

## EESTI HOLSTEINI GENEETILISE SELEKTSIOONIEDU MAJANDUSLIK VÄÄRTUS

E. Pärna, A. Meier

**SUMMARY:** *Economic value of the genetic response in Estonian Holstein breeding program. Genetic response of Estonian Holstein breeding program is  $0.16\sigma_H$  (92.8 kg/year/cow). Economic value of genetic gain of the breeding program was estimated 11 million EEK. Genetic contribution for each of the 4 selection path is: in selection path DS 53.5%, SS 30.2%, SD 5.7% and DD 10.6%. Gain in response of the breeding program by using MOET amounts 10.9% (in selection path DS 20.5%). Based on economic value of different milk components and ETA of bulls introduced Profit Index gives relative weights of 0.978, 5.051 and 22.48 to milk carrier, fat and protein yield, respectively.*

Piimaveiste aretuse eesmärk on maksimaalse kasumi saamine. Aretuseesmärgi saavutamiseks kasutatakse nii geneetilisi kui ka majanduslikke võtteid. Geneetiliste võtete hulka kuulub selektsioonitunnuste valik ning nende abil tehtav selektsioon. Seleksioonitunnuste valiku aluseks on tunnuse majanduslik väärtus (ehk majanduslik kaal), mille all mõistetakse kasumit, mida saadakse järglaspõlvkonnas, kui tunnuse väärtus muutub ühe standardühiku võrra. Majanduslike kaalude leidmiseks kasutatakse kasumivõrrandeid, kuhu püütakse lülitada kõik tunnused, mis on mingil määral seotud piimaveiste pidamisest tekkiva kasumiga (kahjumiga). Tunnuse majandusliku kaalu leidmine toimub kasumivõrrandite diferentseerimise teel antud tunnuse suhtes. Seega on potentsiaalsete valikutunnuste majanduslike kaalude leidmine esimeseks ja väga oluliseks etapiks veiste aretusprogrammide modelleerimisel. Mida rohkem tunnuseid suudetakse kasumivõrrandisse lülitada ja rahalises väärtuses kirjeldada, seda täpsem on ettekujutus aretuse efektiivsusest. Majandusliku väärtuse alusel otsustatakse, kas antud tunnust tuleks vaadelda valikutunnusena. Majanduslik väärtus on vajalik aretusprogrammi selektsiooniedu leidmiseks. Majanduslike kaalude abil on võimalik anda rahaline väljendus ka tõuloomade aretusväärtustele majandusliku aretusväärtuse (kasumiindeksi) kujul.

Piimaveiste aretusprogrammid kujutavad endast aretusprogrammide eri juhtumit, sest neil on 4 selektsioonirada. Veiste aretajad on olnud teiste loomaliikide aretajatega võrreldes suhteliselt edukamad uute tehnoloogiate kasutamisel (embrüosiirdamine, kunstlik seemendus ja reproduktsiooni biotehnoloogia meetodid). Piimaveiste aretust iseloomustab kõrge jõudluskontrolli tase (umbes 70% tootmistaludest on jõudluskontrolli all) ning laialdane kunstliku seemenduse kasutamine (umbes 95% vasikatest on saadud kunstliku seemenduse abil). Laialdane jõudluskontrolli ja kunstliku seemenduse rakendamine, st. pullide kasutamine paljudes karjades loob hea struktuuri veiste geneetiliseks hindamiseks. Nii pullide kui ka lehmade aretusväärtused on seetõttu võrreldavad erinevates karjades. Kõigi loomaliikide seast on aretusväärtuse kujul saadud informatsioon kõige enam aktsepteeritud piimaveiste puhul (Werf, 2000).

Kaks peamist põhjust, mis teevad piimaveiste aretusprogrammide koostamise eriliseks, on suure arvu emasloomade olemasolu vastandina isasloomadele ning asjaolu, et isasloomade selektsioon põhineb tütarde järgi hindamisel, kuna isasloomad ei anna toodangut ning et täpne aretusväärtus on vaja teada saada enne, kui pulle hakatakse laialdaselt kasutama. Järglaste järgi hindamine on kulukas. Ainult need isasloomad, kes on kõige paremate lehmade ning parimate pullide järeltulijad, valitakse noorpullidena järglaste järgi hindamiseks. Enamikku vastsündinud lehmvasikatest vajatakse karjaasenduseks ning seetõttu ei saa nende vanemad olla nii kõrgelt selekteeritud.

Aretuseesmärk oleneb tootmistingimustest (Wilmink, 1988; Brascamp, 1989; Groen, 1989; Groen, Van Arendonk, 1997; Pärna *et al.*, 1998) ning seetõttu tuleb veiste aretuseesmärk defineerida iga konkreetse maa veisetõugude jaoks, arvestades nimetatud maa looduslikke, majanduslikke ja sotsiaalseid tingimusi. Sama kehtib kõigi loomaliikide kohta. Eesti ei saa lähtuda arenenud põllumajandusliku tootmisega riikides kasutatavatest piimakomponentide majanduslikest väärtustest, kuna need on igal maal erinevad vastavalt tootmistingimustele. Erinevad on ka valikutunnuste geneetilised parameetrid. Piimakomponentide majanduslik väärtus sõltub väga oluliselt sellest, kas konkreetse piimakomponendi osas on kehtestatud kvoot või mitte (Groen, 1989; Pärna, Saveli, 1997). Et Eestil piimakvoote ei ole, siis on erinevused Eesti ja Euroopa riikide piimakomponentide majanduslike väärtuse vahel eriti suured (Pärna, Saveli, 1997).

Käesolevas töös käsitletakse eesti holsteini tõugu veiste 4 selektsioonirajaga aretusprogrammi ning skeeme, mille optimeerimisega saavutatakse aretusprogrammi maksimaalne selektsiooniedu. Piimakomponentide majanduslike väärtuste ning geneetiliste parameetrite põhjal töötati välja pullide kasumiindeks majandusliku väärtuse hindamiseks.

## Materjal ja meetodika

Eesti holsteini populatsiooni parameetreid on tuletatud Eesti Tõuloomakasvatajate Ühistu ning Põllumajanduse Registrite ja Informatsiooni Keskuse andmete alusel. Eesti holsteini aretuseesmärk on defineeritud agregaatgenotüübi kujul ning selle matemaatiline kuju on esitatud varasemates töödes (Pärna, Saveli 1998). Käesolevas töös kasutati meie poolt (Pärna, Saveli, 1998, tabel 1) leitud eesti holsteini tõugu veiste piimatoodangu geneetilisi ja fenotüübilisi parameetreid.

