

Suomenkarjan kokonaistaloudellisuus muihin rotuihin verrattuna

Pekka Huhtanen

Helsingin Yliopisto
Kotieläintieteen laitos

Helsinki 1982

Julkaisijat:

Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin Yliopisto, Viikki
Kotieläinjalostuslaitos, Maatalouden Tutkimuskeskus, Jokioinen

KOTIELÄINJALOSTUKSEN TIEDOTE-SARJASSA ILMESTYNYT:

1. UUSITALO, H., 1975. Valintaindeksien rakentaminen kanojen jalostusarvostelua varten. Lisensiaattityö, 119 s.
2. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1975. Nuoren lihanaudan teurasominaisuuksien arvioimisesta. Lisensiaattityö, 197 s.
3. MAIJALA, K., 1975. Kotieläinjalostus ja sen tutkimus. Esitelmä maataloustutkimuksen päivillä, 26 s.
4. HELLMAN, T., 1975. Maidon lysotsyymiaktiivisuudesta ja utaretulehduksesta Viikin karjassa. Pro gradu-työ, 77 s.
5. MAIJALA, K., 1975. Pohjoismaiden maataloustuotanto tulevaisuuden resurssitilanteessa. Esitelmä Pohjoismaiden Maataloustutkijain Yhdistyksen 15. kongressissa Reykjavikissa, 36 s.
6. MAIJALA, K., 1975. 50 vuotta kotieläinten jalostustutkimusta Suomessa — tutkimus tänään ja huomenna. Esitelmä Maa- ja kotitalouden Erikoisyhdistysten Liiton luentopäivillä Helsingissä 28.11.1974, 21 s.
7. NIEMINEN, P., 1975. Ultraäänikuvauksella arvioidun lihakuuden yhteys sonnien kasvukoetuloksiin. Pro gradu-työ, 95 s.
8. MAIJALA, K., 1975. Yleisiä näkökohtia kotieläinten jalostustavoitteiden määrittelyssä. Esitelmä Pohjoismaiden Maataloustutkijain Yhdistyksen 15. kongressissa Reykjavikissa 3.7.1975, 18 s.
9. OJALA, M., PUNTILA, MARJA-LEENA, VARO, M. & LAAKSO, P., 1976. Sonniemittauksia yksilötestausasemilla, 45 s.
10. HELLMAN, T., OJALA, M. & VARO, M., 1976. Ultraäänikuvauksen käyttö pössien yksilöarvostelussa, 15 s.
11. LINDSTRÖM, U., 1976. Voidaanko jalostuksella vaikuttaa utaretulehdusalttiuteen? 19 s.
12. RUOHOMÄKI, HILKKA & HAKKOLA, H., 1976. Lihantuotantokokeiden tuloksia, 15 s.
13. LAMMASPÄIVÄ, Viikki 2.2.1977, 21 s.
14. JOKINEN, LIISA & LINDSTRÖM, U., 1977. Pillereiden ei-uusintatulokset 4 vuoden säilytyksen jälkeen verrattuna tuloksiin 1 vuoden säilytyksen jälkeen, 12 s.
15. LINTUKANGAS, S., 1977. Erilaisten virhelähteiden ja erityisesti tuotostason ja maantieteellisen alueen vaikutus Ay-sonniemittauksien jälkeläisarvosteluun. Pro gradu-työ, 114 s.
16. MAIJALA, K. & SYVÄJÄRVI, J., 1977. Mahdollisuudesta kehittää monisyntyävää nautakarjaa valinnan avulla, 23 s.
- 17 a-d. Rehuhyötysuhdetta käsittelevät esitelmät. Suomen Maataloustieteellisen Seuran kokous 26.1.1977.
18. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1977. Erirotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160 kilon teuraspainossa, 12 s.
19. Nauta- ja sikapäivä 14.11.1977.
20. LINDSTRÖM, U., 1978. Maidon valkuainen, 13 s.

SUOMENKARJAN KOKONAISTALOUDELLISUUS
MUIHIN ROTUIHIN VERRATTUNA

Pekka Huhtanen
Kotieläinten jalostustieteen
laudaturtyö 1982

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

Sivu

1.	JOHDANTO.....	1
2.	LYPSYKARJAROTUJEN LUKUMÄÄRÄN KEHITYS 1960 - 1980	2
3.	MAIDONTUOTANTO.....	4
3.1.	Maito-, rasva- ja valkuaistuotos.....	4
3.2.	Maidon koostumus.....	8
3.3.	Maidon koostumuksen vaikutus maidon hintaan...	9
4.	ELOPAINO.....	10
4.1.	Lehmän elopainon määrittäminen ja elopainon huomioonottaminen maidontuotantokykyä arvioidaessa.....	10
4.2.	Hiehoajan kasvun ja elopainon vaikutus maidontuotantoon.....	13
4.3.	Lehmän koon vaikutus maidontuotantoon.....	17
4.3.1.	Elopaino.....	17
4.3.2.	Kehon mitat.....	24
4.3.3.	Tuotanto painoyksikköä kohti.....	25
4.4.	Elopainon vaikutus rehun syöntiin ja rehun syönnin vaikutus maidontuotantoon ja rehun hyväksikäyttöön.....	26
4.5.	Elopainon vaikutus rehun hyväksikäyttöön.....	31
3.6.	Elopainon vaikutus taloudelliseen tehokkuuteen.....	37
4.7.	Suomalaisten lehmien elopaino.....	39
5.	TEOREETTINEN LASKELMA ERI ROTUISTEN LEHMIEN ELOPAINON VAIKUTUKSESTA REHUN HYVÄKSİKÄYTTÖÖN JA TALOUDELLISUUTEEN.....	41
5.1.	Laskelman perusteet.....	41
5.2.	Elopainon vaikutus maidontuotantoon.....	43
5.3.	Elopainon vaikutus rehun hyväksikäyttöön.....	48
5.4.	Elopainon vaikutus dieetin väkirehu-karkearehusuhteeseen.....	51
5.5.	Elopainon vaikutus taloudelliseen tulokseen...	53

	Sivu
6. LIHANTUOTANTO.....	57
7. KÄYTTÖOMINAISUUDET.....	62
7.1. Lypsettävyys.....	62
7.2. Hedelmällisyys ja sukukypsyys.....	63
7.3. Terveys.....	65
7.3.1. Utareterveys.....	65
7.3.2. Vasikkakuolleisuus ja poikimisvaikeudet.....	66
7.3.3. Puutostaudit.....	67
7.4. Muut ominaisuudet.....	68
8. YHTEENVETO.....	69
KIRJALLISUUSLUETTELO.....	74

1. JOHDANTO

Suomenkarjan osuus maamme lehmistä on vähentynyt viimeisen parin vuosikymmenen aikana noin 50 %:sta 3 - 4 %:iin. Mikäli rodun vähentyminen jatkuu tulevaisuudessa nykyistä vauhtia, kuluu vain muutama vuosi sen lähes täydelliseen häviämiseen. Täydellistä häviämistä tuskin pääsee tapahtumaan, sillä muutamaiset valtion koulutilat on velvoitettu pitämään suomenkarjaa. Lisäksi keinosiemennysasemilla on runsaasti sk-sonnien pakaste-siementä.

Suomenkarjan vähenerisen on arveltu johtuvan pääasiassa sen muita rotuja huonommista maidon- ja lihan tuotanto-ominaisuuksista. Se näyttää kuitenkin joidenkin käyttöominaisuuksien, esimerkiksi hedelmällisyyden osalta, olevan muita rotuja parempi. Samoin sen maidon rasva- ja valkuaispitoisuus on korkeampi kuin muilla roduilla. Lisäksi se on kooltaan muita rotuja pienempi, millä on vaikutusta rehun hyväksikäyttöön. Rotujen kokonaistaloudellisuudesta ei ole tehty tutkimuksia ennen Pohjois-Savon koeasemalla muutama vuosi sitten aloitettua rotuvertailukoetta.

Tässä tutkielmassa on tarkoitus selvittää suomalaisten lypsykarjarotujen ominaisuuksia käytettävissä olevien tietojen ja tutkimustulosten perusteella ja näiden pohjalta arvioida rotujen kokonaistaloudellisuutta.

Eri rotujen maidontuotantokyvyn ja rehun hyväksikäytön vertailussa lehmien elopainolla on keskeinen merkitys. Tämän vuoksi elopainon vaikutusta maidontuotantoon, rehun syönttiin, rehun hyväksikäyttöön ja maidontuotannon taloudellisuuteen on pyritty selvittämään laajemmin ulkomaisen kirjallisuuden avulla.

Maatalouden laskentakeskuksesta saadun aineiston perusteella on selvitetty elopainon vaikutusta eri rotuisten ensikkojen tuotoksiin ja teoreettisten laskelmien avulla elopainon vaikutusta rehun hyväksikäyttöön ja maidontuotannon taloudellisuuteen.

Tässä tutkielmassa ei ole pyritty noudattamaan laudaturtyön perinteistä jakoa kirjallisuusosaan ja omiin tutkimuksiin, koska tämä tutkielma on lähinnä kirjallisuustutkimus. Omien laskelmien tulokset on esitetty samassa yhteydessä kuin elopainon vaikutusta eri ominaisuuksiin on käsitelty laajemmin.

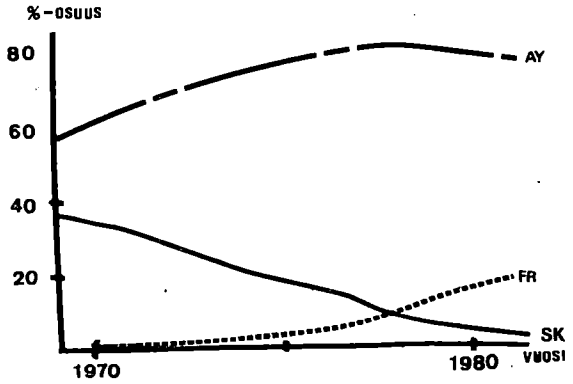
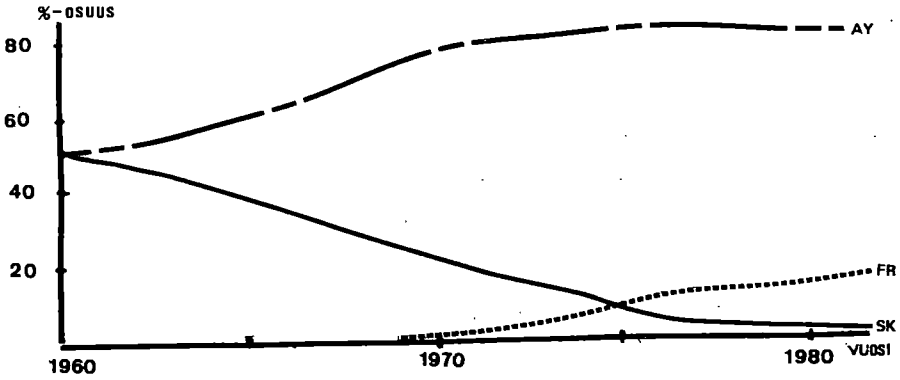
2. LYPSYKARJAROTUJEN LUKUMÄÄRÄN KEHITYS 1960 - 1980

Lypsylehmämäärän ja eri rotujen osuuskien kehitystä voidaan tarkastella Maatilahallituksen otantatietoihin perustuvien laskelmien, karjantarkkailu- ja keinosiemennystilastojen avulla.

Suomenkarjan ja ayrshiren osuus tarkkailulehmistä oli vuonna 1960 lähes sama (50 %), mutta 1960-luvulla ayrshiren osuus alkoi voimakkaasti lisääntyä ja suomenkarjan laskea (kuvio 1). Suomenkarjan osuudessa tapahtui huomattavaa laskua jo ennen friisiläisrodun tuloa maahamme 1960-luvun loppupuolella. Tarkkailuvuoden 1981 lopussa suomenkarjan lehmiä oli enää ainoastaan 6149 eli 2.1 % tarkkailtujen lehmien määrästä.

Lehmien kokonaismäärästä suomenkarjan osuus on suurempi kuin tarkkailulehmistä, joten tarkkailuun kuulumattomilla tiloilla suomenkarjan osuus on suurempi kuin tarkkailutiloilla (kuvio 1). Tarkkailutiloilla siirtyminen suomenkarjasta muihin rotuihin on tapahtunut jonkin verran aikaisemmin. Maatilahallituksen laskelmien mukaan (ANON. 1982) 15.12.1981 suomenkarjan lehmiä oli 25700, joka on 3.8 % lehmien lukumäärästä. Lukumääräisesti suomenkarjaa oli tuolloin ainoastaan 1/14 vuoden 1969 määrästä. Friisiläisten osuus on noussut noin 15 %:iin sekä tarkkailulehmistä että kaikista lehmistä.

Eri rotujen osuudet keinosiemennyksistä poikkeavat jonkin verran edellisistä (kuvio 1). Tähän vaikuttaa liharotuisten sonnien käyttö risteytyksiin sekä friisiläisten käyttö myös ayrshirelle ja suomenkarjalle niiden lihantuotanto-ominaisuuksien parantamiseksi. Friisiläisen osuus siemennyksistä on 5 - 6 %-yksikköä suurempi kuin lehmien lukumäärästä. Ayrshiren osuus siemennyksistä on pysynyt tasaisena, vaikka rodun osuus



Kuvio 1. Eri lypsykarjarotujen osuus tarkkailulehmistä, kaikista lehmistä ja siemennyksistä karjantarkkailu- ja keino-siemennystilastojen mukaan.

lukumäärästä on viime vuosina jonkun verran noussut. Tähän saattaa olla syynä liharotujen ja friisiläisen käytön yleistyminen karjan huonoimmille lehmille maito-lihaohjelman mukaisesti. Suomenkarjan osuus siemennyksistä on jatkuvasti alentunut ja ollut viime vuosina pienempi kuin osuus lehmien määrästä. Nämä seikat viittaavat siihen, että suomenkarjan määrä tulee edelleen vähenemään.

3. MAIDONTUOTANTO

3.1. Maito-, rasva- ja valkuaistuotos

Tärkeimpänä syynä suomenkarjan vähenemiseen on pidetty sen ayrshireä ja friisiläistä huonompaa maidontuotantokykyä. Suomenkarjan maitotuotos on ollut karjantarkkailussa 700 - 800 kg pienempi kuin ayrshiren ja friisiläisen tuotos (taulukko 1, taulukko 2).

Taulukko 1. Tarkkailulehmien maitotuotos roduittain vuonna 1980 (ANON. 1982a).

Rotu	T u o t o s					
	Maitoa, kg	Rasvaa, kg	Valkuaista, kg	4-%:ista maitoa	Rasva-%	Valkuais- %
Ay	5597	246	188	5929	4.40	3.36
Sk	4755	216	162	5112	4.59	3.40
Fr	5676	237	188	5825	4.18	3.31

Taulukko 2. Ensikoiden 305-päivän tuotokset vuosina 1975-1981.

Rotu	T u o t o s					
	Maitoa, kg	Rasvaa, kg	Valkuaista, kg	4-%:ista maitoa	Rasva-%	Valkuais- %
Ay	4667	207	159	4984	4.45	3.34
Sk	3752	171	131	4074	4.59	3.40
Fr	4675	193	154	4779	4.15	3.26
AySk	4221	189	147	4531	4.51	3.35
FrAy	4687	197	154	4842	4.23	3.28
FrSk	4349	186	147	4540	4.30	3.30

Taulukon 2 tuotostiedot on korjattu iän, poikimiskauden ja tyhjäkauden pituuden perusteella ja pitoisuudet iän ja poikimiskauden perusteella. Ensikoilla ayrshiren ja suomenkarjan ero maitotuotoksessa oli suurempi kuin kaikilla lehmillä. Tämä viittaa siihen, että suomenkarjalla ensikoiden osuus kaikista lehmistä on pienempi kuin ayrshirellä. Tavallisesti pienemmät rodut saattavat aikaisemmin sukukypsyyden. Ayrshiren ja friisiläisen suurempaan eroon maidontuotannossa ensikoilla kuin kaikilla lehmillä on syynä ilmeisesti friisiläisen myöhäisempi kehittyminen. Useilla tiloilla, joilla aikaisemmin on pidetty suomenkarjaa, on siirrytty jatkuvan risteytyksen kautta ayrshireen tai friisiläiseen. Aysk- ja frsk-risteytysten maitotuotos on ollut 500 - 600 kg suurempi kuin puhtaan suomenkarjan. Rasva- ja valkuaistuotoksissa rotujen väliset erot ovat pienempiä kuin maitotuotoksissa.

