kg kergemana kui hinnatud pullide tütreid, need erinevused olid ka statistiliselt olulised. Juurdekasvu kiiruses ja tiinestuvuses test- ja hinnatud pullide tütarde vahel statistiliselt olulisi erinevusi ei ilmnenud.

Kasutatud kirjandus / References

- Bayram, B., Aksakal, V. 2009. Estimates of genetic and phenotypic parameters for the birth weight of calves of holstein friesian cattle reared organically. – Journal of Animal and Veterinary Advances, 8, 568–572.
- Brotherstone, S., Coffey, M. P., Banos, G. 2007. Genetic Parameters of Growth in Dairy Cattle and Associations Between Growth and Health Traits. – Journal of Dairy Science, 90, 444–450.
- Coffey, M. P., Hickey, J., Brotherstone, S. 2006. Genetic Aspects of Growth of Holstein-Friesian Dairy Cows from Birth to Maturity. – Journal of Dairy Science, 89, 322–329.
- Foldager, J., Sejrsen, K. 1991. Rearing intensity in dairy heifers and the effect on subsequent milk production. – Report No. 693. The National Institute of Animal Science, Foulum, Denmark.
- Hansen, L. B., Cole, J. B., Marx, G. D., Seykora A. J. 1999. Productive Life and Reasons for Disposal of Holstein Cows Selected for Large Versus Small Body Size. – Journal of Dairy Science, 82, 795–801.
- Heinrichs, A. J., Losinger, W. C. 1998. Growth of Holstein dairy heifers in the United States. – Journal of Animal Science, 76, 1254–1260.
- Hoffman, P. C., Brehm, N. M., Price, S. G., Prill-Adams, A. 1996. Effect of Accelerated Postpubertal Growth and

- Early Calving on Lactation Performance of Primiparous Holstein Heifers. – *Journal of Dairy Science*, 79, 2024–2031.
- Hoffman, P. C., Funk, D. A. 1992. Applied Dynamics of Dairy Replacement Growth and Management. – *Journal of Animal Science*, 75, 2504–2516.
- Jõudluskontrolli Keskus. 2008a. Muutub sündmuste esitamine. [<http://www.jkkeskus.ee/uudis36.htm>]. 18. mai 2010.
- Jõudluskontrolli Keskus. 2008b. Jõudluskontrolli Keskuse Aastaraamat 2007. Elmatar, Tartu, 52 lk.
- Jõudluskontrolli Keskus. 2010. Jõudluskontrolli Keskuse Aastaraamat 2009. Elmatar, Tartu, 52 lk.
- Lin, C. Y., McAllister, A. J., Batra, T. R., Lee, A. J. 1988. Effects of Early and Late Breeding of Heifers on Multiple Lactation Performance of Dairy Cows. – *Journal of Dairy Science*, 71, 2735–2743.
- Mourits, M. C. M., Dijkhuizen, A. A., Huirne, R. B. M., Galligan, D. T. 1997. Technical and Economic Models to Support Heifer Management Decisions: Basic Concepts. – *Journal of Dairy Science*, 80, 1406–1415.
- Mäntysaari, P., Ojala, M., Mäntysaari, A. E. 2002. Measures of before and after breeding daily gains of dairy replacement heifers and their relationship with first lactation milk production traits. – *Livestock Science*, 75, 313–322.
- Nilsforooshan, M. A., Edriss, M. A. 2004. Effect of Age at First Calving on Some Productive and Longevity Traits in Iranian Holsteins of the Isfahan Province. – *Journal of Dairy Science*, 87, 2130–2135.
- Pettersson, K., Svensson, C., Liberg, P. 2001. Housing, Feeding and Management of Calves and Replacement Heifers in Swedish Dairy Herds. – *Acta Veterinaria Scandinavica*, 42, 465–478.
- Svensson, C., Hultgren, J. 2008. Associations Between Housing, Management, and Morbidity During Rearing and Subsequent First-Lactation Milk Production of Dairy Cows in Southwest Sweden. – *Journal of Dairy Science*, 91, 1510–1518.
- Tozer, P. R., Heinrichs, A. J. 2001. What Affects the Costs of Raising Replacement Dairy Heifers: A Multiple-Component Analysis. – *Journal of Dairy Science*, 84, 1836–1844.
- Valsts aģentūra Lauksaimniecības datu centrs. 2008. Results of animal recording 2007. Madonas poligrāfists, Rīga, 80 lk.
- Weller, J. I., Ezra, E. 2008. Genetic analysis of the growth rate of Israeli Holstein calves. – *Animal*, 2, 1717–1723.

Rearing female dairy calves from birth to first insemination

S. Lehtsalu, T. Kaart, H. Kiiman

Summary

Dairy calf and heifer management practices throughout the rearing process have an impact on the longevity of a dairy cow and the herd economy as a whole. Short rearing periods are desirable primarily from economic and genetic standpoints. Dairy calf growth rate is an indicator of the effectiveness of farm management. Age is the most common criteria used for deciding both weaning and breeding time. The aim of the present study was to assess the female dairy calf weight gain from birth to first artificial insemination on a production farm. Experimental data for this investigation were obtained from Halvinga OÜ and Agroland SYD OÜ.

The data included the birth weights of 67 and body weights of 55 Estonian Holstein female dairy calves from birth to on an average 763 days (determined using a tape measure once every 1.5 months). Data on parents, breeding values and inseminations were also used.

The statistical analyses of the data revealed that the average birth weight of a dairy calves was 36.3 kg. The bull did not affect the birth weight of dairy calf, but a weak positive connection was observed between birth weight and mother's breeding value ($r = 0,274$). A weak negative relationship was found between the birth weight and mother's age ($r = -0,220$). Birth weight of a dairy calf did not have a statistically significant effect on the average daily gain. The average growth rate from birth to the first artificial insemination was 545 grams, thereby in the first year 684 grams and in the second year 384 grams. The growth of female dairy calves occurred in two distinctive periods – the estimated growth rate was maximal at 155 and 746 days (881 and 1092 grams per day, on average) and the lowest at 460 days (187 grams per day, on average). The mean body weight at 460 and 550 days (i.e. at the age of 15 and 18 months) was 307.5 kg and 324.4 kg, respectively, while the mean age at gaining 380 kg was 620.4 days. At the first insemination the average age of heifers was 22.7 months and body weight 414 kg. On an average, the test bulls' daughters were artificially inseminated 28 days earlier and at 26 kg lower body weight, compared with the daughters of the estimated bulls. These differences were statistically significant.