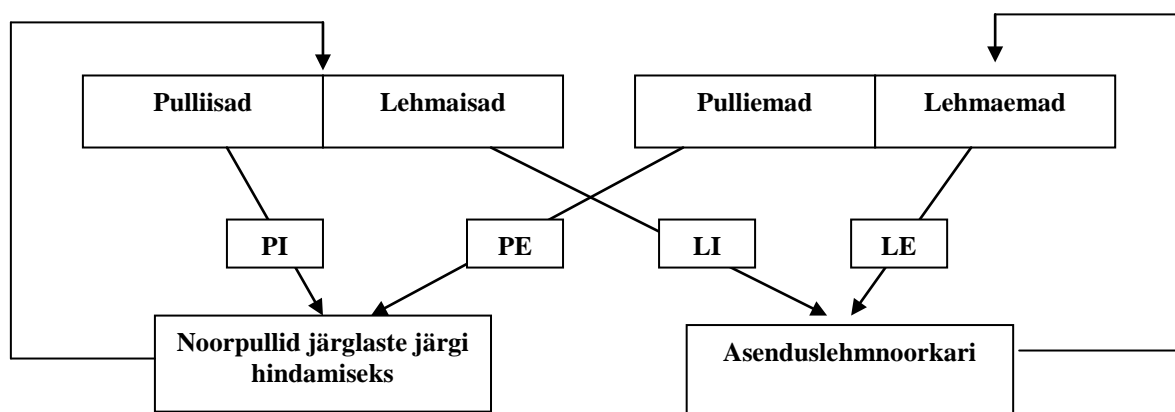
**Tabel 1.** Eesti holsteini tõugu lehmade esimese laktatsiooni 305 päeva piimatoodangu geneetilised ja fenotüübilised parameetrid ( $h^2$  diagonaalil,  $\sigma_p$  diagonaalist ülalpool,  $\sigma_g$  diagonaalist allpool)

**Table 1.** Estimated genetic and phenotypic parameters for 305-day production traits in first lactation Estonian Black and White Cattle ( $h^2$  on the diagonal;  $\sigma_p$  above and  $\sigma_g$  under the diagonal)

Komponent <i>Component</i>	Keskmine <i>Mean</i>	Standardhälve <i>Standard deviations</i>			$h^2, \sigma_p, \sigma_g$		
		Geneetiline <i>Genetic</i>	Fenotüübiline <i>Phenotypic</i>	Kandja <i>Carrier</i>	Rasv <i>Fat</i>	Proteiin <i>Protein</i>	
Kandja / <i>Carrier</i>	5513	365	587	0,287	0,790	0,924	
Rasv / <i>Fat</i>	249	12,6	23,3	0,826	0,349	0,864	
Proteiin / <i>Protein</i>	197	10,6	19,4	0,890	0,858	0,293	

Seleksiooni intensiivsus erinevates seleksiooniradades leiti Falconeri ja Mackay (1996) järgi ning seleksiooni täpsus Brascampi jt. (1995) järgi. Generatsiooni intervalli puhul kasutati Brascampi jt. (1995) parameetreid. Seleksiooniedu leidmiseks kasutati Rendeli ja Robertsoni (1950) meetodit ning seleksiooni indeksi programmi SIP (Wagenaar *et al.*, 1995). Aretusprogrammi koostamisel on lähtunud Gibsoni (1995) ning Groeni ja Arendonki (1997) meetodilistest juhenditest. Eesti holsteini piimakomponentide majanduslike kaalude tuletamiseks vajalikud majanduslikud ning energeetilised parameetrid ja kasumivõrrandid on esitatud varasemates publikatsioonides (Pärna, Saveli, 1998). Meie poolt 1997. a. hinnatud eesti holsteini geneetiliste parameetrite väärtused langesid kokku 2000. a. Interbulli poolt läbi viidud eesti holsteini hindamise tulemustega (Weigel *et al.*, 2000). Seega pole eesti holsteini populatsiooni parameetrites ajavahemikus 1997...2000 olulisi muutusi toimunud. Geneetiliste terminite lühendite puhul kasutatakse rahvusvahelist tähistust (Falconer, Mackay, 1996). Vastavalt eesti holsteini tõugu veiste aretuses praktiseeritavale skeemile kasutatakse parandajaid pulle 3...5 aastat, pulliisid 1...2 aastat ning neil hinnatakse 2...5 poega. Vastavalt pullide kasutamise erinevatele variantidele on leitud seleksiooni intensiivsused ning seleksiooniedu erinevates seleksiooniradades. Piimaveiste aretusprogrammi nelja seleksiooniraja struktuur on järgmine:

Pulliisad (PI) Pulliemad (PE)	eliitpullide seleksioon eliitlehmade seleksioon	}	Eliitseemendused pullvasikate saamiseks, mida kasutatakse järglaste järgi hindamiseks
Lehmaisad (LI) Lehmaemad (LE)	paremate pullide seleksioon paremate lehmade seleksioon		



**Joonis 1.** Nelja seleksioonirajaga piimaveiste aretusprogrammide struktuur (Werf, 2000)

**Figure 1.** The 4 pathway breeding structure in dairy cattle breeding programs (Werf, 2000)

## Tulemused ja arutelu

### Selektsiooni intensiivsus

Eesti holsteini aretusprogrammi struktuuri optimeerimiseks kasutati 1997. a. andmeid, mille alusel leiti selektsiooni intensiivsused erinevates selektsiooniradades (tabel 2). Eesti holsteini populatsiooni iseloomustavad järgmised näitajad:

- lehmade arv = 105 800
- lehmade arv aktiivses aretuspopulatsioonis = 75 674
- esmaseemenduste koguarv 97 676 (1,8 esmaseemendust mullika kohta)
- 13 kodumaist noorpulli, 1200 esmaseemendust iga noorpulli spermaga
- 75 078 esmaseemendust parandajate pullide spermaga
- lehmade ja pullide praakimine mitteindeksi alusel = 33%
- parandajaid pulle kasutatakse 3...5 aastat ning nendega tehakse 2000 seemendust aastas, siis aastas valitakse 18,7 või 14 või 11,2 parandajat pulli indeksi jaoks, vastavalt (tabel 2):
  - 1) parandajaid pulle kasutatakse 3 aastat (variant 1 selektsioonirajas LI):  
 $75\ 113 / 2000 \times 3 \times 0,67 = 18,7$  parandajat pulli valitakse indeksi jaoks
  - 2) parandajaid pulle kasutatakse 4 aastat (variant 2 selektsioonirajas LI):  
 $75\ 113 / 2000 \times 4 \times 0,67 = 14$  parandajat pulli valitakse indeksi jaoks
  - 3) parandajaid pulle kasutatakse 5 aastat (variant 3 selektsioonirajas LI):  
 $75\ 113 / 2000 \times 5 \times 0,67 = 11,2$  parandajat pulli valitakse indeksi jaoks
- pulliisamid kasutatakse 1...2 aastat ja neil hinnatakse 2...5 poega, siis aastas valitakse 9,7 või 3,9 või 4,9 või 1,94 pulliisa indeksi jaoks, vastavalt (tabel 2):
  - 1) pulliisamid kasutatakse 1 aasta ja neil hinnatakse 2 poega (variant 1 selektsioonirajas PI)  
 $13 / 2 \times 1 \times 0,67 = 9,7$  pulliisa valitakse indeksi jaoks
  - 2) pulliisamid kasutatakse 1 aasta ja neil hinnatakse 5 poega (variant 2 selektsioonirajas PI)  
 $13 / 5 \times 0,67 = 3,9$  pulliisa valitakse indeksi jaoks
  - 3) pulliisamid kasutatakse 2 aastat ning neil hinnatakse 2 poega (variant 3 selektsioonirajas PI)  
 $13 / 2 \times 2 \times 0,67 = 4,9$  pulliisa valitakse indeksi jaoks
  - 4) pulliisamid kasutatakse 2 aastat ning neil hinnatakse 5 poega (variant 4 selektsioonirajas PI)  
 $13 / 5 \times 2 \times 0,67 = 1,94$  pulliisa valitakse indeksi jaoks
- tõenäosus pullvasika saamiseks ilma embrüosiirdamiseta ja embrüosiirdamisega vastavalt 0,4 ja 1
- 23,6% noorpullidest praagitakse pidamisperioodil haiguste ja sigimisprobleemide tõttu
- selleks, et hinnata 15 noorpulli, valitakse indeksi jaoks 224 pulliema
- 25,6% lehmmullikatest on vajalikud asendusnoorkarjana

### Selektsiooni intensiivsused (tabel 2):

#### Selektsioonirada PI: pulliisad (eliitpullide valik)

- 1) pulliisamid kasutatakse 1 aasta ja neil hinnatakse 2 poega indeksi jaoks valitakse 9,7 13-st,  $i=0,400$
- 2) pulliisamid kasutatakse 1 aasta ja neil hinnatakse 5 poega indeksi jaoks valitakse 3,9 13-st,  $i=1,087$
- 3) pulliisamid kasutatakse 2 aastat ja neil hinnatakse 2 poega indeksi jaoks valitakse 4,9 13-st,  $i=1,057$
- 4) pulliisamid kasutatakse 2 aastat ja neil hinnatakse 5 poega indeksi jaoks valitakse 1,94 13-st,  $i=1,398$

#### Selektsioonirada LI: lehmaisad (paremate pullide valik)

- 1) kui parandajaid pulle kasutatakse 3 aastat, siis indeksi jaoks valitakse 18,7 13-st,  $i=0$
- 2) kui parandajaid pulle kasutatakse 4 aastat, siis indeksi jaoks valitakse 14 13-st,  $i=0$
- 3) kui parandajaid pulle kasutatakse 5 aastat, siis indeksi jaoks valitakse 11,2 13-st,  $i=0,237$

#### Selektsioonirada PE: pulliemad (eliitlehmade valik)

- 1) valitud proportsioon 150 75 674-st,  $i = 3,17$
- 2)  $15 / 0,67 \times (0,4 \times 1) \times 0,25 = 223,9$   
 $223,9 / 75\ 674 = 0,2958\%$  75674-st  $i = 3,06$

#### Selektsioonirada LE: Lehmaemad (paremate lehmade valik)

$25,6\% / 0,67 = 0,382\%$  kogu lehmapopulatsioonist,  $i=1,00$

**Table 2.** Selektsooni intensiivsus erinevates selektsiooniradades tulenevalt pullide kasutamise stsenaariumist  
**Table 2.** Selection intensity in different selection path in different scenarios of using bulls

Selektsioonirada <i>Selection path</i>	Pullide kasutamine <i>Exploitation of bulls</i> (years)	Hinnatud noorpullide <i>Number of evaluated</i> <i>sons</i>	Selektsiooni intensiivsus (i) <i>Selection intensity (i)</i>
PI noorpullide variant 1 case 1	1	2	0,400
hulgast variant 2 case 2	1	5	1,087
SS from YB variant 3 case 3	2	2	1,057
variant 4 case 4	2	5	1,398
LI noorpullide variant 1 case 1	3		0
hulgast variant 2 case 2	4		0
SD from YB variant 3 case 3	5		0,257
PE aktiivsest lehmapiirkonnast <i>DS from active cow population</i>			3,06
LE kogu populatsioonist <i>DD of total population</i>			1,000

### Selektsiooni täpsus erinevates selektsiooniradades

Isasloomade selektsioon baseerub järglaste järgi hindamisel. Noorpulli kohta hinnatavate järglaste arv sõltub hinnatavate pullide üldarvust ning testseemenduseks ettenähtud lehmade arvust. Eesti holsteini iga noorpulliga tehakse keskmiselt 1200 seemendust, mis teeb 1,8 seemendust lehma kohta, st. 667 tiinestumist. Surnult sünde 10%, st. 67, seega sünnib 600 vasikat, neist lehmvasikaid 300. 300 lehmvasikast poegis 56,4% ning nendest 78,9% lõpetas 1. laktatsiooni. Selektsooniradades PI ja LI teeb see selektsiooni täpsuseks 0,95.

Kui aastas valitakse 150 pulliema ning hinnatakse 15 kodumaist noorpulli, s.t. 10 lehma iga hindamisele mineva noorpulli saamiseks, siis selektsiooniraja PE selektsiooni täpsus on 0,66.

Kui lehma keskmine vanus on 5 aastat ja 9 kuud, s.o. 69 kuud, ning 32,4 kuud on vanus esimesel poegimisel, siis on lehm karjas 69–32,4=36,6 kuud. Keskmine poegimisvahemik on 407 päeva, s.o. 13,3 kuud. 36,3:13,3=2,73 poegimist ema kohta. 2,73:2=1,36 tütar ema kohta. Tulenevalt eeltoodust on selektsiooniraja LE selektsiooni täpsus 0,3.