Rotujen maidontuotantokykyä verrattaessa on kuitenkin otettava huomioon lehmän koko. Taulukossa 3 on laskettu tuotokset elopainoa ja metabolista elopainoa ($W^{0.75}$) kohti. Elopainona on käytetty rodun keskimääräistä elopainoa karjantarkkailussa.

Taulukko 3. Maito-, rasva-, ja valkuaistuotos kg:aa elopainoa ja metabolista elopainoa kohti.

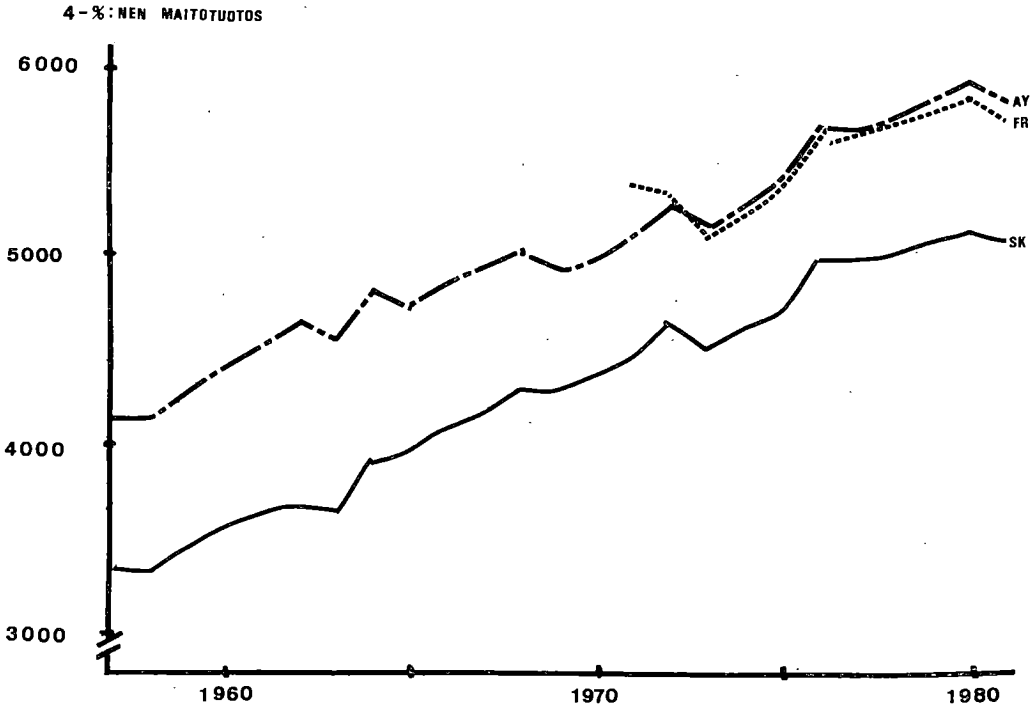
	Elopainokiloa kohti			Metabolista elopainokiloa kohti		
	4-%:ista maitoa	Rasvaa	Valk.	4-%:sta maitoa	Rasvaa	Valkuaista
Kaikki lehmät ay	12.40	0.515	0.393	58.00	2.406	1.839
sk	11.44	0.483	0.362	52.59	2.222	1.666
fr	11.47	0.467	0.370	54.44	2.215	1.757
Ensikot ay	11.20	0.463	0.356	51.27	2.129	1.636
sk	9.70	0.407	0.312	43.91	1.843	1.412
fr	10.17	0.410	0.327	47.27	1.909	1.523

Metabolista elopainoa kohti laskettu maito-, rasva- ja valkuaistuotokset on ayrshirellä korkein. Myös friisiläisellä vastaavat tuotokset ovat korkeampia kuin suomenkarjalla lukuunottamatta kaikkein lehmien rasvatuotosta elopainokiloa kohti.

Ayrshiren ja suomenkarjan ero maitotuotoksessa on vaihdellut jonkin verran eri vuosina (kuvio 2). Friisiläisen 4-%:inen maitotuotos oli 1970-luvun alkupuolella korkeampi kuin ayrshiren, mutta

viime vuosina tilanne on ollut päinvastainen. Osaltaan tähän on saattanut vaikuttaa se, että friisiläiseen on risteytyksissä tullut muitten rotujen perintötekijöitä.

Lypsylehmien ruokinta on 1950-luvun lopulta lähtien muuttunut oleellisesti. Väkirehun osuus rehuyksiköistä on lisääntynyt 21 - 22 %:sta 1950-luvun lopulla noin 40 %:iin ja säilörehun osuus noin 5 %:sta 20 %:iin. Samalla heinän osuus on vähentynyt. Tämä ruokinnan väkevöityminen on vaikuttanut jonkun verran rotujen välisiin eroihin maitotuotoksessa. Vuosina 1956-63, jolloin väkirehun osuus oli keskimäärin 22.9 % rehuyksiköistä, suomenkarjan 4-%:inen maitotuotos oli 81.6 % ayrshiren tuotoksesta ja tuotosero oli 819 kg. Vastaavasti vuosina 1972-80 väkirehun osuus oli keskimäärin 37.2 %, suomenkarjan tuotos 87.3 % ayrshiren tuotoksesta ja tuotosero 710 kg. Ellei suomenkarjan geneettinen edistyminen maidontuotannossa ole ollut nopeampaa kuin ayrshirellä, suomen-



Kuvio 2. Eri rotujen maidontuotannon kehittyminen 1956 - 1981.

karja näyttäisi menestyvän suhteellisesti paremmin väkirehutahtaisella ruokinnalla. LINDSTRÖMin (1969) tutkimuksessa isien sisäisen regressiomenetelmän mukaan vuotuinen geneettinen edistyminen oli ayrshirellä 0.80 % ja suomenkarjalla 1.11 % vuosina 1957 - 68. Vastaava edistyminen pienimmän neliösumman menetelmällä laskettujen konstanttien muutoksesta oli ayrshirellä 0.90 % ja suomenkarjalla 0.99. Absoluuttinen edistyminen oli ayrshirellä kuitenkin hieman nopeampaa.

Pohjois-Savon koeasemalla meneillään olevassa rotuvertailukokeessa ensikkojen herumishuiput olivat ayrshirellä 20.1, friisiläisellä 20.8 ja suomenkarjalla 16.2 kg/pv (ETTALA 1982a). Vastaavat viiden ensimmäisen laktaatiokuukauden tuotokset olivat 2287, 2387 ja 1877 kg sekä 2486, 2489 ja 2026 kg 4-%:iseksi maidoksi laskettuna. Suomenkarjan maitotuotos oli tänä ajanjaksona 81.5 % ayrshiren tuotoksesta. Rotujen välinen ero oli sama kuin vuosien 1975 - 1981 ensikoiden tuotoksissa, mutta suurempi kuin kaikkien tarkkailulehmien tuotoksessa. Friisiläisillä 4-%:inen maitotuotos oli sama kuin ayrshirellä. Vuosien 1975 - 1981 ensikoiden tuotos oli ayrshirellä 200 kg suurempi kuin friisiläisellä (taulukko 2). Ero rotuvertailukokeen ja karjantarkkailuaineiston välillä tässä suhteessa saattaa johtua siitä, että rotuvertailukokeessa muiden rotujen osuus friisiläisessä saattaa olla pienempi kuin karjantarkkailuaineistossa. Lisäksi friisiläislehmiä pidetään käytännön olosuhteissa aikaisemmin suomenkarjan lehmillä tarkoitetuissa parsissa, jotka ovat usein liian pieniä suurempikokoisille lehmillä. Laktaatiokauden alusta lähtien friisiläisensikot ovat olleet parempia säilörehun ja ayensikot parempia heinän syöjiä. Friisiläisellä elopaino on pysynyt poikimisen jälkeisellä tasolla, ayrshirellä laskenut noin 20 kg. Eniten, lähes 10 %, elopaino on laskenut suomenkarjan heinäryhmien eläimillä. Suomenkarja- ja ayrshire-ensikot eivät ole saaneet laktaatiokauden alussa syömästään rehusta riittävästi energiaa, vaan ovat joutuneet käyttämään kudosten varastoja energiatarpeen tyydyttämiseksi. Suomenkarjan suuri elopainon lasku viittaa siihen, että karkearehun syöntikyky ja/tai hyväksikäyttö on huonompi kuin muilla rodiulla. Samaan viittaa

myös ym. ruokinnan muutoksen vaikutus rotujen välisiin tuotoseroihin. Rotuvertailukokeessa väkirehu on annostettu siten, että karkearehusta saadaan ylläpitotarve sekä säilörehuruokinnalla 40 % ja heinäruokinnalla 20 % maidontuotannon vaatimasta energias- ta alle 15 kg:n tuotostasolla. Laktaatiokauden myöhemmässä vaiheessa sk-ensikoilla on ollut vaikeuksia korvata alkuvaiheessa menettämänsä elopaino (ETTALA 1982b). Myös englantilaisessa tutkimuksessa (WOOD ym. 1980) friisiläiset menettivät vähemmän painoaan laktaatiokauden alussa ja niiden energiatase oli lyhyemmän aikaa negatiivinen kuin ayrshirellä ja jerseyllä.

3.2. Maidon koostumus

Maidon koostumuksessa on suomalaisten lypsykarjarotujen välillä eroja. Tarkkailuvuosina 1970/71 - 1980 maidon rasvapitoisuus on ollut ayrshirellä keskimäärin 4.4⁰ %, suomenkarjalla 4.59 % ja friisiläisellä 4.20 % (ANON. 1972b - 1981b). Vuosina 1975 - 1981 ensimmäisen tuotoksen lypsäneillä ensikoilla rasvaprosentit ovat olleet 4.45, 4.59 ja 4.16 vastaavasti. Rotuvertailukokeessa (ETTALA 1982a) heinä- ja säilörehuruokinnalla ayrshirellä maidon rasvapitoisuus oli 4.48 ja 4.68 % (\bar{x} = 4.58), suomenkarjalla 4.36 ja 4.75 (\bar{x} = 4.56) ja friisiläisellä 4.35 ja 4.22 % (\bar{x} = 4.29) viiden ensimmäisen laktaatiokuukauden aikana. Rotujen väliset erot maidon rasvapitoisuudessa ovat rotuvertailukokeessa olleet jonkin verran pienempiä kuin karjantarkkailussa. Karjantarkkailutilastojen mukaan ero ayrshiren ja suomenkarjan maidon rasvapitoisuudessa on pientynyt viimeisen 10 vuoden aikana jonkin verran.

Maidon valkuaispitoisuus on ayrshirellä, suomenkarjalla ja friisiläisellä ollut 3.37, 3.41 ja 3.32 % tarkkailukarjoissa 1979 - 1980 (ANON. 1980b - 1981b), 3.34, 3.40 ja 3.25 % ensikoilla 1975 - 1981 sekä 3.16, 3.21 ja 3.09 % rotuvertailukokeessa (ETTALA 1982a). Rotujen väliset erot ovat olleet samanlaisia näissä aineistoissa.

Maidon valkuais-rasvasuhde on tarkkailukarjoissa 1979 - 1980 ollut ayrshirellä 0.762, suomenkarjalla 0.748 ja friisiläisellä 0.791 sekä ensikoilla vastaavasti 0.751, 0.743 ja 0.781. Friisiläisellä on myös muualla (esim. MMB 1977) maidon valkuais-rasvasuhde ollut korkeampi kuin ayrshirellä tai esim. jerseyllä.

TOUCHBERRYn ym. (1974) mukaan maidon rasva- ja valkuaispitoisuuden välinen positiivinen geneettinen korrelaatio aiheuttaa sen, että haluttaessa tuottaa maitoa, jossa valkuais-rasvasuhde on korkea, rodun valinnalla päästään parempaan tuotokseen kuin jalostuksella. Valkuais-rasvasuhdetta voidaan muuttaa myös ruokinnalla lisäämällä väkirehun osuutta. Maidon koostumuksella saattaa olla jonkin verran vaikutusta energian hyväksikäyttöön maidontuotannossa. Van ESin ja van der HONINGin (1979) mukaan maitovalkuaisen ja laktoosin synteesisä energian hyväksikäyttö on teoreettisesti jonkin verran parempi kuin rasvan synteesisä.

3.3. Maidon koostumuksen vaikutus maidon hintaan

Maidon hinnoittelu suosii tällä hetkellä (1982) laihaan maidon tuottamista kuten seuraavat esimerkit osoittavat. Toisaalta kuitenkin lehmien utareterveyden kannalta olisi parempi tuottaa enemmän kuiva-ainetta ja vähemmän vettä sisältää maitoa (LINDSTRÖM 1978a). Nykyisellä maidon hinnoittelulla maksetaan samasta määrästä (5000 kg) suomenkarjan 4-%:ista maitoa 37 ja 125 mk vähemmän kuin ayrshiren ja friisiläisen maidosta. Saman 4-%:isen maitomäärän tuottamisesta saaduilla suuremmilla maitotileillä pystytään ayrshirellä maksamaan 10 kg ja friisiläisellä 35 kg suomenkarjaa suuremman lehmän ylläpitorehun lisäys 1.60 mk:n ry-hinnalla. Eräänä syynä suomenkarjan vähenemiseen onkin pidetty maidon rasvapitoisuuden aikaisempaa vähäisempää merkitystä maidon hinnoittelussa (MYLLYLÄ 1982).

Esimerkki 1. Lehmä tuottaa 5000 kg maitoa, jonka rasvapitoisuus on 4.3 % ja valkuaispitoisuus 3.4 %. Tuotos nousee 5500 kg:aan 4-%:ista maitoa joko maidon koostumuksen pysyessä ennallaan (a) tai rasvapitoisuuden noustessa 4.67 %:iin (b). Rehun kulutus lisääntyy saman verran kummassakin tapauksessa. Maidon hinta 2 mk/kg maitoa, jonka rasvapitoisuus on 4.3 % ja valkuaispitoisuus 3.4 %. Rasvahyvytys on 0.018 mk/0.1 % ja valkuaishyvytys 0.016 mk/0.1 %. Rasvapitoisuuden noustessa yhdellä prosentilla valkuaispitoisuus nousee 0.4 % (LINDSTRÖM 1978).

- a) 5263 kg 4.3-%:ista maitoa vastaa 5500 kg 4-%:ista maitoa, joten lisäys on 263 kg. Maitomäärän lisäys 263 kg ä 2 mk

526 mk maitotilin lisäys.

b) Rasvapitoisuuden lisäys	5000 x 3.7 x 0.018	333 mk
Valkuaispitoisuuden lisäys	5000 x 0.4	<u>118,4</u>
	x 3.7 x 0.016	451,4 mk
maito-		
totilin lisäys. Maitomäärän lisääminen lisää maitotiliä		
74.7 mk enemmän.		

Esimerkki 2. Maitotili eri rotuisilla lehmillä, jos ne tuottaisivat 5000 kg 4-%:ista maitoa, jonka rasva- ja valkuaispitoisuus olisivat samat kuin ko. rotuisilla lehmillä karjantarkkailussa.