### Selektsiooniedu erinevates selektsiooniradades

**Table 3.** Selektsooniedu (R) ja selektsiooni intensiivsused (i) erinevates selektsiooniradades  
**Table 3.** Response to selection (R) and different selection intensities (i) in different selection path

Selektsioonirada <i>Selection path</i>	Selektsiooni intensiivsus (i) <i>Selection intensity (i)</i>	Täpsus ( $r_{IH}$ ) <i>Accuracy (<math>r_{IH}</math>)</i>	Selektsiooniedu (R) <i>Response to selection</i> (R)	Generatsioonivahemik (L) <i>Generation</i> <i>interval (L)</i>
PI variant 1 case 1	0,4	0,95	224,2	7
SS variant 2 case 2	1,057	0,95	592,4	7
variant 3 case 3	1,087	0,95	609,3	7
variant 4 case 4	1,398	0,95	783,6	7
LI variant 1 case 1	0	0,95	0	6,8
SD variant 2 case 2	0	0,95	0	6,8
variant 3 case 3	0,257	0,95	114	6,8
PE DS	3,06	0,66	1191,6	6
LE DD	1	0,30	177,0	4,5

**Tabel 4.** Nelja selektsiooniraja geneetiline osakaal eesti holsteini aretusprogrammis**Table 4.** Genetic contribution and its components for each for the 4 selection paths in Estonian Holstein breeding program

Selektsiooni- rada <i>Selection path</i>	Selektsiooni intensiivsus <i>Selection intensity (i)</i>	Generatsiooni intervall (L) <i>Generation interval (L)</i>	Selektsiooni täpsus ( $r_{IH}$ ) <i>Selection accuracy (<math>r_{IH}</math>)</i>	Selektsiooniedu (R) (kg/aasta) <i>Response (R) (kg/year)</i>	% selektsiooni- edus <i>% contribution to genetic gain</i>
PI	1,398	7	0,95	111,9	30,2
PE	3,06	6	0,66	198,6	53,5
LI	0,257	6,8	0,95	21,2	5,7
LE	1,0	4,5	0,30	39,3	10,6

Reaalselt võiks eesti holsteini lehmapiopulatsiooni suuruseks lugeda 100 000 looma ning karja keskmiseks vanuseks 3 laktatsiooni, seega 33% lehmadest tuleks igal aastal asendada. Et poegimisvahemik on 13,3 kuud, siis peaks kadusid mitte arvestades asenduskarjaks võtma 73,3% sündinud lehmvasikatest. Eeldades mõningast kaotust pidamisperioodil, kaasa arvatud surnult sünnid, võiks see number olla veidi suurem, näiteks 90%. Seega, selektsioonirajas LE (lehmaemad) oleks vajalik 90% lehmade järglased võtta igal aastal karja täienduseks ning seega ei saa ka selektsiooni intensiivsus olla kuigi suur. Nii on holsteinide selektsiooni intensiivsus lehmaemade selektsioonirajas Hollandis 0,424 (Ab Groen, 1989), Kanadas 0,35 (Dekkers, 1992) ning Austraalias 0,47 (Werf, 2000). Eesti holsteinide lehmaemade selektsiooni intensiivsus on tunduvalt kõrgem kui eelpool nimetatud maades, kuna meil on asenduslehmnoorkarja osa 25,6% (Hollandis 75%, Kanadas 80% ning Austraalias 70%). Loomi lihtsalt ei jätku.

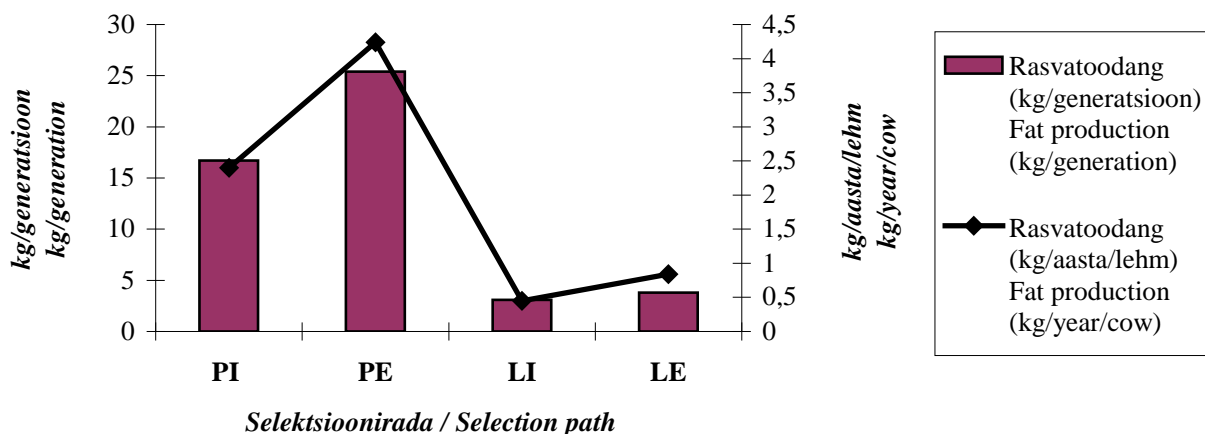
Eesti holsteini pulliemade valik tagab kõrge selektsiooni intensiivsuse ( $i=3,06$ ). Hollandis, Kanadas ja Austraalias on pulliemade valiku intensiivsus eelpool tsiteeritud autorite andmetel vastavalt 3,367, 2,42 ja 2,79.

Eesti holsteini pulliisade valiku intensiivsus on kõikide stsenaariumide korral suhteliselt madal (tabel 2). Kõige kõrgem on see variandi puhul, kus pulle kasutatakse 2 aastat ja neil hinnatakse 5 poega. Selektiivse intensiivsus 1,398 on aga võrreldes Hollandi, Kanada ja Austraaliaga madal (vastavalt 2,135, 2,42 ning 2,65). Lehmisade puhul on selektsiooniedu saamiseks arvestatav ainult variant, kus pulle kasutatakse 5 aastat ( $i=0,257$ ), teiste stsenaariumide korral on selektsiooni intensiivsus 0 ning see kõrvaldab lehmisade panuse selektsiooniedusse täielikult. Hollandi, Kanada ja Austraalia holsteinide lehmisade selektsiooni intensiivsused on vastavalt 1,842; 1,76 ning 1,76.

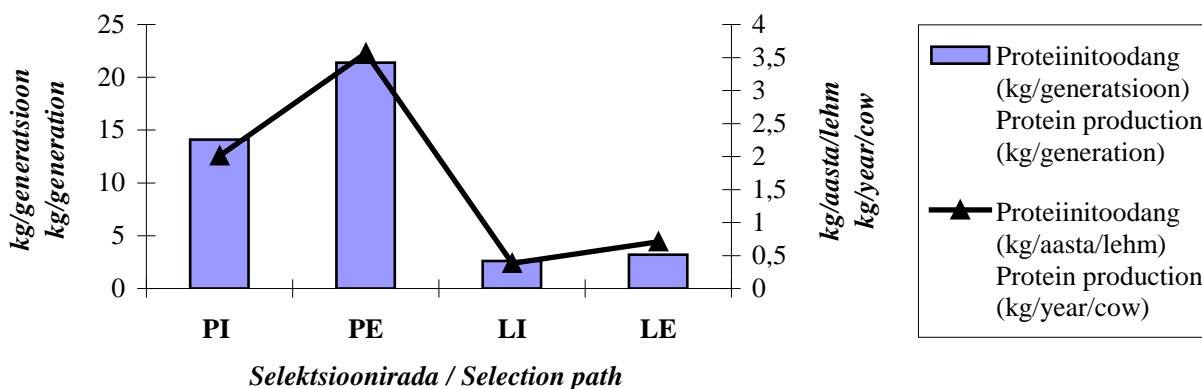
Et selektsiooniedu on lineaarses sõltuvuses selektsiooni intensiivsusest, generatsiooni intervallist ja selektsiooni täpsusest, on erinev ka erinevatest selektsiooniradadest saadav geneetiline progress. Kui tavapäraselt peaks geneetiline progress suuresti olenema pulliisade valikust ning sealt saadav selektsiooniedu võiks olla 45% kogu selektsiooniedust (Werf, 2000), siis meil on pulliisade osakaal geneetilises progressis 30,2%. Eesti holsteini pulliemade osakaal on seetõttu tavapärasest suurem, ulatudes 53,5%-ni. Lehmisade ja lehmaemade osakaal valikuedus on väike, vastavalt 5,7% ja 10,6%.

Et aretuseesmärk ehk agregaatgenotüüp on defineeritud piimakomponentide toodangute majanduslike väärtuste summana (nn. kandja, mille moodustab vesi ja laktoos; rasv ja valk), siis on selektsiooniedu esitatud ka piimakomponentide selektsioonieduna (joonised 2...4). Nagu selgub, on piimakomponentide selektsiooniedu kõige kõrgem pulliemade ja pulliisade selektsioonirajas, lehmisade ja lehmaemade selektsioonirajas on piimakomponentide selektsiooniedu madalam (tabel 5).

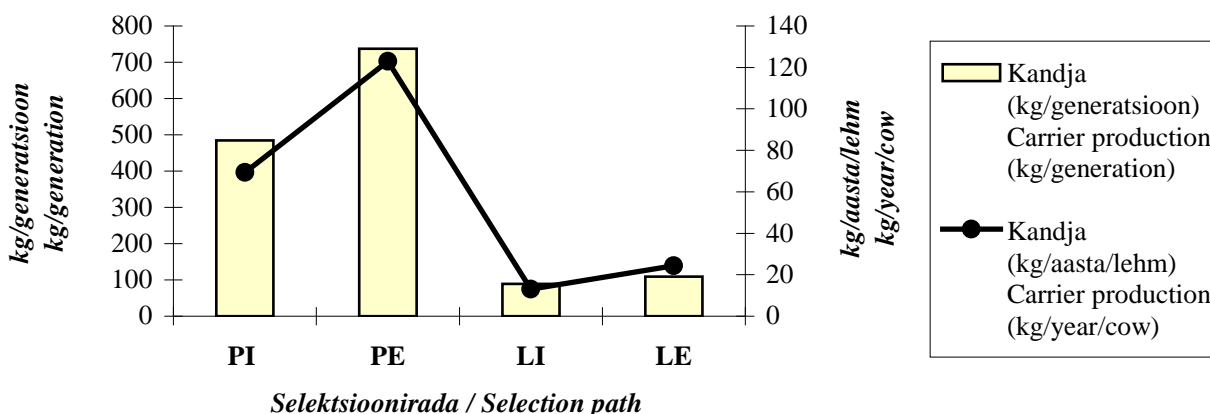
Eesti holsteini aretusprogrammi selektsiooniedu tervikuna on  $0,16\sigma_H$  (e. 0,16 geneetilist standardhälvet). Geneetilise standardhälbe suuruseks on 590 kg (Pärna, Saveli 1998). Seega on eesti holsteini aretusprogrammi selektsiooniedu aastas 92,8 kg lehma kohta. Selektiivsele aastas majanduslik väärtus on 103,7 krooni lehma kohta (tabel 6). Et eesti holsteini lehmapiopulatsiooni suuruseks on 105 800, siis eesti holsteini aretusprogrammi selektsiooniedu majanduslik väärtus aastas on umbes 11 miljonit krooni.



Joonis 2. Rasvatoodangu seleksiooniedu  
Figure 2. Response of fat production



Joonis 3. Proteiinitoodangu seleksiooniedu  
Figure 3. Response of protein production



Joonis 4. Kandja toodangu seleksiooniedu  
Figure 4. Response of carrier production

**Tabel 5.** Piimakomponentide selektsiooniedu  
**Table 5.** Response in milk carrier, fat and protein production

Selektiioonirada <i>Selection path</i>	Selektsiooni intensiivsus <i>Selection intensity</i> (i)	Generatsiooni intervall <i>Generation interval</i> (L)	Selektsiooniedu generatsioonis (kg) <i>Response in generation (kg)</i>			Selektsiooniedu aastas (kg) <i>Response in year (kg)</i>		
			Kandja <i>Carrier</i>	Rasv <i>Fat</i>	Valk <i>Protein</i>	Kandja <i>Carrier</i>	Rasv <i>Fat</i>	Valk <i>Protein</i>
PI	1,398	7	484,8	16,7	14,1	69,3	2,39	2,01
PE	3,06	6	737,2	25,4	21,4	122,9	4,24	3,57
LI	0,257	6,8	89,1	3,1	2,6	13,1	0,45	0,38
LE	1,0	4,5	109,5	3,8	3,2	24,3	0,84	0,71

**Tabel 6.** Piimakomponentide selektsiooniedu majanduslik väärtus  
**Table 6.** Genetic response in individual traits and their economic value

Tunnus <i>Trait</i>	Selektsiooniedu (kg/aasta) <i>Genetic response</i> /year kg	Piimakomponendi majanduslik väärtus (kr./kg) <i>Economic value (EEK) unit</i> <i>expressed</i>	Selektsiooniedu majanduslik väärtus (kr./aasta) <i>Economic value (EEK) of the</i> <i>response</i>
Kandja (kg) <i>Milk carrier (kg)</i>	57,4	0,978	56,14
Rasv (kg) <i>Fat yield (kg)</i>	1,98	5,051	10,0
Proteiin (kg) <i>Protein yield (kg)</i>	1,67	22,48	37,54
Kokku			103,7

## Aretusedu suurendamise võimalused

Aretusprogrammi hindamisel on oluline teada, kus asuvad kõige suuremad aretusedu võimalused. Et need kanalid on aretusedu tekkimise/tekitamise võtmekohad, on nende muutmine efektiivne. Head aretusprogrammi ei iseloomusta mitte keeruliste reproduktsiooni biotehnoloogia meetodite ja keeruka geneetilise hindamise tarkvara kasutamine, vaid majanduslikult põhjendatud ning efektiivsed otsused, mis arvestavad ressursside limiteeritust (Werf, 2000). Alljärgnevalt vaadeldakse mõningaid stsenaariume eesti holsteini aretusprogrammi koostamisel, mis võiksid aretusedu suurendada.