Ayrshire	4683.8 kg maitoa	ä 2 mk	9 367,6 mk
	rasvahyvitys	1.5 x 0.018 x 4683.8	126.5 "
	valkuaishyvitys	-0.3 x 0.016 x	
	4683.8		<u>-22.5 "</u>
			9.471.6 mk
Suomenkarja	4593.5 kg maitoa	ä 2 mk	9 187,0 mk
	rasvahyvitys	2.9 x 0.018 x 4593.5	239,8 "
	valkuaishyvitys	0.1 x 0.016 x 4593.5	<u>7,3 "</u>
			9 434,1 mk
Friisiläinen	4854.4 kg maitoa	ä 2 mk	9 708,7 mk
	rasvahyvitys	-1.0 x 0.018 x 4854.4	-87,4 "
	valkuaishyvitys	-0.8 x	<u>-62.1 ,</u>
			9 559,2 mk

4. ELOPAINO

4.1. Lehmän elopainon määrittäminen ja elopainon huomioonottaminen maidontuotantokykyä arvioitaessa

Lehmän elopainon määrittämisaikakohdalla ja -tavalla on vaikutusta arvioitaessa koon vaikutusta maidontuotantoon ja rehun hyväksikäyttöön. Elopaino on tavallisimmin käytetty koon mitta, vaikka jotkin lineaariset mitat, esim. säkäkorkeus tai pituus saattaisivat tietyissä tilanteissa olla parempia. Näihin mittoihin ruoansulatuskanavan, virtsarakon ja utareen sisällön määrä sekä tiineyden vaihe eivät vaikuta (JOHANSSON 1964). Myös lehmän rasva-

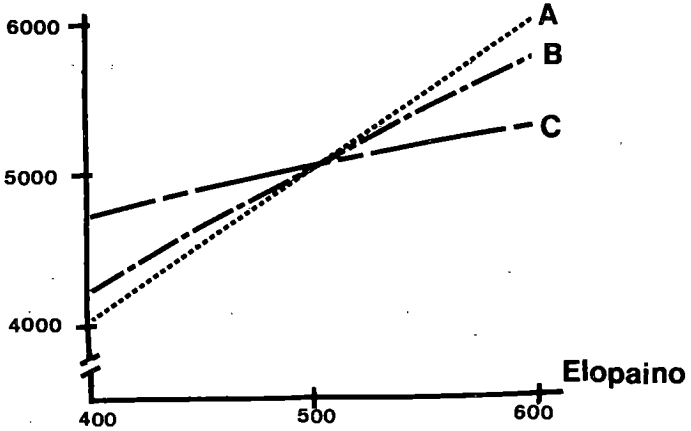
varastojen määrä laktaatiokauden eri vaiheissa vaihtelee voimakkaasti, mikä aiheuttaa virhettä määritettäessä elopaino eri vaiheissa laktaatiokautta. Rinnanympäryksen ja pituuden toistuvissa mittauksissa vaihtelukerroin on noin 2 %. Punnituk- sissa vaihtelukerroin voi olla jopa 4 %, jos punnitus on tehty epäsäännöllisin väliajoin lypsystä ja ruokinnasta. Tiineyden vaihe ja erilaiset rasvavarastot laktaatiokauden eri vaiheissa voivat aiheuttaa vielä suurempaa vaihtelua punnitsemalla määri- tetyssä elopainossa.

Mittaamalla määritetyn elopainon arvion keskivirhe on 5 - 7 % todellisesta elopainosta. Virheen suuruus on riippuvainen ai- neiston yhtenäisyydestä esimerkiksi iän ja muiden elopainoon vaikuttavien tekijöiden suhteen (JOHANSSON 1964). HOLMESin (1973) mukaan edustava otos täysikasvuisten eläinten elopainosta sovel- tuu rotujen väliseen vertailuun, mutta rotujen sisäisessä ver- tailussa lineaariset mitat saattaisivat olla parempia.

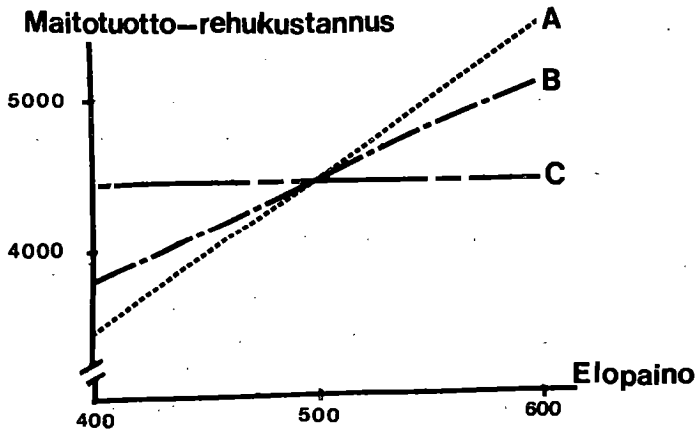
Miten elopaino tulisi ottaa huomioon verrattaessa eri kokoisten lehmien maitotuotosta ja eläinten valinnassa. Tulisiko kritee- rinä olla maitotuotos/elopaino, maitotuotos/metabolinen elopai- no ($W^{0.75}$) vai maitotuotto-rehukustannus. Valinta maitotuotos/ elopaino suosisi ilmeisesti pieniä lehmiä. Valinta maitotuotos/ $W^{0.75}$, jolloin rehun hyväksikäyttö on riippumaton elopainosta mai- totuotokseen/ $W^{0.75}$ ollessa vakio, ei periaatteessa vaikuttaisi lehmän kokoon, koska valinta TAYLORin (1973) mukaan ei tällöin suosisi suuria eikä pieniä lehmiä. Tätä kriteeriä voitaisiin käyttää myös rotujen vertailuun. Valinta maitotuotto-rehukustan- nus suosisi ilmeisesti suurempia lehmiä, koska tuotoksen arvo lisääntyy tiettyyn elopainoon saakka nopeammin kuin rehukustannuk- set lisääntyvät. Taulukossa 4 ja kuviossa 3 on esitetty, miten eri valintakriteereillä tuotos eri painoisilla lehmillä tulisi olla, jotta se vastaisi 500-kiloista lehmää, joka lypsää 5000 kg 4-%:ista maitoa. Energiatarpeet on laskettu normien mukaan, maidon hintana on käytetty 2 mk/kg ja rehun hintana 1.60 mk/ry.

Maitotuotoksen tulisi rehun ja maidon hintasuhteella 0.8 : 1 lisääntyä noin 250 kg 100 kg elopainolisäystä kohti, jotta maito- tuoton ja rehukustannuksen erotus pysyisi vakiona. Hintasuhteen ollessa 1 : 1 vastaavan regression tulisi olla 375 kg/100 kg.

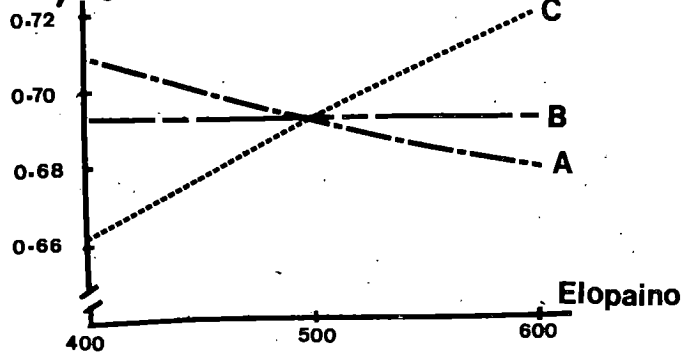
Maitotuotos - 12 -



Maitotuotto-rehukustannus



Ry/Kg FCM



Kuvio 3. Maitotuotos, maitotuotto-rehukustannus ja rehun hyväksikäyttö eri painoisilla lehmillä vertailukriteerillä ollessa maitotuotos/elopaino (A), maitotuotos/metabolinen elopaino (B) ja maitotuotto-rehukustannus (C).

Taulukko 4. Maitotuotos, maitotuotto-rehukustannus ja rehun hyväksikäyttö eri painoisilla lehmillä. Valintamateriaali A = maitotuotos/elopaino, B = maitotuotos/W^{0.75} ja C = maitotuotto-rehukustannus.

Elopaino	Maitoa, kg			Maitotuotto-rehukust.m.k			Rehun hyväksikäyttö		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
400	4000	4229	4734	3454	3767	4454	0.710	0.693	0.662
450	4500	4620	4874	3952	4115	4454	0.701	0.693	0.678
500	5000	5000	5000	4454	4454	4454	0.693	0.693	0.693
550	5500	5370	5129	4960	4783	4454	0.686	0.693	0.707
600	6000	5733	5252	5470	5101	4454	0.680	0.693	0.720

Rehun hinnan alentuessa maidon hintaan nähden maitotuotoksen ja elopainon regressio pienentyy maitotuotto-rehukustannuksen pysyessä vakiona. Maidontuotannon biologinen tehokkuus sen sijaan laskee ellei maidontuotanto lisääntynyt suhteessa metaboliseen elopainoon elopainon lisääntyessä. Sama biologinen ja taloudellinen tehokkuus lehmää kohti saavutetaan maidon ja rehun hintasuhteella, jolla maitotuoton ja rehukustannuksen erotus on 0. Nämä laskelmat edellyttävät, että ylläpitorehun tarve on suhteessa metaboliseen elopainoon, tuotantorehun tarve maitokiloa kohti on riippumaton lehmän elopainosta ja elopaino pysyy muuttumattomana. Valittaessa maitotuotos/elopaino mukaan vaaditaan suuremmilta lehmillä myös parempi biologinen tehokkuus. Laskelma tulee monimukaisemmaksi, jos lihantuotanto otetaan mukaan tai laskelmat tehdään erilaisilla väkirehun ja karkearehun hintasuhteilla.

4.2. Hiehoajan kasvun ja elopainon vaikutus maidontuotantoon

Lehmän maidontuotantokyky on riippuvainen erittävän solukon kehityksestä, yksittäisen solun erityiskyvystä ja lehmän kyvystä pitää saavutettua tuotantoa yllä.

Prolaktiini ja erityisesti kasvuhormoni kontrolloivat maitorau-

hasen kehitystä. Tiineyden aikana myös laktogeenillä on maitorauhasen kehitystä stimuloiva vaikutus (SEJRSEN 1978). Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että ruokinnan energiatason noustessa lisäkasvun ja veren kasvuhormonikonsentraation välillä on negatiivinen korrelaatio. Samoin ruokinnan energiatason ja veren prolaktiinikonsentraation välillä on havaittu negatiivinen yhteys.

Ensimmäinen kiima esiintyy hiehoilla yleensä samassa elopainossa ruokinnan energiatasosta riippumatta, joten ikä ensimmäisen kiiman aikaan on riippuvainen ruokinnan energiatasosta (WITT ym. 1971). Hiehon sukukypsäksi tuloa pystytään siten säätelämään ruokinnan voimakkuudella.

Samalla ruokinnan energiatasolla maidontuotannon ja utareen koon välillä on positiivinen korrelaatio. Rasvakudoksen määrä utarekudoksessa lisääntyy sekä samassa fysiologisessa että kronologisessa iässä ruokinnan energiatason noustessa. Erittävän kudoksen määrä sen sijaan on korkeammalla ruokintatasolla pienempi (SEJRSEN 1978).

Tanskalaisten tutkimusten mukaan (SEJRSEN 1978) energian saannilla 200 - 350 kg:n elopainossa oli negatiivinen vaikutus tulevaan maidontuotantoon, kun taas energian saannilla 350 kg:n ja poikimisen välisenä ajanjaksona oli vähäinen vaikutus. Runsaan energian saannin negatiivisen vaikutuksen tulevaan maidontuotantoon puberteetin alkamisen aikana arvellaan johtuvan rasvakudoksen muodostumisesta utareeseen sen nopean kehittymisen aikana. SWANSONIN (1967) kaksostutkimuksista tekemän yhteenvedon mukaan paras maidontuotanto on saavutettu hiehojen lievällä aliruokinnalla tai normiruokinnalla. Yliruokinta hiehokaudella sen sijaan on vaikuttanut maidontuotantoa alentavasti. JOHANSSON (1964) totesi hiehon elopainoilla 6, 12, 18 ja 24 kuukauden iässä ja tulevalla maidontuotannolla olevan vähän yhteyttä. JÄRNE ym. (1976) saivat tiinehtymisajan painon ja tulevan maidontuotannon välille positiivisen korrelaation, mutta elopainoilla 4, 8, 12 ja 18 kuukauden iässä oli vähän yhteyttä tulevaan maidontuotantoon. Maidon rasvapitoisuuden ja hiehon eri iässä mitatun elopainon väliset korrelaatiot olivat lievästi negatiivisia. MILLERIN ym. (1981) tutkimuksessa geneettinen korrelaatio 12 kuukauden säkäkorkeuden

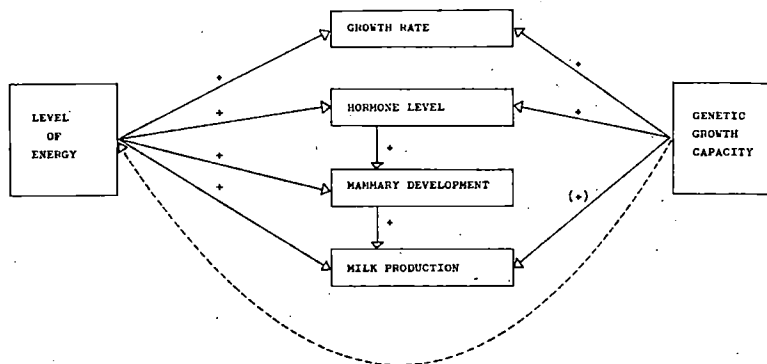
ja maitotuotoksen välillä oli 0.43 ja 18 kuukauden painon ja maitotuotoksen välillä 0.42. Erilaisista kokoa kuvaavista mittoista suurin korrelaatio maitotuotokseen oli säkärkorkeudella ja pienin rinnanympäryksellä. Elopaino oli näiden kahden välissä. Eri mittojen ja maidon rasvapitoisuuden välillä oli positiivinen geneettinen korrelaatio (0.2 - 0.4), mutta vastaavat korrelaatiot valkuais- ja rasvattoman kuiva-ainepitoisuuden välillä olivat pieniä ja vaihtelivat nollan molemmin puolin. Isänpuolisista puolisisarista lasketut maitotuotoksen geneettiset korrelaatiot 18 kuukauden elopainoon ja 6 - 12 kuukauden lisäkasvuun olivat 0.51 ja 0.22. Sen sijaan eri mittojen ja elopainon väliset korrelaatiot maidon rasvapitoisuuteen olivat pienempiä verrattuna äiti-tytär -regressioilla laskettuihin. Maidon rasva-, valkuais- ja rasvattoman kuiva-aineen pitoisuuden geneettiset korrelaatiot elopainoon 18 kuukauden iässä olivat lievästi negatiivisia.

FRIEDELIN ja RYBKAN (1980) tekemän yhteenvedon mukaan korrelaatio sonnin lisäkasvun ja niiden puolisisarten tai äitien maidontuotannon välillä on vaihdellut suuresti (taulukko 5). Useimmissa tutkimuksissa ym. tekijöiden välillä on ollut positiivinen yhteys, joskin myös negatiivisia yhteyksiä on saatu muutamassa tutkimuksessa.

Veren kasvuhormonikonsentraatio on samalla ruokintatasolla positiivisessa yhteydessä kasvunopeuteen (SEJRSEN 1978). Hyvän geneettisen kasvukykyyn omaavilla eläimillä on korkea veren kasvuhormonipitoisuus. Korkea kasvuhormonipitoisuus liittyy lisääntyneeseen utarekudoksen kasvuun ja lisääntyneeseen maidontuotantoon (kuvio 4). Hyvä geneettinen kasvukyky johtaa epäsuorasta suhteellisesta alempaan ruokintatasoon, koska tietyllä kasvunopeudella perinnöllisesti huonokasvuisten eläinten ruokintatason tulee olla korkeampi. SEJRSENIN (1978) mukaan hiehoilta, joilla on sama geneettinen kasvukyky, mutta erilainen ruokintataso, paras maitotuotos saadaan poikimisen aikaan keveimmiltä hiehoilta. Samalla ruokintatasolla erilaisen geneettisen kasvukykyyn omaavista hiehoista poikimisen aikaan painavimmilla on paras maitotuotos.

Taulukko 5. Sonmien kasvukyvyyn korrelaatio puolisisarten tai äidin maidontuotantoon (FRIEDEL ja RYBKA 1980).