### 1. Generatsiooni intervalli lühendamine

Generatsiooni intervall on vanemate keskmine vanus järglaste sünnimomendil. Kui generatsiooni intervall on lühike, saavad nooremad loomad näidata oma geneetilist potentsiaali kiiremini. Kui soovime saada positiivset geneetilist trendi, peavad nooremad loomad olema paremad kui vanemad loomad. Efektiivne aretusprogramm peaks seetõttu püüdma hoida generatsiooni intervalli lühikesena. Kui eesti holsteini aretusprogrammis vähendada pullide generatsiooni intervall 6,5 aastani ja lehmadel 4,5 aastani, siis selektsiooniedu aastas suureneb 92,8 kg-lt 104,4 kg-ni e. 12,5%. Seega seisame aretusprogrammi optimeerimisel probleemi ees, kas eelistada nooremaid või vanemaid loomi. Kuigi nooremad loomad on paremad väikese generatsiooniintervalli tõttu, on nende aretusväärtuse täpsus tavaliselt vanemate loomad omast märksa väiksem. Kuigi vanemate loomade aretusväärtus on täpsem, viib nende kasutamine suurema generatsiooniintervalli tekkimiseni. Teine argument vanemate loomade kasutamise vastu on see, et eeldatavalt on neil madalam aretusväärtus. Kui vaadelda selektsiooniedu aastas, siis loomad, kes on sündinud x aastat varem, on ka x korda väiksema selektsioonieduga (Werf, 2000). Õnneks on lahendus probleemile lihtne. Generatsiooni intervalli optimeerimiseks tuleb lihtsalt valida parimate aretusväärtustega loomad. Seega loomade valimine aretusväärtuse alusel optimeerib automaatselt generatsiooni intervalli.

## 2. Noorpullide kasutamine

Noorpullide generatsiooni intervall on lühem ning seetõttu võiks teha näiteks 20% parandajate pullidega tehtavatest seemendustest hindamata noorpullide spermaga. Meie analüüs näitas, et selektsiooniedu oleks sel juhul aga ikkagi  $0,16\sigma_H$ . Seega aretusstsenaarium, kus osa parandajate pullide asemel kasutatakse hindamata noorpulle, selektsiooniedu ei muutnud. Kaotus, mis saadakse noorpullide kasutamisest (selektsiooni täpsus on neil 0), kompenseeritakse lühema generatsiooniintervalliga. Werfi (2000) järgi on hindamata noorpullid keskmiselt siiski paremad kui see generatsioon, mille hulgast parandajad pullid on valitud, kuna nad põlvnevad eliitvanemate nooremast generatsioonist. Noorpullid võivad seega olla parandajate pullidega küllaltki konkurentsivõimelised. Noorpullide kasutamise risk on seotud sellega, et nende aretusväärtus pole täpselt teada.

## 3. Embrüosiirdamise kasutamine pulliemade selektsioonirajas

Selektsiooniedu suurendamise ühe võimalusena vaadeldakse embrüosiirdamise kasutamist eesti holsteini pulliemadelt järglaste saamiseks. Embrüosiirdamise osatähtsus pulliemadelt järglaste saamisel varieerus 25...100%-ni ning eraldi leidis käsitlemist superovulatsiooni ja embrüosiirdamise süsteem MOET (MOET, *Multiple Ovulation and Embryo Transfer*, inglise k.).

Selektsiooniedu pulliemade selektsioonirajas suurenes embrüosiirdamise protsendi suurenemisega (tabel 7 ja 8, joonis 5). Kui ilma embrüosiirdamiseta oli pulliemade selektsioonirajas geneetiline progress 198,6 kg piima aastas, siis 100% embrüosiirdamise puhul tõusis see 215,3 kg/aastas e. 8,4%. Kogu programmi selektsiooniedu suurenes 92,8-lt kg/aasta/lehm 96,9-ni kg/aasta/lehm, e. 4,4 %.

MOET tähendab superovulatsiooni ja embrüosiirdamise ühendatud meetodit. Lehmad superovuleeritakse, seemendatakse, seejärel kogutakse neilt mitu embrüot, mis viiakse teistesse lehmadesse, kes kasvatavad neid poegimiseni, kuid ei osale aretusprogrammi geneetilises osas. MOET tulemusena suureneb lehmade viljakus, mis annab võimaluse suurendada selektsiooni intensiivsust, vähendada generatsiooni intervalli ning suurendada selektsiooni täpsust suurema arvu täisõvede saamise tulemusena (Werf, 2000). Esimene grupp, kus sellise tehnoloogia rakendamine on kasulik, on pulliemadelt järglaste saamine. See tõstab selektsiooni intensiivsust pulliemade selektsioonirajas. Oletame, et kõigilt superovuleeritud pulliemadelt saadakse aastas 5 järglast. Siis on 150 pulliema asemel vaja ainult 30 eliitlehma. Selektiivse intensiivsuse pulliemade selektsioonirajas suureneks 3,06-lt 3,687-ni ning selektsiooniedu aastas 198,6-lt kg-lt 239,3 kg-ni e. 20,5%. Kui kõik pulliemad saadakse MOET-süsteemi abil, siis eesti holsteini aretusprogrammi geneetiline progress oleks 10,9% e. 102,9 kg piima aastas lehma kohta.