Autor	Jahr	r	Material	Rasse
MASON	1972	$r_g = -0,47 \dots +0,31$	HGP ¹	Friesian
DOHY u. a.	1971	$r_g = -0,47 \dots -0,17$	HGP	ung. Rotbunte
BAR-ANAN	1971	$r = -0,33$	—	Friesian
STOJANOV	1973	$r = -0,38 \dots +0,38$	MSP ²	Braunvieh
DINKLAGE	1975	$r_g = -0,19$	HGP, Station	Fleckvieh
MASON	1962	$r_g = -0,05$	HGP	Red Poll
SAMSON	1965	$r_g = -0,05$	HGP	Schwarzbunt
TYLER	1969	$r = -0,05 \dots +0,25$	HGP	Friesian
SOLLER u. a.	1966	$r_g = -0,03 \dots -0,02$	HGP	Friesian
MARTIN	1971	$r = -0,05 \dots +0,27$	HGP	—
TYLER	1969	$r = -0,001 \dots +0,22$	MSP	Friesian
DIM	1977	$r_g = +0,01 \dots +0,06$	³	—
CALO u. a.	1973	$r_g = +0,02 \dots 0,26$	HGP	Friesian
BAR-ANAN	1963	$r_g = +0,06$	HGP	Friesian
KLEIBER	1970	$r = +0,09 \dots 0,16$	MSP	—
JESSWEIN	1967	$r_g = +0,10$	—	Schwarzbunt
KRÄUSSLICH u. a.	1973	$r_g = 0,16 \dots +0,34$	HGP	Schwarzbunt
MASON	1964	$r_g = +0,19$	HGP	Dairy Shorthorn
VOGT-ROHLF	1963	$r = +0,21$	MSP	Schwarzbunt
DIECKMANN	1968	$r_g = +0,26$	HGP	Schwarzbunt
MASON	1962	$r_g = +0,27$	HGP	Dairy Shorthorn
DINKLAGE	1965	$r_g = +0,33$	HGP, Feld	Fleckvieh
LANGLETT u. a.	1961	$r = +0,36$	MSP	Schwarzbunt
GRAVERT	1969	$r_g = +0,41$	—	Friesian
BRUM u. a.	1969	$r_g = +0,55$	HGP	Friesian
SAMSON	1965	$r_g = +0,81$	MSP	Schwarzbunt
GRONEWOLD	1961	$r_g = +0,83$	HGP	Rote Dänen
GRAVERT	1961	$r_g = +0,92$	HGP	Rote Dänen



Kuvio 4. Kasvunopeuden (ruokinnan energiataso + geneettinen kasvukyky) ja maidontuotannon välinen yhteys (SEJRSEN 1978).

Eri tutkimuksissa maitotuotoksen ja hiehoiän kasvun, elopainon ja mittojen välille saadut erilaiset yhteydet saattavat johtua osaksi siitä, että hiehojen ruokintatasoa ei ole otettu riittävästi huomioon. Erityisesti kenttäaineistossa sen kontrollointi on vaikeaa. Esimerkiksi MILLERin ym. (1981) tutkimuksessa, jossa ruokinta oli kontrolloitua, hiehoiän kasvun, elopainon ja mittojen yhteydet maidontuotantoon olivat suurempia kuin useissa muissa tutkimuksissa.

4.3. Lehmän koon vaikutus maidontuotantoon

4.3.1. Elopaino

Suomessa lehmien elopaino on lihantuotanto-ominaisuuksien jalostamisen mukana noussut 1970-luvulla noin 50 kg. Osaltaan lehmien koon kasvuun on vaikuttanut ilmeisesti myös maitotuotoksen ja elopainon välinen positiivinen yhteys. Valinta maitotuotoksen mukaan on johtanut epäsuorasti lehmien koon lisääntymiseen. Koska lehmien koko on lisääntynyt näinkin voimakkaasti, olisi tärkeää tietää elopainon vaikutus maidontuotantoon ja rehun hyväksikäyttöön tuotannon taloudellisuutta ajatellen.

TAYLORin (1973) mukaan useat tutkimukset ovat osoittaneet, että elopainon lisääntyessä maitotuotos nousee tiettyyn elopainoon saakka, jonka jälkeen se pysyy ennallaan tai alkaa laskea. Hän totesi laskiessaan lajin ja rodun sisäisesti elopainon ja tuotoksen välisiä yhteyksiä tuotoksen olevan metabolisen elopainon lineaarinen funktio, joskin rodun sisäinen standardipoikkeama oli suuri. Samaan tulokseen pääsi myös HOLMES (1973) eri aineistosta. Hän sai metabolisen elopainon ja korkeimman päivätuotoksen välille seuraavan yhteyden:

$$\text{Korkein päivätuotos} = 0.290 W^{0.73+0.17} \quad (r = 0.58)$$

Keskimääräiset logaritmiset regressiokertoimet poikimisen jälkeisen elopainon ja 8 kuukauden maitotuotoksen välillä olivat DAVISin ym. (1943) tutkimuksessa ayrshirellä 0.65, friisiläisillä 0.73, guernseyllä -0.12 ja jerseyllä 0.59. Suurikokoisilla roduilla elopainon maidontuotantoa lisäävä vaikutus oli siis suurempi kuin pienikokoisilla. Käsittelyllä rodot yhtenä ryhmänä vastaava kerroin oli 1.19. Laktaatiokauden

loppupuolella elopainon ja tuotoksen korrelaatio oli lähellä 0.

JOHANSSONin (1954) tutkimuksessa tanskalaisessa jälkeläisarvosteluaineistossa iän suhteen korjatun poikimisen jälkeisen elopainon ja 250 päivän rasvatuotoksen välinen fenotyyppinen korrelaatio oli 0.197 ja regressio 0,14 kg rasvaa/elopainokg. Tämä vastaa 350 kg:n FCM tuotoksen lisäystä 100 kg:n elopainon lisäystä kohti. Elopainon lisääntyminen 10 kg:lla laktatiokauden aikana vähensi rasvatuotosta 2.67 kg. Parhaiten lypsävät lehmät menettivät painoaan tai kasvoivat hyvin vähän, mutta huonoimmat lehmät lisäsivät elopainoaan selvästi. MASONin ym. (1957) tutkimuksessa vastaavasta jälkeläisarvosteluaineistosta testauskauden tuotoksen ja poikimista 1 - 2 kk edeltävän elopainon korrelaatio oli 0.19 jälkeläisryhmien sisällä ja 0.25 ryhmien välillä. Maitotuotoksen ja 5 kuukautta poikimisen jälkeisen painon fenotyyppinen korrelaatio oli -0.14; ts. hyvin lypsävät lehmät olivat menettäneet enemmän painoaan kuin huonoimmin lypsävät. Säkäkorkeus, joka on lähinnä luuston koon mitta, ja maitotuotos olivat positiivisesti korreloituneet. Tutkijat korostivat, että valinta yksinomaan maidontuotannon suhteen tuottaa kookkaampia lehmiä, joilla on vähemmän rasvaa ja taipumus muuttaa rasva maidoksi laktatiokauden aikana.

FARTHING ja LEGATES (1958) totesivat tutkiessaan elopainon ja tuotoksen välistä yhteyttä, että iällä on suurempi vaikutus maitotuotoksen vaihteluun kuin elopainolla. Ikäkorjattu rasvatuotos nousi 16 lb/100 lb elopainon lisäys, mikä vastaa 400 kg FCM/100 kg elopainon lisäys. Rinnanympäryksestä mittaamalla arvioidun elopainon ja maitotuotoksen fenotyyppinen korrelaatio oli holsteinillä 0.31, guernseyllä 0.30 ja jerseyillä 0.28. Karjan sisäisesti vastaavat korrelaatiot olivat 0.21, 0.25 ja 0.22 (MILLER ja MCGILLARD 1959). Karjojen keskimääräiset elopainon ja maitotuotoksen väliset korrelaatiot olivat ym. roduilla 0.51, 0.42 ja 0.71. Suuremmat korrelaatiokertoimet johtuvat ilmeisesti ympäristövaikutuksesta. Geneettinen korrelaatio oli holsteinilla 0.30, guernseyllä 0.19 ja jerseyillä alle -1. Karjan sisäisesti elopainon ja tuotoksen regressio oli 200 kg maitoa/100 kg elopainoa. Tutkijoiden mukaan suurempi elopaino ei merkitse ainoastaan lisääntyntä ylläpitotarvetta, vaan myös suurempia tuloja karsittujen leh-

mien ja sonnivasikoiden teurasruhoista.

Myös CLARK ja TOUCHBERRY (1962) totesivat, että sellaiset ympäristöolosuhteet, jotka lisäävät maidontuotantoa, lisäävät myös lehmän kokoa. Suuremmat lehmät eivät lypsä paremmin ainoastaan siksi, että ne ovat suurempia, vaan myös parempien ympäristöolosuhteiden vuoksi. He saivat käyttämällä karjan sisäistä aineistoa ja yhdistämällä neljän ensimmäisen laktaatiokauden tuotokset maito- ja rasvatuotoksen geneettiseksi korrelaatioksi elopainoon -0.12 ja -0.23 . Ensikoilla elopainon ja 180 päivän maitotuotoksen regressio oli $134 \text{ kg}/100 \text{ kg}$ elopainoa.

JOHANSSONin (1964) mukaan ensimmäisen laktaatiokauden ja maitotuotoksen regressio on käyräviivainen; tietyn elopainon jälkeen tuotos ei enää lisääny. Samanlainen yhteys oli myös BROWin ym. (1977) tutkimuksessa, jossa korkein tuotos holsteinilla saavutettiin 613 kg:n elopainossa. MILLER ja MCGILLARD (1959) sekä McDANIEL ja LEGATES (1965) saivat tässä suhteessa erilaisen tuloksen. Edellisessä tutkimuksessa ensikoilla elopainolla oli vähän vaikutusta alle $900 - 1000 \text{ lb:n}$ ($408 - 454 \text{ kg}$) elopainossa ja jälkimmäisessä $5 - 10$ vuotiailla lehmillä tuotos oli minimissä $1300 - 1400 \text{ lb:n}$ ($590 - 635 \text{ kg}$) elopainossa. Eräänä mahdollisena syynä tähän poikkeavaan tulokseen saattaisi olla erilainen karsinta erikokoisilla lehmillä.

Norjalaisessa tarkkailukarja-aineistossa (SYRSTAD 1966), jossa oli yli $30\,000$ tuotostietoa, korkein tuotos oli keskikokoisilla lehmillä. Lehmien koko määritettiin mittaamalla rinnanympärysvälillä keväällä ja syksyllä. Karjojen väliset erot saattavat vaikuttaa maitotuotoksen ja rinnanympäryksen väliseen yhteyteen, joten ne on eliminoitu. Karjan tuotostason nousun 100 kg:lla on todettu lisäävän karjan keskimääräistä rinnanympärystä 0.5 cm . Tuotoksen laskuun tietyn rinnanympärysmittaan jälkeen on saattanut vaikuttaa SYRSTADin (1966) mukaan suuren koon haitallinen vaikutus tuotantoon, ylimääräinen rasva, joka lisää rinnanympärystä ja vaikuttaa haitallisesti tuotantoon ja epäsäännölliset poikimisvälit, jotka ovat saattaneet johtaa liian runsaaseen rasvanmuodostukseen. Lisäksi huonotuottoiset lehmät keräävät rasvakudosta, joka lisää rinnanympärystä ja toisaalta korkeatuottoiset lehmät menettävät rasvakudosta laktaatiokauden

alkupuolella. Lehmät, joilla on pieni rinnanympäryys, saattavat tuottaa vähän, koska ne eivät pysty syömään rehua tarpeeksi tai niillä on liian vähän rasvakudosta muutettavaksi maidoksi laktaatiokauden alkupuolella.

HARVILLEN ja HENDERSONin (1966) tutkimuksessa täysikasvuiseksi korjatun maitotuotoksen, rasvatuotoksen ja rasvaprosentin geneettinen korrelaatio ikäkorjattuun elopainoon oli holsteiniilla 0.45, 0.35 ja -0.25 ja guernseyllä 0.40, 0.60 ja 0.52. Elopainon vaikutus maidon rasvapitoisuuteen oli näillä roduilla erilainen. Vastaavasti fenotyypin korrelaatio oli holsteiniilla 0.17, guernseyllä 0.08 ja jerseyllä 0.12. Fenotyypin regressio tuotoksen ja elopainon välillä oli 342 kg/100 kg.

Korkeatuottoisilla (yli 7000 kg FCM vähintään 3 kertaa poikineilla holsteinilehmillä) laktaatiokauden keskimääräisen elopainon ja maitotuotoksen välinen fenotyypin korrelaatio oli 0.42 ja genettinen korrelaatio 0.28 (HOOVEN ym. 1968). Tuotos metabolista elopainoa kohti lisääntyi viidenteen poikimiseen saakka, vaikka elopaino lisääntyi 571 kg:sta 700 kg:aan. Elopainon muutoksen vaikutus maidontuotantoon oli negatiivinen. Elopainon muutoksen lisääntyminen 1 kg:lla vähensi laktaatiokauden tuotosta 6.42 kg.

Kanadalaisessa tutkimuksessa (HICKMAN ym. 1971) poikimispainon ja rasva- sekä rasvattoman kuiva-ainetuotoksen välillä regressiokertoimet olivat friisiläisellä suuremmat kuin ayrshirellä ja jerseyllä, mutta 180 päivää poikimisen jälkeisen painon negatiivinen vaikutus oli pienin jerseyllä. Poikimiskertojen lisääntyessä elopainon vaikutus tuotoksiin väheni kaikilla roduilla. Säkäkorkeudella 60 pv poikimisesta oli negatiivinen yhteys tuotoksiin kyseisillä roduilla. Samoin säkäkorkeuden lisääntymisellä tietyssä poikimispainossa oli haitallinen vaikutus tuotantoon. Lehmät, jotka tietyssä poikimispainossa olivat matalampia, olivat poikimisen aikaan parhaassa kunnossa, ja parempi tuotos oli seurausta suuremmasta elopainon menetyksestä. Lehmillä, joilla tietyssä poikimispainossa ja säkäkorkeudessa rinnanympäryksen ja säkäkorkeuden suhde oli pienin, oli keskimääräistä parempi tuotos. Mitä pienempi tämä suhde oli 60 päivää poikimisesta, sitä suurempi elopainon menetys oli

ollut.

HICKMANin ja BOWDENin (1973) tutkimuksessa ayrshirellä oli elopainolla hieman suurempi vaikutus 60 - 120 päivän maitotuotokseen kuin friisiläisellä. Elopainon lisäyksen ja maitotuotoksen välinen yhteys oli molemmilla roduilla kyseisenä ajanjaksona positiivinen.

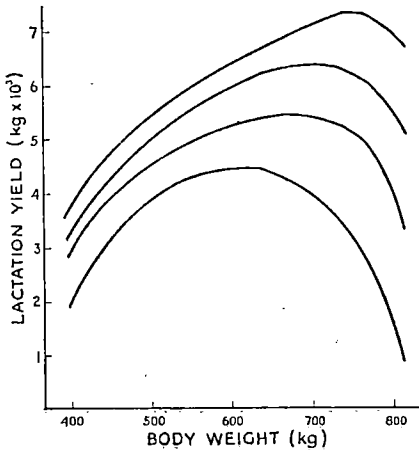
Tutkiessaan laktaatiokuukauden ja laktaatiokauden vaikutusta elopainon ja maitotuotoksen väliseen yhteyteen MILLER ym. (1973) havaitsivat, että laktaatiokauden edistyessä maidontuotannon ja elopainon välinen korrelaatio pienenee ja muuttuu jopa negatiiviseksi laktaatiokauden loppupuolella. Suuri elopaino laktaatiokauden alussa lisää maidontuotantoa, mutta laktaatiokauden lopussa sillä on negatiivinen vaikutus maidontuotantoon. Toisella ja kolmannella laktaatiokaudella elopainon vaikutus maidontuotantoon oli pienempi kuin ensimmäisellä kaudella. Elopainon ja maidon rasvapitoisuuden korrelaatio oli lievästi positiivinen ensimmäisellä, lievästi negatiivinen toisella ja nolla kolmannella laktaatiokaudella.

TAYLORin (1973) mukaan ruokintatason noustessa ja hoidon parantuaessa maitotuotoksen mukainen valinta suosii suurempia eläimiä, vaikkakaan ei kaikkein suurimpia. Valinta painoyksikköä kohti sen sijaan suosii pienempiä eläimiä. Mitä alempi ruokintatase on, sitä käyräviivaisempi tuotoksen ja elopainon välinen yhteys on (kuvio 5). Ruokinnalla on vaikutusta elopainon, hyväksikäytön ja tuotoksen välisiin suhteisiin (ROBERTSON 1973). Hän esitti ruokinnan vaikutuksesta tekijöiden välisiin yhteyksiin seuraavat päätelmät.

1. Jos tuotoksen mukaisessa ruokinnassa kokoa ei oteta huomioon, keskikokoisilla lehmillä on paras rehun hyväksikäyttö. Niillä on optimaalinen koko.
2. Otettaessa elopaino huomioon ruokinnassa rehun hyväksikäyttö on erikokoisilla lehmillä sama, mutta suuremmat lehmät tuottavat enemmän.
3. Vapaalla ruokinnalla tehokkuus on sama ja tuotoksen ja

elopainon korrelaatio on positiivinen.