**Tabel 7.** Selektiivsed PE selektsioonirajas embrüosiirdamise puhul  
**Table 7.** Response to selection in the path SD in different share of embryo transfer

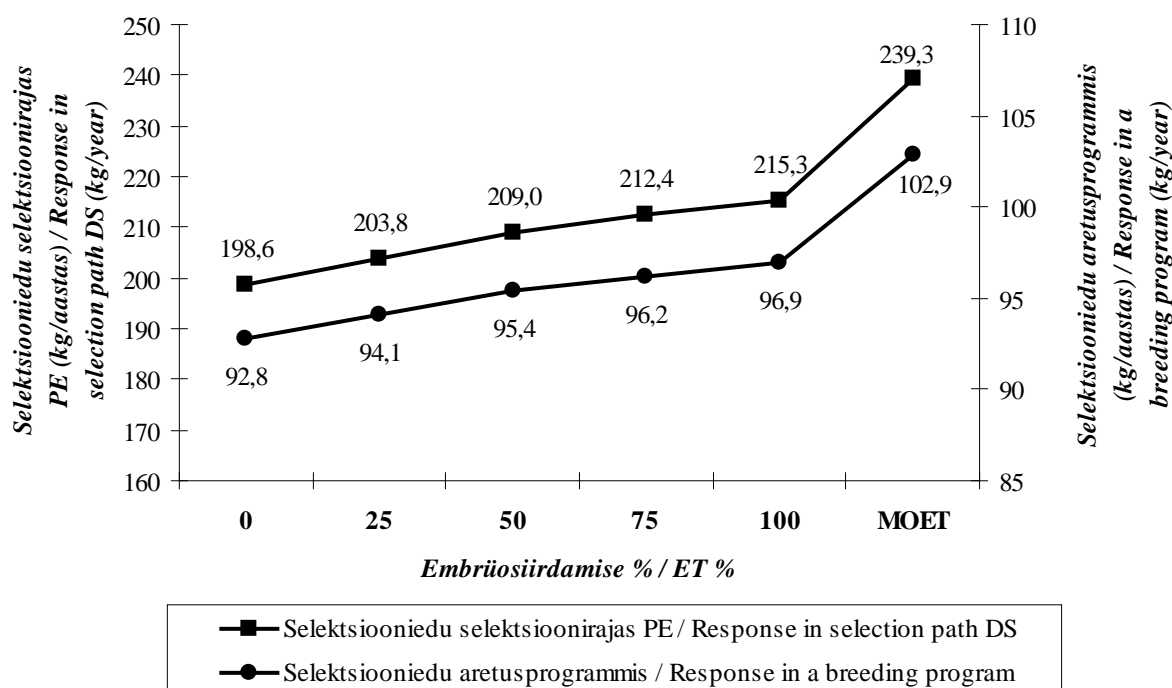
Embrüosiirdamise (ET) % <i>ET %</i>	Selektiivse intensiivsuse <i>Intensity (i)</i>	Selektiivse (kg/generatsioon) <i>Response per generation</i>	Selektiivse (kg/aastas) <i>Response per year</i>	Selektiivse suurenemine (%) <i>% contribution to genetic gain</i>	Pulliemade arv <i>Number of dams of sires</i>
0	3,06	1191,6	198,6		223,9
25	3,142	1222,7	203,8	2,6	162,9
50	3,22	1253,9	209,0	6,2	127,9
75	3,273	1274,5	212,4	6,9	105,3
100	3,317	1291,6	215,3	8,4	89,6
MOET	3,687	1435,7	239,3	20,5	30

Nicholas ja Smith (1983) näitasid oma ephohirajavas töös, et MOET mõju aretusprogrammile võib olla palju suurem (kuni 30%), kui aretusprogramm on täielikult ümber struktureeritud. Põhiidee on selles, et kui pulliemadel oleks rohkem järglasi, oleks noorpullide aretusväärtust lihtne saada mitte järglaste, vaid poolõvede andmete alusel. See vähendaks küll selektsiooni täpsust, kuid kaotuse kompenseeriks pullide generatsiooni intervalli lühenemine. Kuigi Nicholas ja Smith ülehindasid mõnevõrra MOET aretusprogrammide potentsiaalset selektsiooniedu (Werf, 2000), on nende töö suur tähtsus aretusprogrammide koostamise mõistmisel. Nad näitasid, et uued reproduktsiooni biotehnoloogia meetodid mitte lihtsalt ei muuda traditsiooniliste aretusprogrammide üksikuid parameetreid, pigem tuleb kasutusele võtta alternatiivsed programmid, et kasutada selliseid tehnoloogiaid märksa efektiivsemalt.



**Tabel 8.** Aretusprogrammi seleksiooniedu (kg/aasta/lehm) embrüosiirdamise (ET) puhul  
**Table 8.** Response to selection in Estonian Holstein breeding program

Seleksioonirada <i>Selection path</i>	ET % PE-s / <i>ET in selection path DS</i>					
	0	25	50	75	100	MOET
PI <i>SS</i>	111,9	111,9	111,9	111,9	111,9	111,9
PE <i>DS</i>	198,6	203,8	209,0	212,4	215,3	239,3
LI <i>SD</i>	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
LE <i>DD</i>	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3	39,3
Seleksiooniedu aretusprogram- mis kg/aasta/lehm <i>Response in a breeding program</i> (kg/year/cow)	92,8	94,1	95,4	96,2	96,9	102,9
Aretusprogrammi seleksiooniedu suurenemine %-des <i>Gain of response (%)</i>	–	1,4	2,8	3,7	4,4	10,9



**Joonis 5.** Seleksiooniedu embrüosiirdamise erinevate variantide korral  
**Figure 5.** Response to selection with embryo transfer and MOET

## Kasumiindeks

Piimakomponentidel on erinev hind. See tähendab, et ka pullide kasutamise filosoofia peab arvestama asjaolu, et teatud pullide tütreid on majanduslikult kasulikud, mis teeb nende pullide majandusliku aretusväärtuse kõrgemaks. Selleks, et hinnata pulle nende majandusliku aretusväärtuse alusel, peab arvestama piimakomponentide majanduslikku väärtust, nende geneetilisi parameetreid ja omavahelisi geneetilisi seoseid ning produktsiooni maksumust. Piimakomponentide majanduslike väärtuste ning pullide piimakomponentide aretusväärtuse alusel oleme välja töötanud kasumiindeksi (KI). KI annab piima kandja ning rasva- ja valgutoodangu majanduslikeks kaaludeks vastavalt 0,978, 5,051 ja 22,48 kr./kg. Pullide kasumiindeksit on lihtne arvutada iga pulli jaoks, kellel on ametlik aretusväärtus. Seejuures mõõdab KI pullide geneetilist majanduslikku kasulikkust – kasumit, mida pull annab edasi oma tütardele, tulenevalt tema geneetilisest paremusest.

$$\text{Kasumiindeks} = 0,978 \text{ ETA}_{\text{Kandja}} + 5,051 \text{ ETA}_{\text{Rasv}} + 22,48 \text{ ETA}_{\text{Valk}}$$

Kandja, rasva ja valgu ETA on pulli pool aretusväärtust ning kasumiindeks väljendab pullilt saadavat kasumit kroonides tütre laktatsiooni kohta. KI-d kasutati mõnede eesti holsteini pullide hindamiseks. Tulemused on esitatud tabelis 9 ja 10 ning põhinevad Bulitko (2000) andmetel.