4. Jos ruokintanormit ovat liian alhaiset eikä kokoa oteta huomioon koon ja hyväksikäytön välillä on negatiivinen yhteys. Jos ne ovat liian suuret, ym. tekijöiden välillä on positiivinen yhteys.



Kuvio 5. Elopainon ja maidontuotannon riippuvuus erilaisilla ruokintatasoilla (TAYLOR 1973).

Myös RIDLER ym. (1965) totesivat ruokinnalla olevan vaikutusta elopainon ja tuotoksen väliseen yhteyteen. Viisi puolisisaryhmää ruokittiin tuotoksen ja elopainon mukaan. Elopainon ja tuotoksen välinen yhteys oli selvästi positiivinen kaikilla ryhmillä. Tuotos oli metabolisen elopainon lineaarinen funktio. Tuotoksen ja elopainon regressio oli 530 kg/100 kg. Kuudennella ryhmällä regressio oli negatiivinen. Tällä ryhmällä rehun kokonaismäärä oli riippumaton tuotoksesta, jolloin suuremmilta lehmillä kului enemmän rehua ylläpitoon ja tuotantorehun osuus jäi pienemmäksi. KORVERin (1982) tutkimuksessa, jossa verrattiin holstein-friisiläistä ja hollannin friisiläistä kahdella eri ruokinnalla, kummallakin rodulla rasva- ja valkuaiskorjatun maitotuotoksen ja elopainon välillä oli merkitsevästi negatiivinen korrelaatio. Karkearehuruokinnalla ym. ominaisuuksien korrelaatio ei poikennut merkitsevästi nolasta. Lehmien keskimääräinen elopaino 570 kg karkearehuruokinnalla ja 600 kg

väkirehuruokinnalla sekä tuotokset vastaavasti 4870 kg ja 6140 kg. Elopainon muutoksen ja maitotuotoksen korrelaatio oli negatiivinen, joskaan karkearehuruokinnalla korrelaatio ei ollut merkitsevä. Tuotostason noustessa maitotuotoksen ja elopainon välinen yhteys lisääntyi GERETIn ja VO HONG HUEN (1971) tutkimuksessa. Tuotostasot kolmessa eri karjassa olivat 4216, 3602 ja 2872 sekä elopainon ja maitotuotoksen korrelaatiot vastaavasti 0.51, 0.37 ja 0.29.

JÄHNEN ym. (1976) tutkimuksessa laktaatiokauden eri vaiheissa mainituista elopainoista 28 päivää poikimisen jälkeen mitattu elopaino korreloi parhaiten 305 päivän tuotoksen kanssa. Myös 1 - 2 kk ennen poikimista, välittömästi ja 305 päivää poikimisen jälkeen mitatun elopainon korrelaatio maitotuotokseen oli suurempi kuin 100 ja 200 päivää poikimisen jälkeen mitatuilla painoilla. Se, että laktaatiokauden lopussa elopainon ja maitotuotoksen korrelaatio on noussut, johtuu siitä, että korkeatuottoiset lehmät ovat tässä vaiheessa keränneet rasvarastoja ja käyttävät ne sitten maidontuotantoon. Myös LAMBIN ym. (1977) tutkimuksessa, jossa tutkittiin ruokinnan ja isän yhdysvaikutusta, jälkeläisryhmien elopainon muutoksen ja tuotoksen välinen korrelaatio oli negatiivinen sekä karkearehuruokinnalla. LININ ym. (1980) tutkimuksessa elopainon menetys 56 ensimmäisen päivän aikana ja elopainon lisäys 168 - 224 päivää poikimisen jälkeen olivat negatiivisesti korreloituneet 308 päivän tuotoksiin sekä ensimmäisellä että toisella laktaatiokaudella. Sen sijaan FISHER ym. (1981) saivat positiivisen korrelaation laktaatiokauden 120 ensimmäisen päivän elopainon lisäyksen ja maitotuotoksen välille. Myös 120 ensimmäisen päivän keskimääräisen elopainon ja maitotuotoksen välinen yhteys oli positiivinen.

Eri roduilla elopainon ja elopainon menetyksen välinen korrelaatio oli positiivinen (WOOD ym. 1980). Tämä viittaa siihen, että suuremmat lehmät ovat pystyneet keräämään eniten rasvarastoja ja käyttämään niitä maidontuotantoon. Ym. korrelaatio oli suurin jerseyllä ja pienin ayrshirellä. Elopainon menetyksen ja maitotuotoksen välinen positiivinen korrelaatio oli ayrshirellä ja guernseyllä suurempi kuin jerseyllä ja friisiläisellä. KORVERIN (1981) tutkimuksessa elopainon ja maksimi elopainon menetyksen korrelaatio oli negatiivinen. Erilainen korrelaatio ym. tutkimuksessa johtuu siitä, että WOODIN ym. (1980) tutkimuksessa elopai-

non menetys ilmaistiin positiivisena ja KORVERin (1982) tutkimuksessa negatiivisena lukuna. Karkearehuryhmillä yhteys oli negatiivisempi (-0.79 ja -0.57) kuin väkirehuryhmillä (-0.22 ja -0.38). Elopainon muutoksen ja maitotuotoksen välinen yhteys oli negatiivisempi väkirehuryhmissä kuin karkearehuryhmissä. Laktaatiokauden alussa eniten painoaa menettävät lypsivät eniten ja lopussa eniten painoaa lisäävät vähiten. MILLER ym. (1981) totesivat laktaatiokauden alun elopainon ja elopainon muutoksen geneettisen korrelaation olevan negatiivinen, ts. suuremmat lehmät lisäsivät laktaatiokauden aikana vähemmän elopainoa.

Lehmän elopainon periytyvyysaste on MILLERin ym. (1981) kirjallisuuskatsauksen mukaan noin 0.30 ja kehon lineaaristen mittojen noin 0.40. Omassa tutkimuksessaan he saivat laktaatiokauden alku- ja loppupainon periytyvyysasteeksi äiti-tytär regressiolla 0.57 ja 0.47 sekä isän puoleisten puolisisarten perusteella 0.66 ja 0.66 vastaavasti.

Eri tutkimuksissa maitotuotoksen ja elopainon välinen yhteys on vaihdellut huomattavasti. Syinä vaihteluihin saattavat olla esimerkiksi rotu, ruokinta, tuotostaso ja elopainon määrittämistapa ja -aika. MORRISin ja WILTONin (1976) tekemän kirjallisuustutkimuksen mukaan elopainon ja maitotuotoksen fenotyypin korrelaatio oli 0.33 ja geneettinen korrelaatio 0.14.

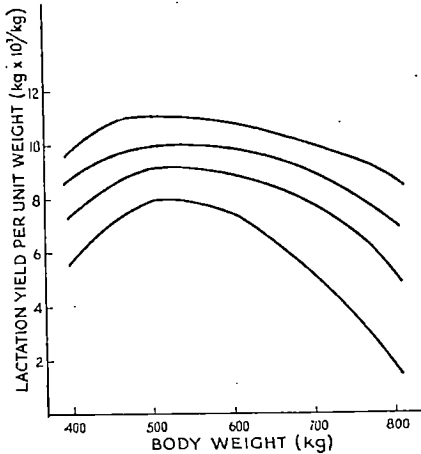
4.3.2. Kehon mitat

Kehon mittojen ja maidontuotannon välistä yhteyttä on käsitelty jonkin verran jo edellisessä kappaleessa. SYRSTADin (1966) tutkimuksessa rinnanympäryksen heritabiliteetti oli 0.3 - 0.4 eri ikäisillä lehmillä. JOHANSSONin (1964) mukaan eri tutkimuksissa korkeus- ja pituusmittojen heritabiliteetti on ollut suurempi kuin ympärysmittojen. Ilmeisesti ruokinta- ym. muut ympäristötekijät aiheuttavat enemmän vaihtelua ympärysmittoihin. HEIDHUESin ym. (1961) tutkimuksessa Belteevillen tutkimusaseman aineistossa suurimmat korrelaatiot tuotokseen 0.35 ja 0.36 olivat säkäkorkeudella ja mahan syvyydellä sekä pienin rinnan poikkileikkausalalla 0.18. "Ruumiin kapasiteetin" ja rasvatuotoksen korrelaatio oli 0.28. Sisäisistä mitoista ainoastaan

paksusuolen ja koko suoliston pituudella oli merkitsevä positiivinen korrelaatio maitotuotokseen. Tanskalaisessa jälkeläisarvosteluaineistossa (MASON ym. 1957) säkäkorkeuden 5 kuukautta poikimisen jälkeen ja maitotuotoksen sekä fenotyyppinen että geneettinen korrelaatio olivat positiivisia, mutta vastaavat rinnanympäryksen ja maidontuotannon korrelaatiot olivat negatiivisia. HICKMANin ja BOWDENin (1971) tutkimuksessa ayrshirellä rinnanympäryksen ja tuotoksen yhteys oli lievästi negatiivinen, mutta friisiläisellä positiivinen. JÄHNE ym. (1976) totesivat eri mittojen 100 päivää poikimisen jälkeen ja 100 päivän maitotuotoksen korrelaatioiden olevan lievästi positiivisia. Rinnan leveyden ja rasvapitoisuuden sekä rinnanympäryksen ja valkuaispitoisuuden korrelaatiot olivat merkitsevästi positiivisia. MILLER ym. (1981) totesivat säkäkorkeuden 6 ja 18 kuukauden iässä olevan selvemmin yhteydessä tulevaan maidontuotantoon kuin elopainon tai rinnanympäryksen.

4.3.3. Tuotanto painoyksikköä kohti

GAINES ym. (1940) esittivät, että laktaatiokauden tuotos jaettuna viimeistään 31 päivää poikimisen jälkeen mitatulla elopainolla olisi hyvä "maidontuotannon metabolisen intensiteetin mitta". Elopainon ja maitotuotoksen/elopaino korrelaatio oli holsteinilla -0.12 , jerseyllä -0.09 . KLEIBER ja MEAD (1941) kritisoivat elopainon käyttöä metabolisen elopainon sijasta, koska ylläpitotarve on metabolisen elopainon eikä elopainon lineaarinen funktio. He ottivat käyttöön termin "suhteellinen maidontuotantokyky", joka tarkoittaa tuotettua maidon energiamäärää metabolista elopainoa kohti tiettyinä ajanjaksona. Ruokintatason noustessa elopainon ja maitotuotoksen/elopaino negatiivinen yhteys heikkenee (kuvio 6). Maitotuotosta ainoana valintaperusteena on perusteltu sikäli, että maitotuotoksen ja rehun hyväksikäytön välinen yhteys on selvästi positiivinen. TAYLORin (1973) mukaan saattaisi kuitenkin maitotuotos elopainoa tai metabolista elopainoa kohti olla parempi rehun hyväksikäytön epäsuora mitta.



Kuvio 6. Ruokintatason vaikutus maitotuotokseen elopainoyksikköä kohti (TAYLOR 1973).

4.4. Elopainon vaikutus rehun syöntiin ja rehun syönnin vaikutus maidontuotantoon ja rehun hyväksikäyttöön

Rehun syönti on erityisesti laktaatiokauden alkupuolella tärkein maidontuotantoa rajoittava tekijä. Tärkeimmät rehun syöntiin vaikuttavat tekijät ovat lehmän koko, maidontuotanto, dieetin koostumus ja fysikaalinen muoto sekä rehun saantiaika (BINES 1979). Lehmän koko ilmaistaan tavallisesti elopainona, joka tosin vaihtelee tiineyden vaiheen ja rasvavarastojen vaihtelun mukana. Isolla laihalla lehmällä ja pienellä lihavalla lehmällä saattaa olla sama elopaino, mutta niiden syöntikyky on erilainen. Lehmän koko määrää ruumiinontelon tilavuuden, joka puolestaan asettaa rajat pötsin tilavuuden laajenemiselle ruokinnan aikana. Tämän tekijän merkitys kuitenkin vähenee rehun energiaväkevyyden lisääntyessä.

Huonosti sulavilla dieeteillä, joiden syönti määräytyy pötsin tilavuuden perusteella, elopainon lisäys kehon koostumuksen pysyessä ennallaan lisää ruumiinontelon tilavuutta ja samalla pötsin tilavuutta. Lehmän syöntikyky on tällöin lineaarisesti riippuvainen elopainosta. Elopainon lisäyksen ollessa rasvan muodostumista ruumiinonteloon pötsin tilavuus pienenee ja syöntikyky alenee. Dieetin sisältäessä enemmän sulavaa energiaa ja syöntiajan ollessa rehun syöntiä rajoittamaton tekijä pötsin

tilavuuden, lehmän koon ja syöntikyvyn suhteet pysyvät edellisen kaltaisena (BINES 1979). CONRAD ym. (1964) ovat todeneet, että huonosti sulavan dieetin syönti on suoraan suhteessa pötsin tilavuuteen ja siten lehmän kokoon, mutta paremmin sulavalla dieetillä syönti on suhteessa metaboliseen elopainoon. Samoin GREENHALGH ja McDONALD (1978) totesivat syönnin olevan suhteessa metaboliseen elopainoon dieetin sisältäessä 10 - 12 MJ ME/kg ka. Van SOESTin (1980, ref. MAIJALA 1981) mukaan kasvinsyöjäeläinten ruoansulatuksen tehokkuuden määrää ruoansulatuskanavan kapasiteetti ja eläimen ravinnontarve. Ruoansulatuskanavan tilavuus on suhteessa elopainon korkeampaan potenssiin (0.9 - 1.1) kuin eläimen tarpeet (0.75), joten pienemmillä eläimillä on suhteellisesti pienempi ruoansulatuskanava tarpeisiin nähden.

Rehun syönnin periytyvyys on eri tutkimuksissa ollut samaa luokkaa tai hieman suurempi kuin maidontuotannossa (taulukko 6). Periytyvyysaste on vaihdellut välillä 0.2 - 0.7 eri tutkimuksissa, joskin periytyvyysasteitten keskivirheet ovat olleet melko suuria ilmeisesti aineistojen pienuudesta johtuen.

STONEN ym. (1960) tutkimuksessa karkearehun viikottaisen syöntimäärän toistuvuus oli 0.70. Lehmien järjestys karkearehun syönnissä säilyi lähes muuttumattomana eri karkearehulajeilla. Rehun syönnin (TDN) ja rehun hyväksikäytön (TDN/FCM) korrelaatio oli -0.20 eli syönnin lisääntyessä rehun hyväksikäyttö parani.

Taulukko 6. Rehun syönnin periytyvyys.

Syöntikyvyn mitta	Periytyvyysaste	L ä h d e	Huom.
Karkearehun syönti	0.23	GRAY, ref. FREEMAN 1968	
Rehun syönti	0.21	PLOWMAN, ref. FREEMAN 1968	1. Laktaatiokausi
Rehun syönti	0.43	"-"	"-" kaikki laktaatiokaudet
Rehun syönti	0.36 ± 0.14	HOOVEN ym. 1968	
TDN-kulutus	0.48 ± 0.14	HICKMAN ja BOWDEN 1971	Ayrshire
TDN-kulutus	0.78 ± 0.08	"-"	"-" Holstein
Nettoenergia viljasta	0.26 ± 0.09	MILLER ym. 1972	
-"- karkearehusta	0.19 ± 0.09	"-"	"-"
-"- yhteensä	0.42 ± 0.10	"-"	"-"
Kuiva-aineen syönti	0.71 ± 0.27	LAMB ym. 1977	
Rehun syönti	0.49 ± 0.12	MILLER ym. 1981	Äiti-tytär korrelaatio
Rehun syönti	0.68 ± 0.17	"-"	"-" Isänpuoleiset

DICKINSONin ym. (1968) tutkimuksessa rehun syönnin ja hyväksikäytön välillä oli positiivinen yhteys, joskin ainoastaan brown swissillä yhteys oli merkitsevä. PLOWMANin (ref. FREEMAN 1967) tutkimuksessa rehun syönnin ja hyväksikäytön fenotyyppinen korrelaatio oli 0.31 ja geneettinen korrelaatio 0.52. Rehun syönnin ja maitotuotoksen välinen geneettinen korrelaatio oli 0.86. FREEMANin (1967) mukaan tavallisilla käytännön ruokintamalleilla tuotokseen perustuva valinta johtaa automaattisesti karkearehun syöntikyvyn lisääntymiseen, jos ym. syönnin, maitotuotoksen ja rehun hyväksikäytön yhteyksistä saadut arviot pitävät paikkansa myös käytännön olosuhteissa.

Kaksi kertaa tai useammin poikineilla lehmillä oli HOOVENin ym. (1968) tutkimuksessa arvioitu nettoenergian kulutus metabolistista elopainoa kohti suurempi kuin ensikoilla, joten syöntikyky lisääntyi enemmän elopainon ja iän lisääntyessä kuin ylläpitotarve kasvoi. Rehun syönnin ja hyväksikäytön välinen korrelaatio oli selvästi pienempi kuin tuotoksen ja hyväksikäytön, mikä viittaa siihen, että rehun hyväksikäyttö on enemmän riippuvainen tuotoksesta kuin rehun syönnistä. Elopainon ja syönnin välinen geneettinen korrelaatio oli 0.80 ensimmäisellä laktaatiokaudella ja 0.71 kaikilla laktaatiokausilla ikäkorjatuista luvuista laskettuna. Tutkijoiden mukaan näin suuret korrelaatiot ovat luonnollisia, koska kokoa lisäävät geenit lisäävät myös syöntikapasiteettia. Elopainon lisäyksellä laktaatiokauden aikana ja syöntikyvällä oli negatiivinen yhteys, ts. vähemmän rehua syöneillä lehmillä on taipurus käyttää suurempi osa rehustaan kudostensa energiavarastojen kasvattamiseen. Geneettinen korrelaatio rehun syönnin ja hyväksikäytön välillä oli 0.64. Korrelaatioon on saattanut vaikuttaa se, että viljan käyttö oli riippuvainen tuotoksesta.

Rehuna kulutetun nettoenergian ja rehun hyväksikäytön väliset korrelaatiokertoimet vaihtelivat laktaatiokauden eri vaiheissa (HOOVEN ym. 1972). Laktaatiokauden alkupuolella korrelaatio oli negatiivinen. Tämä johtuu siitä, että laktaatiokauden alkuvaiheessa suurempi osa energiatarpeesta tyydytetään kudostasvoja mobilisoimalla. Eniten kudostasvoja menettäneet lehmät syövät yleensä vähemmän poikimisen jälkeen ja lypsävät eniten, jolloin korrelaatio syönnin ja rehun hyväksikäytön välillä muodostuu negatiiviseksi. Kudostasvojen käytön vähennyttyä korre-

laatio muuttuu positiiviseksi, koska enemmän tuottavat lehmät syövät enemmän ja niillä on myös parempi rehun hyväksikäyttö. Laktaatiokauden edistyessä rehun syönnin ja hyväksikäytön positiivinen yhteys muuttuu voimakkaammaksi. Koko laktaatiokauden syönnin ja rehun hyväksikäytön geneettinen korrelaatio oli 0.14 sekä syönnin ja tuotoksen välillä 0.68.

Rehun syönnin vaihtelukerros on pienempi kuin tuotoksen ja samaa luokkaa kuin elopainon (MILLER ym. 1972). Myös heidän tutkimuksessa todettiin elopainon lisäyksen laktaatiokauden aikana ja rehun syönnin välisen sekä fenotyypin että geneettisen korrelaation olevan negatiivinen. Elopainon lisääntyessä karkearehun osuus lisääntyi. Karkearehun osuus oli negatiivisessa korrelaatiossa rehun hyväksikäyttöön. Tämä johtui siitä, että väkirehun annostus oli riippuvainen tuotoksesta ja arvioidusta karkearehun kulutuksesta, jolloin huonommin lypsävillä lehmillä väkirehun kulutus jäi pienemmäksi. Rehun kulutuksen ja hyväksikäytön geneettinen korrelaatio oli 0.17.

GRIEVEN ym. (1976) tutkimuksessa, jossa väkirehun ja karkearehun suhde oli kiinteä tuotoksesta riippumatta, rehun syönnin ja hyväksikäytön korrelaatio oli huomattavasti suurempi (0.62) kuin HOOVENIN ym. (1972) ja MILLERIN ym. (1973) tutkimuksessa. Syönnin ja poikimisen jälkeisen elopainon yhteys oli positiivinen, mutta yhteys laktaatiokauden lopun elopainoon oli lievästi negatiivinen. Tämä viittaa siihen, että eniten syöneet lehmät ovat lisänneet elopainoaan vähiten ja käyttäneet rehun energian maidontuotantoon.

Laktaatiokauden alkupuolella rehun syönnin ja elopainon välinen korrelaatio on ollut suurempi kuin myöhemmässä vaiheessa. Poikimiskertojen lisääntyessä rehun syönnin ja elopainon välinen yhteys on pienentynyt (MILLER ym. 1973). LAMBIN ym. (1977) tutkimuksessa sonnien jälkeläisarvostelun maidontuotannossa ja tyttärien rehun syönnin välinen regressio oli positiivinen. Yhteys oli väkirehun ja karkearehuruokinnalla voimakkaampi kuin pelkällä karkearehuruokinnalla.

BROWIN ym. (1977) tutkimuksessa rehun syönti metabolistä elo-

painoa kohti lisääntyi ja elopainoa kohti pysyi vakiona elopainon lisääntyessä. Kuiva-aineen syönti/100 kg oli jerseyllä 3.01 kg ja holsteinilla 2.81 kg ja metabolista elopainoa kohti vastaavasti 133.6 g ja 137.2 g. Väkiprehun osuus oli holsteinilla hieman suurempi, mutta se oli molemmilla roduilla syönnin kannalta optimialueella. Iän ja poikimiskauden suhteen korjattu nettoenergian kulutus metabolista elopainoa kohti oli DICKINSONin ym. (1969) tutkimuksessa ayrshirellä 55.6, brown swissillä 51.2 ja holsteinilla 57.4. Hollannin punakirjavan karjan kuiva-aineen syöntikyky oli sekä hiehona että eri vaiheissa toista ja kolmatta laktatiokautta huonompi kuin holstein-friisiläisellä tai hollannin friisiläisellä. Karkearehun syönti oli positiivisesti korreloitunut maitotuotokseen ja elopainoon. Elopainon ja tuotoksen välillä oli laktatiokauden alussa lievä positiivinen yhteys, mutta myöhemmässä vaiheessa yhteys muuttui negatiiviseksi (OLDENBROEK ja Van ELDIK 1980).

MILLER ym. (1981) saivat erittäin suuret (0.67 - 0.99) geneettiset korrelaatiot 18 kuukauden mittojen, elopainon ja 6 - 18 kuukauden lisäkasvun sekä ensimmäisen laktatiokauden rehun syönnin välille äiti-tytär regressiolla. Isän puoleisten puolisisarten perusteella lasketut korrelaatiot olivat pienempiä (0.35 vs. 0.70). Säkäkorkeuden ja syönnin väliset korrelaatiot olivat suurempia kuin rinnanympäryksen ja syönnin välillä. Ensimmäisen laktatiokauden rehun syönnin ja maitotuotoksen välinen geneettinen korrelaatio oli 0.7 kummallakin menetelmällä laskettuna. Sen sijaan maidon pitoisuuksien ja syönnin väliset korrelaatiot olivat lievästi negatiivisia.

Koko laktatiokauden rehun syönnin ja tuotoksen välinen yhteys (0.6 - 0.8) oli suurempi kuin 100 päivän syönnin ja tuotoksen yhteys. Ero johtui ilmeisesti siitä, että laktatiokauden alussa osa maidontuotantoon tarvittavasta energiasta on peräisin kudosrasvojen mobilisoinnista (JÄHNE ym. 1976).

KÖRVERin (1982) tutkimuksessa karkearehuruokinnalla (570 kg väkiprehua/40 viikkoa) energian saannin ja tuotoksen välinen yhteys oli voimakkaampi kuin väkiprehuruokinnalla (2300 kg väkiprehua/40 viikkoa). Elopainolla ei ollut merkittävää vai-

kutusta energian saantiin. Väkipuhuruokinnalla elopainon muutoksen ja syönnin korrelaatio oli negatiivinen, mutta karkeapuhuruokinnalla korrelaatio oli lievästi positiivinen joskaan ei merkitsevästi.

4.5. Elopainon vaikutus rehun hyväksikäyttöön

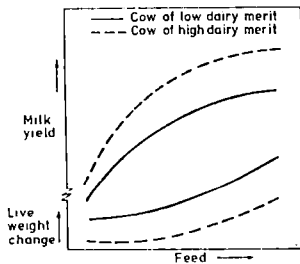
Rehun hyväksikäyttö lypsylehmillä ilmaistaan kirjallisuudessa useimmin rehun kulutuksena tuotettua maitokiloa kohti, joskin jonkin verran käytetään myös päinvastaista ilmausta maitoa kg käytettyä rehun yksikköä kohti.

Maitokilon tuottamiseen tarvittavaan rehumäärään vaikuttavat eläimen koko ja tuotettu maitomäärä sekä lyhyellä aikavälillä elopainon muutos. Energian tarve ylläpitoon on suhteessa metaboliseen elopainoon ($W^{0.73}$ tai $W^{0.75}$). Rotujen välillä on havaittu jonkin verran eroja ylläpitotarpeessa. Holsteinilla oli 5 % suurempi nettoenergian tarve ylläpitoon kuin herefordilla metabolista elopainoa kohti (GARRET 1971). THOMAS ja MOORE (1960, ref. MORRIS ja WILTON 1976) totesivat, että jerseyllä perusaineenvaihdunta oli suhteessa elopainon korkeampaan potenssiin (0.9) kuin holsteinilla (0.7). Samoin MONTEIRO (1975) arveli eron friisiläisen ja jerseyen rehun hyväksikäytössä johtuvan puoliksi jerseyen vilkkaammasta perusaineenvaihdunnasta metabolista elopainoa kohti ja puoliksi huonommasta ravintoainneiden hyväksikäytöstä kasvuun.

Maidontuotannon lisääntyessä rehun kulutus tuotettua yksikköä kohti alenee, koska ylläpitorehun osuus tulee jaettavaksi useammalle tuoteyksikölle. MORRISin ja WILTONin (1976) kirjallisuustutkimuksen mukaan maidontuotannon ja rehun hyväksikäytön geneettinen ja fenotyypinen korrelaatio olivat 0.89 ja 0.82.

Tarkasteltaessa eri tekijöiden vaikutusta rehun hyväksikäyttöön on otettava huomioon, että yksityinen viljelijä ei aina ehkä halua välttämättä tuottaa parhaalla mahdollisella biologisella hyötysuhteella, vaan hän haluaa maksimoida voiton esim. tietyllä määrällä kiinteää pääomaa (ROBERTSON 1973). Tähän päästäkseen viljelijän kannattaa lisätä panosta, esim. rehua, kunnes viime-

sellä panosyksiköllä saatu tuotoksen lisäys vastaa panoksen hintaa. Jotta vähenevän lisätuoton lakia voitaisiin käyttää hyväksi, tulee tuntea lehmän potentiaalinen tuotantokyky (WIKTORSSON 1979). BROSTER (1976) on esittänyt yleisesti hyväksytyn mallin kuvaamaan rehun syönnin, maitotuotoksen ja elopainon välistä riippuvuutta perinnölliseltä tuotantopotentiaaliltaan erilaisilla lehmillä (kuvio 7). Perinnöllisesti korkeatuottainen lehmä lisää tietyllä rehun lisäyksellä tuotostaan enemmän kuin perinnöllisesti huonotuottainen lehmä, joka käyttää lisärehun energian pääasiassa elopainon lisäykseen. BROSTERin (1976) tutkimuksessa rajatuotos oli 0.10 kg/MJ ME 20 kg:n tuotostasolla ja 0.24 kg/MJ ME 30 kg:n tuotostasolla.



Kuvio 7. Yksinkertaistettu malli rehun käytöstä maidontuotantoon ja elopainon lisäykseen tuotantokyvyiltään erilaisilla lehmillä (BROSTER 1976).

Suurempien lehmien tulee tuottaa enemmän maitoa kuin pienten kompensoidakseen suuremman ylläpitoenergian tarpeen (JOHANSSON 1964). JOHANSSONin (1964) mukaan eripainoisista lehmistä, joilla on samanlainen rakenne ja saman verran kudosrasvaa, isot lehmät pystyvät syömään, sulattamaan ja metaboloimaan enemmän rehua. Kun pieniä ja isoja lehmiä ruokitaan ylläpito- ja tuotantotarpeisiin nähden samalla tasolla, niiden rehun hyväksikäytössä ei ilmeisesti ole koosta johtuvia eroja.

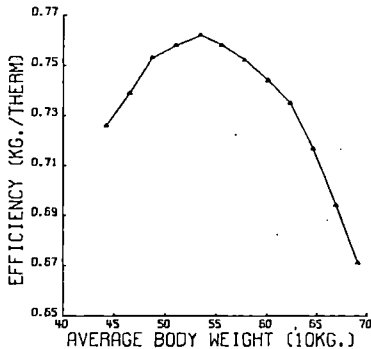
STONEN ym. (1960) tutkimuksessa koon ja rehun hyväksikäytön (rehua/maito) korrelaatio oli 0.08). MILLER ja MEGILLIARD (1959) osoittivat, että normaalisti maitotuotos vaihtelee enemmän kuin syöntimäärä. Tästä johtuu, että rehun hyväksikäyttö on riippuvainen enemmän maitotuotoksesta. Sekä tuotoksen että rehunsyönnin lisääntyessä ylläpitorehun osuus pienenee. MASONin ym. (1957)

mukaan tietyllä tuotostasolla suuremmilla lehmillä rehun hyväksikäyttö on huonompi, mutta kokonaisuudessa suuremmat lehmät ovat tehokkaampia, koska ne pystyvät lisäämään tuotostaan enemmän kuin ylläpitotarve lisääntyy. Tällöin valinta tuotoksen tai hyväksikäytön perusteella johtaisi koon lievään lisääntymiseen. Rehun hyväksikäyttötietojen puuttuessa valinta on paras tehdä maitotuotoksen perusteella ottaen ehkä huomioon lehmän korkeus. Jälkeläisryhmien elopainon lisäykseen tarvittavan energian varianssi oli kaksi kertaa suurempi kuin ylläpitotarpeen, joten energian hyväksikäyttö laktatiokauden aikana määräytyy pääasiasa energian jakautumisen kasvuun ja maidontuotantoon perusteella. FREEMANin (1967) mukaan epäsuora valinta maitotuotoksen suhteen johtaa nopeampaan edistymiseen myös rehun hyväksikäytössä, koska käytännössä on paljon helpompi mitata maidontuotanto suurelta lehmäjoukolta kuin rehun hyväksikäyttö.

DICKINSONin ym. (1968) tutkimuksessa elopainon ja eri mittojen korrelaatio rehun hyväksikäyttöön oli negatiivinen. Holsteinilla koon negatiivinen vaikutus rehun hyväksikäyttöön oli voimakkaampi kuin ayrshirellä ja brown swissillä. Elopainon muutoksen ja rehun hyväksikäytön yhteys oli negatiivinen. Elopainon, korkeuden ja pituuden regressio rehun hyväksikäyttöön oli suoraviivainen mutta sen sijaan elopainon muutoksen ja rinnanympäryksen osalta regressio oli käyräviivainen. Tietyissä koossa holsteinilla oli parempi rehun hyväksikäyttö kuin ayrshirellä. Huolimatta huomommasta biologisesta tehokkuudesta eivät suuremmat lehmät DICKINSONin ym. (1968) mukaan välttämättä ole taloudellisesti huonompia. On mahdollista, että laskettaessa kiinteät ja muuttuvat kustannukset tuoteyksikköä kohti suuremmat lehmät saattavat olla taloudellisempia huolimatta huonommasta biologisesta tehokkuudesta. Suuri korrelaatio rehun hyväksikäytön ja maitotuoton ja rehukustannusten erotuksen välillä viittaa kuitenkin siihen, että isot lehmät saattavat olla myös taloudellisesti huonompia. Tutkijat korostivat, että elleivät eri rotujen näyttelyissä ja kantakirjauksessa vaadittavat kookkaammat lehmät ole epäsuoran tuotosvalinnan tulosta, tuloksena on suurempia, tehottomampia ja taloudellisestikin huonompia eläimiä.