**Tabel 9.** Eesti holsteini hinnatud pullide aretusväärtused IV 2000. a.

**Table 9.** Profit Index (PI) and SPAV (RBV for production) of Estonian Holstein bulls in IV 2000

Pulli nimi <i>Bull</i>	TR nr. <i>Herdbook No.</i>	SPAV <i>SPAV</i>	Kasumiindeks (KI) (kr./tütre laktatsiooni kohta) <i>Profit Index (EEK/daughter lactation)</i>	Pullide paremusjärjestus <i>Superiority of bull</i>	
				SPAV-i alusel <i>based on SPAV</i>	kasumiindeksi (KI) alusel <i>based on PI</i>
E Lambro ET	5842	145	1746	1	1
BB Jaco ET	5841	141	1582	2	2
Profil ET	5965	130	1186	3	3
H P Jaap	5840	129	1057	4	4
Marbel ET	5000	128	785	5	8
Dr Lutz ET	5844	122	838	6	6
Lamberg ET	5843	120	889	7	5
Nils	5706	118	817	8	7
Maldon	5748	118	730	9	10
Randu	5782	118	479	10	13
Amper	5740	118	691	11	11
Melvin	5712	116	672	12	12
Luksor	5788	113	753	13	9

**Tabel 10.** Eesti holsteini hinnatud pullide aretusväärtused IV 2000. a. (imporditud sperma)

**Table 10.** Profit Index (PI) and SPAV (RBV for production) of Estonian Holstein bulls in IV 2000 (imported semen)

Pulli nimi <i>Bull</i>	TR nr. <i>Herdbook No.</i>	SPAV <i>SPAV</i>	Kasumiindeks (KI) (kr./tütre laktatsiooni kohta) <i>Profit Index (EEK/daughter lactation)</i>	Pullide paremusjärjestus <i>Superiority of bull</i>	
				SPAV-i alusel <i>based on SPAV</i>	kasumiindeksi (KI) alusel <i>based on PI</i>
Glenwood ET	62585	144	1535	1	2
Zebo	62511	141	1646	2	1
Magic ET	62814	140	1441	3	3
Metro ET	62266	131	1422	4	4
Dorado ET	65303	127	1043	5	6
Asterix ET	65690	127	1003	6	7
Magnum	65787	124	1123	7	5

## Kokkuvõte

Eesti holsteini 4 seleksioonirajaga (pulliisad, pulliemad, lehmaisad, lehmaemad) aretusprogrammi optimeerimisel on aastane seleksiooniedu 92,8 kg piima lehma kohta. Nelja seleksiooniraja geneetiline osakaal on erinev: kõige suurem on seleksiooniedu pulliemade osakaal – 53,5%, pulliisade osakaal on 30,2%, lehmaisadel 5,7% ja lehmaemadel 10,6%. Aretusprogrammi seleksiooniedu tervikuna on  $0,16\sigma_H$ . Seleksiooniedu majanduslik väärtus aastast on 103,7 krooni lehma kohta ning kogu programmi geneetilise progressi majanduslik väärtus aastast 11 miljonit krooni. Generatsiooni intervalli lühendamisega saab aretusedu suurendada 12,5%. Perspektiivseks saab lugeda ka 20% parandajate pullidega tehtavate seemenduste asendamist hindamata noorpullide spermaga. MOET kasutamine suurendab seleksiooniedu pulliemade seleksioonirajas 20,5% ning kogu programmis tervikuna 10,9%. Meie poolt välja töötatud pullide kasumiindeks võimaldab hinnata pullide majanduslikku aretusväärtust – kasumit, mida pull annab edasi oma tütardele, tulenevalt tema geneetilisest paremusest.

*Uurimistööd toetas Eesti Teadusfond, uurimistoetus 3154. Autorid tänavad põllumajanduskandidaat Ü. Jaakmat innustava diskussiooni eest artikli retsenseerimisel.*

## Kirjandus

- Bulitko, T. Holsteini pullid. – Tõuloomakasvatus, nr. 4, lk. 3...6, 2000.
- Brascamp, E. W. Anim. Breed. Abstr., 52, p. 645...654, 1989.
- Brascamp, P., Bovenhuis, H., Van der Werf, J. Animal Genetics. – Wageningen Agricultural University, 1995. – 144 p.
- Dekkers, J. C. M. Structure of breeding programs to capitalize on reproductive technology for genetic improvement. – J. Dairy Sci., vol. 75, p. 2880...2891, 1992.
- Gibson, I. P. An Introduction to the Design and Economics of Animal Breeding Strategies. – Guelph, Ontario, Canada, 1995. – 233 p.
- Groen, A. F. Cattle breeding goals and production circumstances. – Ph.D. Thesis, Department of Farm Management and Department of Animal Breeding, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 1989.
- Groen, A. F., Van Arendonk, I. Breeding Programmes. – Wageningen Agricultural University, 1997. – 98 p.
- Nicholas, F. W., Smith, C. Increased rates of genetic change in dairy cattle by embryo transfer and splitting. – Anim. Prod., vol. 36, p. 341...353, 1983.
- Pärna, E., Saveli, O. Economic Value of Milk Components in Cattle Breeding. – Proc. of 3<sup>th</sup> Baltic Animal Breeding Conference, Riga, p. 15...17, 1997.
- Pärna, E., Saveli, O. Selection on the major components of milk to maximise profit in dairy herds. – Proc. of the 6<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, NSW, Australia, vol. 25, p. 399...402, 1998.
- Pärna, E., Ap Dewi, I., Kaart, T., Saveli, O. Piirsalu, P. Derivation of economic values in cattle breeding. – Proc. Baltic Animal Breeding Conference IV, Tartu, p. 50...53, 1998.
- Rendel, J. M., Robertson, A. Estimation of milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. – Genetics, 50, 1, p. 1...8, 1950.
- Wagenaar, D., Van Arendonk, J., Kramer, M. Selection index program (SIP). – User manual. Wageningen Agricultural University, 1995.
- Weigel, K., Rekaya, R., Fikse, F., Zwald, N., Gianola, D. Preliminary report on international dairy size evaluation using individual performance records. – Proc. of the 2000 Interbull Meeting. Bled, Slovenia, 25, p. 3...7, 2000.
- Werf, J. Animal Breeding. Use of New Technologies. – Ed. B. Kinghorn, J. van der Werf and M. Ryan., University of Sydney, 2000. – 308 p.
- Wilmink, J. B. M. Livestock Production Science, 20, p. 299...316, 1988.