HOOVENin ym. (1968) tutkimuksessa tuotoksen vaihtelu oli suurempi kuin rehun hyväksikäytön vaihtelu. Korrelaatio elopainon

ja rehun hyväksikäytön (FCM/kulutettu nettoenergia) välillä oli -0.04 ja lehmän sisäisesti 0.26 eli lehmän elopainon lisääntyessä iän mukana rehun hyväksikäyttö parani. Elopainon muutoksen ja hyväksikäytön korrelaatio oli -0.51 sekä koko aineistossa että lehmän sisäisesti. Ensikoilla rehun hyväksikäytön ja elopainon geneettinen korrelaatio oli -0.17 ja koko aineistossa -0.12 . Korrelaatiot eivät olleet merkitseviä. Negatiiviseen yhteyteen syynä oli ilmeisesti elopainon ja syönnin voimakkaampi geneettinen yhteys kuin elopainon ja tuotoksen välillä. Yhteys elopainon ja rehun hyväksikäytön välillä oli käyräviivainen (kuvio 8), paras hyväksikäyttö saavutettiin 540 kg:n elopainossa.



Kuvio 8. Elopainon vaikutus rehun hyväksikäyttöön (HOOVEN ym. 1968).

MILLER ja HOOVEN (1969) totesivat rehun hyväksikäytön maidon-
tuotantoon huononevan toisen laktaatiokauden jälkeen. Hyväksi-
käytön vaihtelukerroin oli pienin 4 - 6 kuukautena. Nämä vai-
htelut johtuvat kudosrasvojen mobilisaatiosta laktaatiokauden
alkupuolella ja varastoitumisesta loppupuolella. Vanhemmilla
lehmillä rehun hyväksikäyttö oli parempi kuin ensikoilla 6
kuukauteen asti. Rehun hyväksikäytön riippuvuus elopainosta
oli käyräviivainen ja käyräviivaisuus lisääntyi poikimiskerto-
jen lisääntyessä. Paras rehun hyväksikäyttö oli noin 500-kiloi-
silla lehmillä. MILLERin ym. (1971) edellisestä aineistosta las-
kema maitotuotto-rehukustannus oli ensikoilla maksimissa noin
 530 kg:n elopainossa eli jonkin verran suurempana kuin rehun

hyväksikäytön maksimi kaikilla lehmillä. Ensikkojen keskimääräinen elopaino oli noin 580 kg.

SYRSTAD (1966) käytti rehun hyväksikäytön mittana 100 ylläpito-rehuyksikköä kohti tuotettua FCM:n määrää. Rinnanympäryksen ja rehun hyväksikäytön fenotyypin korrelaatio oli -0.29 , -0.34 ja -0.36 3, 4 ja 5 vuoden ikäisillä lehmillä. Vastaavat geneettiset korrelaatiot olivat -0.55 , -0.67 ja -0.66 . Koska rinnanympäryksen ja rehun hyväksikäytön välinen yhteys on käyräviivainen, fenotyypin korrelaatio ei anna näiden yhteydestä täysin oikeaa kuvaa. SYRSTAD (1966) arvelee, että geneettiset korrelaatiot eivät ole täysin harhattomia, koska jälkeläisryhmien kohdalla ym. tekijöiden yhteys ei ole suoraviivainen. Tuotoksen ja hyväksikäytön geneettisessä korrelaatiossa rinnanympärykseen on ilmeisesti harhaa alaspäin, koska tuotoksen ja lihavuuden välillä on negatiivinen yhteys.

HOOVENIN ym. (1972) tutkimuksessa geneettinen korrelaatio rehun hyväksikäytön ja elopainon välillä oli -0.17 . Paras fenotyypin korrelaatio laktaatiokauden osan ja koko laktaatiokauden rehun hyväksikäytön välillä saavutettiin 91 - 150 päivää poikimisen jälkeen. Samoin koko laktaatiokauden syönti pystyttiin ennustamaan melko tarkasti 121 - 180 päivän syönnistä. Paras korrelaatio laktaatiokauden osan rehun hyväksikäytön ja koko laktaatiokauden tuotoksen välillä saavutettiin 5. laktaatiokuukautena (0.72). Tuotoksen ja hyväksikäytön korrelaatio vaihteli välillä $0.77 - 0.89$ eri laktaatiokuukausina. Valitsemalla 121 - 150 päivän hyväksikäytön perusteella päästään lähes 90 %:n varmuuteen verrattuna valintaan koko laktaatiokauden rehun hyväksikäytön perusteella. Rehun hyväksikäyttö laktaatiokauden puolivälissä kuvaa parhaiten koko laktaatiokauden hyväksikäyttöä ehkä siksi, että tässä vaiheessa kudosten energiavarastot ovat yleensä tasapainossa.

Laktaatiokauden edistyessä lehmän koon ja rehun hyväksikäytön välinen negatiivinen yhteys on tullut selvemäksi (MILLER ym. 1973). Samoin ensikoilla negatiivinen korrelaatio ym. ominaisuuksien välillä oli pienempi kuin kaksi tai kolme kertaa poikineilla lehmillä. Keskimääräiset tuotokset olivat 5400, 6300 ja 7000 kg yksi, kaksi ja kolme kertaa poikineilla sekä elopainot 580, 630

ja 680 kg vastaavasti. Tutkijoiden mukaan suuri elopaino laktaatiokauden alussa on yhteydessä korkeaan tuotokseen ja hyvään rehun hyväksikäyttöön, mutta laktaatiokauden lopussa alempaan tuotokseen ja huonompaan rehun hyväksikäyttöön.

Ayrshire käytti BOWDENin ja HICKMANin (1971) tutkimuksen mukaan enemmän sulavia ravintoaineita tuotettua maitokiloa kohti kuin holstein. Sen sijaan holsteinilla ja jerseyllä ei ollut eroa nettoenergiayksiköllä tuotetussa maitomäärässä (HOOVEN ym. 1971). WOODin ym. (1980) tutkimuksessa friisiläis-, ayrshire-guernsey- ja jerseyensikot käyttivät 57,5, 56,2, 66,9 ja 54,1 MJ ME/kg maidon kuiva-ainetta ja lehmät vastaavasti 53,7, 56,6, 63,6 ja 58,9 MJ. Guernseyllä energian hyväksikäyttö oli selvästi huonoin, mutta muiden rotujen väliset erot olivat vähäisiä.

LAMB ym. (1977) totesivat tutkiessaan ruokinnan ja isän yhdysvaikutusta, että huonoimpien sonnien tyttäret olivat suhteellisesti tehokkaampia karkearehuruokinnalla ja parhaiten sonnien tyttäret vapaammalla ruokinnalla. Perinnöllisesti korkeatuottoisilla lehmillä rehun hyväksikäyttö oli selvästi parempi vapaammalla ruokinnalla kuin alempituottoisilla, mutta pelkällä karkearehuruokinnalla ero oli pienempi. Tämä saattaa johtua siitä, että rajoitetulla ruokinnalla suurempi osa rehusta kuluu ylläpitoon ja tuotantorehun osuus pienenee. Holstein lehmät tuottivat pelkällä karkearehuruokinnalla 71 % karkearehu-väkirehuruokinnan tuotoksesta. RICHARDSONin ym. (1971) samanlaisessa tutkimuksessa jerseyllä vastaava osuus oli 81 %. LAMBIN ym. (1971) mukaan ero karkearehun laadussa ei voi yksin selittää eroa. Eräänä syynä saattaa olla se, että RICHARDSONin ym. (1971) tutkimuksessa jerseylehmät olivat korkeatuottoisista ja holstein lehmät keskitasoisesta karjasta.

DDR:ssä holstein-friisiläinen on käyttänyt vähiten rehuyksiköjä energiakorjattua maitoa, rasva- ja valkuaisstuotosta kohti. Rasvan tuotannossa jerseyristeytysten rehun hyväksikäyttö on ollut samaa luokkaa kuin holstein-friisiläisellä, mutta sekä maidon että valkuaisen tuotannossa huonompi (LEUTHOLD 1980). Fenotyypinen korrelaatio rehun hyväksikäytön (nettoenergiaa/kg maitoa) ja maidontuotanto/elopainokg:n välillä oli negatiivinen.

KORVERin ym. (1982) tutkimuksessa holstein friisiläinen tuotti

enemmän maitoa nettoenergiayksikköä kohti kuin hollannin friisiläinen sekä karkearehu- että väkirehuruokinnalla. Elopainon ja hyväksikäytön negatiivinen yhteys oli karkearehuruokinnalla selvästi pienempi kuin väkirehuruokinnalla.

MORRISin ja WILTONin (1976) kirjallisuustutkimuksessa koon ja rehun hyväksikäytön fenotyyppinen korrelaatio oli -0.18 ja geneettinen korrelaatio -0.37 eli koon lisääntyessä näyttäisi maidontuotannon biologinen tehokkuus jonkun verran huononevan.

Rehun hyväksikäytön periytyvyysaste ravinteiden tuotannossa on eri tutkimusten mukaan ollut samaa luokkaa tai jonkin verran suurempi kuin maidontuotannossa (taulukko 7). Periytyvyysaste on ollut keskimäärin 0.44 ja vaihdellut välillä 0.2 - 0.63.

Taulukko 7. Rehun hyväksikäytön periytyvyysaste.

M i t t a	Periytyvyys- aste	L ä h d e	Huom.
Ry/kg rasvaa	0.40	VENGE 1956	
Tuotanto ry/kg rasvaa	0.23	"-	
Rehun hyväksikäyttö	0.48	MASON ym. 1957	
TDN/FCM	0.20	GRAY, ref. FREGGMAN 1967	Äiti-tytär -regres- sio
TDN/FCM	0.36	"-	Isänp. puolisisaret
FCM/NE	0.45	PLOWMAN	"-
FCM/NE	0.46+0.18	HOOVEN ym. 1968	Äiti-tytär -regressio
TDN/FCM	0.63+0.09	HICKMAN ja BOWDEN 1971	Holstein
TDN/FCM	0.33+0.10	"-	"-
Punnitsematon	0.56	HOOVEN ym.	Ayrshire
Keskiarvo	0.44		

3.7. Elopainon vaikutus taloudelliseen tehokkuuteen

Elopainon vaikutuksen lypsylehmien kokonaistaloudellisuuteen tarkasteleminen on monimutkainen tehtävä, sillä maidontuotannon lisäksi tulisi ottaa huomioon lehmien teurasarvo, tuotettujen vasikoiden arvo ja lehmän uudistuskustannus. Myös tarkastelu-ajankohdan pituudella on vaikutusta. Rakennusinvestoinnit ovat ainakin lyhyellä tähtäimellä kiinteitä kustannuksia ja useimmat hoitoon liittyvät kustannukset muuttuvia kustannuksia. Tila-

tasolla viljelijät pyrkivät maksimoimaan tuoton ja kustannusten välisen erotuksen. Taloudellinen tulos voidaan laskea esimerkiksi tuoton ja muuttuvien kustannusten erotuksena tilaa kohti. Muuttuvia kustannuksia ovat rehu-, eläinlääkintä-, kuivitus-, siemennys- ja työkuksannuksista (MORRIS ja WILTON 1975).

MILLER ym. (1971) 425 holstein lehmän aineistossa elopaino oli poikimisesta korreloitunut rehuksannuksiin (0.37) ja rehuksannuksiin tuotettua maitoyksikköä kohti, mutta negatiivisesti maitotuotto-rehuksannusten kanssa (-0.16). Optimumi oli 530 kg, joka oli 50 kg keskiarvon alapuolella. MORRISin ja WILTONin (1975) mukaan tietyt työ- ja kiinteät kustannukset saattavat tuotettua maitokiloa kohti olla suurilla lehmillä pienemmät kuin pienillä.

Ayrshirellä oli McDOWELLin ja McDANIELin (1968) tutkimuksessa parempi nettotuotto kuin brown swissillä, mutta huonompi kuin holsteinilla. Nettotuotto käsitti maitotuoton vähennettynä rehu- ja eläinlääkintäkustannuksilla sekä lehmien menetyksellä ja poikimisvälin vaikutuksella. Lehmän teurasarvoa ja vasikkain myyntiä ei otettu huomioon. Mikäli edellä mainitut tekijät olisi otettu huomioon ero holsteinin ja ayrshiren välillä olisi ilmeisesti lisääntynyt. Elopaino kahden vuoden iässä oli ayrshirellä 476 kg, holsteinilla 551 kg ja brown swissillä 529 kg.

ANDRUS ja MCGILLARD (1975) tutkivat lypsylehmien elinikäistä taloudellisuutta holsteinilla teoreettisten laskelmien ja koe- tulosten perusteella. Tuotto, joka muodostui maidon ja vasikan myynnistä sekä lehmän teurasarvosta, laskettiin karjassaolovuotta kohti. Kustannuksissa otettiin huomioon rehu-, siemennys-, työ-, rakennus-, eläinlääkintä- ja yleiskustannus. Fenotyyppinen korrelaatio nettotulon ja elopainon välillä oli 0.31. Maidontuotanto vaikutti nettotuloon positiivisimmin ja utaretulehduksen esiintyminen negatiivisimmin. Ym. ominaisuuksien ja nettotulon fenotyyppiset korrelaatiot olivat 0.58 ja -0.37.

BALAINÉ ym. (1981) tutkivat erilaisten biologisten muuttajien vaikutusta kokonaistuloon, kokonaistuloon/päivä ja tuottoon/kustannukset. Kokonaistuloon vaikuttivat eniten maidon-, rasvan- ja

valkuaistuotanto, joiden korrelaatiot kokonaistuloon olivat 0.84, 0.82 ja 0.84. Tuotettujen vasikoiden painon ja lehmän loppuelopainon korrelaatiot kokonaistuloon olivat 0.59 ja 0.38. Kustannuksista rehukustannuksilla oli positiivisin ja utaretulehdushoitojen määrällä negatiivisin vaikutus kokonaistuloon. Maitotuotoksen, vasikkatuotoksen, loppuelopainon, rehukustannusten, utaretulehdushoitojen ja karjassaolopäivien korrelaatiot tuloon/päivä olivat 0.48, 0.24, 0.19, 0.27, -0.21 ja 0.17. Maidontuotannon vaikutus kaikkiin kolmeen taloudelliseen muuttujaan oli selvin. Poikimisiin sekä poikimisen ja syntymän välillä lisäkasvun vaikutus taloudellisiin ominaisuuksiin oli vähäinen. GILL ja ALLAIRE (1976) havaitsivat lievän positiivisen korrelaation elopainon ja tulon päivää kohti välillä.

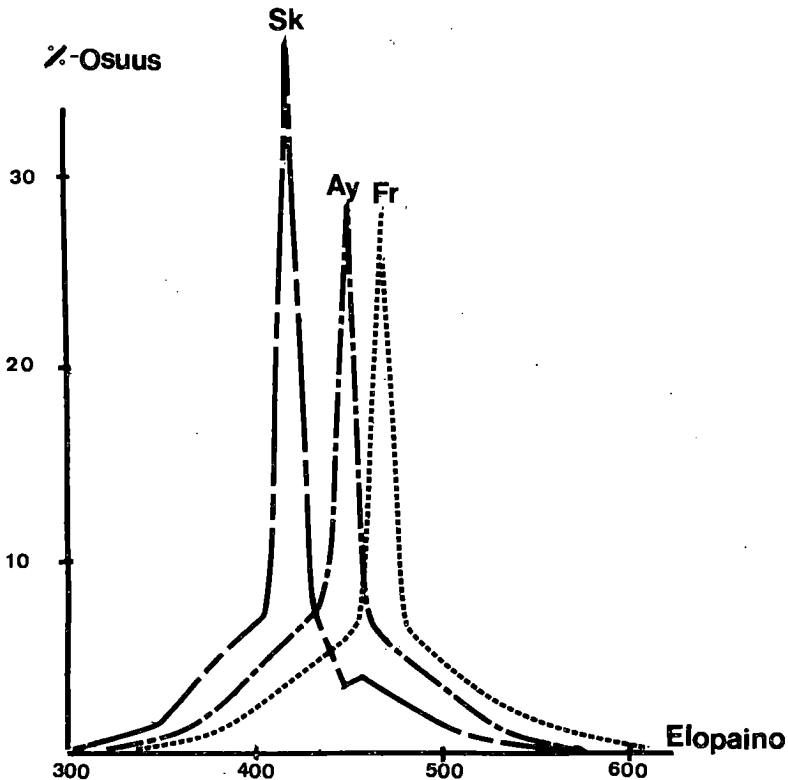
4.7. Suomalaisten lehmien elopaino

Karjantarkkailuohjesäännön mukaan lehmän elopaino määritetään neljänä ensimmäisenä tuotosvuotena kerran lypsykaudessa 0 - 4 kuukautta poikimisen jälkeen. Lehmän elopaino vaihtelee tänä ajankautena huomattavasti, mutta sillä tuskin on vaikutusta rotujen välisessä vertailussa. Sen sijaan rotujen sisäisessä tarkastelussa elopainon määritysajankohdalla saattaa olla vaikutusta. Viidennessä tarkkailuvuodesta eteenpäin käytetään 3. ja 4. vuoden painon keskiarvoa. Keskimääräinen elopaino tarkkailuvuonna 1980 oli ayrshirellä 478 kg, suomenkarjalla 447 kg ja friisiläisellä 508 kg. Viimeisen 10 vuoden aikana keskimääräinen elopaino ym. rodulla on lisääntynyt 45, 38 ja 24. Friisiläisen muita rotuja pienempi elopainon lisäys johtuu ilmeisesti siitä, että rotuun on sekoittunut risteytyksissä ayrshireä ja suomenkarjaa. Ensikoilla keskimääräinen elopaino on ollut 447, 420 ja 470 kg. Ensikoiden elopainojakautuma roduittain on esitetty kuviossa 9. Jakautuma ei noudata normaalijakautumaa, vaan keskiarvoluokissa on huomattavasti enemmän havaintoja kuin viereisissä luokissa. Tämä viittaa siihen, että elopainoa ei ole aina mitattu, vaan on käytetty rodun keskiarvoa.

KENTTÄMIEHEN ym. (1974) tutkimuksessa, jossa lehmien elopaino määritettiin sekä mittaamalla että punnitsemalla, kaikkien rotujen elopainot olivat suuremmat kuin tarkkailulehmillä vastaavaan aikaan. Ayrshiren elopaino oli 497 kg, suomenkarjan 463 kg ja

friisiläisen 560 kg. Hajonta oli suurin friisiläisellä, mikä johtuu ilmeisesti risteytyksistä. Punnitsemalla ja mittaamalla saadun elopainon erotus oli suurin friisiläisellä ja pienin suomenkarjalla. Tämän perusteella rotujen väliset todelliset painonerot saattavat olla jonkin verran suurempia kuin karjantarkkailussa mittaamalla saadut erot. Lehmien keskimääräinen teuraspaino oli vuonna 1981 204 kg (ANON. 1982), mikä viittaa siihen, että tarkkailulehmien mittaamalla saatu elopaino 481 kg ei ole liian pieni. KENTTÄMIEHEN ym. (1974) aineistosta laskettujen regressioyhtälöjen mukaan ayrshiren ja friisiläisen elopaino on samassa rinnanymäryksessä 10 - 20 kg suurempi kuin suomenkarjalla.

Rotuvertailukokeessa ayrshire-, suomenkarja- ja friisiläisensikojen elopainot 6 päivää poikimisen jälkeen olivat 456, 411 ja 487 kg (ETTALA 1982a). Rotujen väliset erot olivat jonkin verran suurempia kuin ensikoilla tarkkailukarjoissa 1975 - 1981.



Kuvio 9. Ensikoiden elopainojakautuma 1975 - 1981.

5. TOOREETTINEN LASKELMA ERI ROTUISTEN LEHMIEN ELOPAINON VAIKUTUKSESTA REHUN HYVÄSIKÄYTTÖÖN JA TALOUDELLISUUTEEN

5.1. Laskelman perusteet

Laskelmassa on tarkoitus selvittää elopainon vaikutusta rehun hyväksikäyttöön, väkirehun osuuteen dieetissä sekä maitotuoton ja rehukustannusten erotukseen erilaisilla väkirehun ja karkea-rehun hintasuhteilla eri rotuisilla ensikoilla.

Laskelman aineistona on vuosien 1975 - 1981 jälkeläisarvostelussa mukana olleiden 305 päivän tuotoksen lypsäneiden ensikkojen tuotos- ja elopainotiedot roduittain. Aineistossa on mukana 290 433 ayrshire-, 10600 suomenkarja- ja 44 791 friisiläisensikkoa, jotka on jaettu karjantarkkailussa mitatun elopainon perusteella luokkiin 10 kg:n luokkaväleihin. Elopaino, maidon rasva- ja valkuais-% on korjattu poikimisiän ja -kuukauden mukaan. Maito-, rasva-, valkuais- ja 4-%:inen maitotuotos on edellisten lisäksi korjattu tyhjäksi- ja pitiuden mukaan. Ayrshireltä otettiin laskelmaan elopainoluokat 300 - 610 kg, suomenkarjalta 300 - 570 kg ja friisiläiseltä 300 - 650 kg. Lisäksi vastaavat laskelmat tehtiin roduittain vuosien 1975 - 1981 ensikkolehmien ja vuoden 1980 tarkkailulehmien tuotostietojen keskiarvon perusteella.

Koska yksittäisten lehmien rehunkulutustietojen saaminen käytännön olosuhteissa on vaikeaa, lehmien rehunkulutus on laskettu normien perusteella. Koko laktaatiokauden maitotuotos on jaettu eri laktaatiokuukausille keskimääräisen tuotantokäyrän perusteella. Energian tarve on laskettu rehuyksikköjärjestelmän mukaan. Tarpeessa on otettu huomioon ylläpito, maidontuotanto, elopainon muutos ja sikiön kasvu. Ylläpitotarve on 0.038 ry/kg $w^{0.75}$ (500-kiloisen lehmän ylläpitotarve 4 ry/pv), tarve maidontuotantoon 0.4 ry/kg 4-%:ista maitoa, elopainon menetyksestä saadaan 2 ry/kg ja elopainon lisäykseen tarvitaan 2.5 ry/kg. Tiineyden aiheuttama lisätarve on 0.25 ry/pv seitsemännellä, 1.5 ry/pv kahdeksannella ja 2.0 ry/pv yhdeksännellä tiineyskuukaudella. Tarve on laskettu joka kuukaudelle erikseen.

Laktaatiokauden alussa lehmän energian tarve lisääntyy voimak-

kaasti, mutta syöntikyky ei lisäännä samassa suhteessa kuin energian tarve. Maidontuotannon huippu saavutetaan tavallisesti 35 - 50 päivää poikimisesta, mutta syönnin huippu tavallisesti vasta 10 - 12 viikkoa poikimisen jälkeen (BINES 1979). Laktaatiokauden alussa lehmä joutuu energiatarpeensa tyydyttämiseksi käyttämään kudostensa rasvavarastoja ja sen elopaino laskee. Tässä laskelmassa elopainon menetyksen on laskettu olevan yhteensä 8 % elopainosta kolmen ensimmäisen laktaatiokuukauden aikana. WOODin ym. (1980) tutkimuksessa elopainon menetys friisiläis-, ayrshire- ja jerseyensikoilla oli keskimäärin 7.4 %. KORVERin (1982) tutkimuksessa elopainon menetys oli karkearehuruokinnalla 11 % ja väkirehuruokinnalla 7 %. Elopainon menetyksen oletettiin jakautuvan siten, että ensimmäisenä kuukautena menetys on 60 %, toisena 30 % ja kolmantena 10 % koko menetyksestä. Elopaino lisääntyy vastaavan määrän laktaatiokauden loppupuolella. MOEn ym. (1971) mukaan lehmä pystyy muuttamaan kudosrasvansa energian maidoksi 82.4 %:n hyötysuhteella ja tämä rasvakudos on muodostunut 74.7 %:n hyötysuhteella rehun muuntokelpoisesta energiasta (ME), jolloin maidontuotannon nettohyötysuhteeksi muodostuu 61.4 %. Tämä on ainoastaan hieman vähemmän kuin käytettäessä ME suoraan maidontuotantoon, jolloin hyötysuhde on 64.4 %. Mikäli rasvavarastot täydennetään vasta ummesaoloaikana hyötysuhde on ainoastaan 58.7 %, jolloin nettohyötysuhde on 48.7 %. Van ESin ja van der HONIGIN (1979) mukaan laktaatiokauden aikana maidontuotannossa ja rasvanmuodostuksessa energian hyväksikäyttö on yhtä hyvä ja kudosrasvan hyväksikäytön tehokkuus on 80 %. Tässä laskelmassa käytetyt 2 ry/kg elopainon menetys ja 2.5 ry/elopainon lisäys vastaavat van ESin ja van der HONIGIN hyväksikäyttökertoimia.

Kuiva-aineen keskimääräisenä syöntikyknä on käytetty ARC:n (1980) mukaan 135 g/kg $W^{0.75}$ lehmälle, jonka 305 päivän tuotos on 5000 kg 4-%:ista maitoa (16 kg/pv). Keskimääräisen päivätuotoksen ollessa alle tai yli 16 kg syöntikyky vähenee tai lisääntyy 0.2 kg/kg 4-%:ista maitoa. Syöntikyky on laskettu kuukausittain keskimääräisen syöntikäyrän perusteella. Ensikoilla vastaavana syöntikyknä on käytetty 130 g/kg $W^{0.75}$, koska nuorten lehmien syöntikyvyn on todettu olevan jonkin verran pienemmän kuin vastaavan kokoisten vanhempien lehmien (BRAUD ja STEELE 1972, ref. COPPOCK ym. 1974).

Energiatarpeen, syöntikyvyn ja rehujen täyttävyyden perusteella on laskettu tarvittava väkirehumäärä kuukausittain siten, että energiatarve tulee tyydytettyä ja karkearehun osuus dieetissä on mahdollisimman suuri. Väkirehun täyttävyytenä on käytetty 0.95 kg ka/ry, joka vastaa ohran ja kauran seosta. Karkearehun täyttävyytenä on laktaatiokauden alkupuolella käytetty 1.4 kg ka/ry ja loppupuolella 1.45 kg ka/ry. Karkearehuruokinta vastaa säilörehuruokintaa, jossa käytetään 2 kg heinää/pv normaalin pötsitoiminnan varmistamiseksi. Lehmien on oletettu olevan syyspoikivia, jolloin ne ovat laktaatiokauden lopun laitumella ja väkirehua ei tarvita. Toisaalta kevätpoikivienkaan lehmien väkirehun tarve ei ilmeisesti ole suurempi, koska ne ovat korkean tuotannon vaiheen aikana laitumella ja väkirehun tarve on pienempi kuin syyspoikivilla lehmillä sisäruokintakaudella. Tunnutusruokintana on annettu 40 ry väkirehua.

Mikäli väkirehun laskennallinen tarve laktaatiokauden loppupuolella muodostui negatiiviseksi, väkirehun määränä käytettiin 0 kg/pv ja energiantarve tyydytettiin pelkästään karkearehulla.

Maitotuoton ja rehukustannusten erotus on laskettu väkirehun ja karkearehun hintasuhteilla 1:1, 1:0.9, 1:0.8, 1:0.7 ja 1:0.6. Väkirehun hintana on käytetty 1.60 mk/ry, joka vastaa teollisen rehun ja viljan keskimääräistä hintaa, ja karkearehun vastaavasti 1.60, 1.44, 1.28, 1.12 ja 0.96 mk/ry eri hintasuhteilla. Maidon hintana on käytetty 2 mk/kg maitoa, jonka rasvapitoisuus on 4.3 % ja valkuaispitoisuus 3.4 %. Rasvapitoisuuden muutos vaikuttaa hintaan ± 0.018 mk/0.1 % ja valkuaispitoisuuden muutos ± 0.016 mk/0.1 %.

5.2. Elopainon vaikutus maidontuotantoon

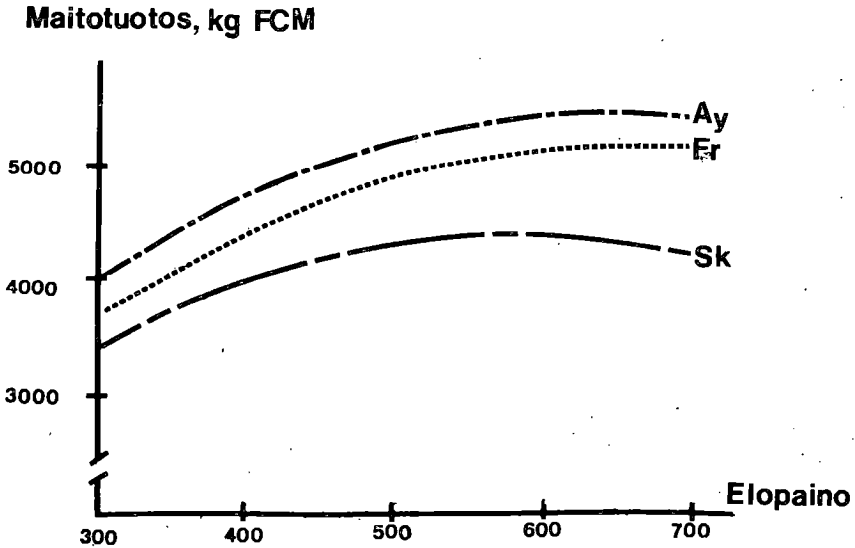
Ensikoilla maidontuotanto lisääntyi elopainon lisääntyessä kaikilla roduilla (kuvio 10). Elopainon ja tuotoksen välinen riippuvuus oli käyräviivainen. Esim. ayrshirellä maitotuotoksen ja elopainon välinen regressio oli 7.5 kg elopainovälillä 300 - 400 kg, 4.8 kg elopainovälillä 400 - 500 kg ja 1.9 kg elopainovälillä 500 - 600 kg. Myös muissa tutkimuksissa (SYRSTAD 1966, TAYLOR 1973, BROWN ym. 1977) on todettu elopainon ja maitotuotoksen riippuvuuden olevan käyräviivainen. Erilaisista regres-

siomalleista parabolinen regressio selitti parhaiten elopainon ja maitotuotoksen välistä riippuvuutta eri roduilla ja lineaarinen regressio huonoimmin (taulukko 8). Regressiot on laskettu roduit-
tain 300 kg:an elopainosta ayrshirellä 610 kg:n, suomenkarjalla
570 kg:n ja friisiläisellä 650 kg:n elopainoon. Yläraja määräytyi
siten, että elopainoluokassa olisi 0.1 % rodun havaintomäärästä.
Erittäin suuret korrelaatiokertoimet maidontuotannon ja elopai-
non välillä johtuivat siitä, että korrelaatiot on laskettu elo-
painoluokan keskiarvojen perusteella. Tällöin plus- ja miinusha-
vainnot kumoavat toisensa. Korrelaatioita voidaan käyttää ainoas-
taan elopainon ja maidontuotannon riippuvuutta kuvaavien regres-
siomallien vertailuun. KOSKISEN (1980) aineistossa elopainon ja
maidontuotannon korrelaatio oli 0.17, kun poikimiskerran vaiku-
tus oli poistettu.

Maitotuotoksen ja elopainon lineaarinen regressio 380 - 470 kg/100
kg on samaa luokkaa kuin FARTHINGin ja LEGATESin (1958) sekä
CLARKin ja TOUCHBERRYn (1962) tutkimuksissa holsteinilla. HARVILLE
ja HENDERSON (1966) saivat hieman pienemmän regression 342 kg/100
kg. Tanskalaisessa jälkeläisarvosteluaineistossa (JOHANSON 1954)
rasvatuotoksen ja elopainon regressio oli 0.14 kg/kg eli noin
350 kg FCM/100 kg. Sen sijaan RIDLER ym. (1965) saivat elopainon
ja tuotoksen välille jonkin verran suuremman regression kuin suo-
malaisilla ensikoilla. SYRSTADin (1966) tutkimuksessa rinnanym-
päryksen ja tuotoksen välinen yhteys ei ollut niin selvä kuin
tässä tutkimuksessa. Eräänä syynä saattaa olla se, että SYRSTADin
aineistossa rinnanympärystä korjattiin +0.5 cm/100 kg karjan
tuotostason perusteella. Mys CLARK ja TOUCHBERRY (1962) ovat
todenneet, että suuret lehmät eivät lypsä paremmin ainoastaan
suuren kokonsa, vaan myös parempien ympäristöolosuhteiden vuoksi.
On ilmeistä, että myös tässä aineistossa ympäristötekijät ovat
lisänneet tuotoksen ja elopainon välistä riippuvuutta. Elopainon
määritysajankohta on myös saattanut aiheuttaa virhettä tuotoksen
ja elopainon välisessä yhteydessä. Elopaino määritetään 0 - 4
kuukautta poikimisen jälkeen, jona aikana elopaino voi vaihdella
runsaasti etenkin korkeatuottoisilla lehmillä. On todennäköistä,
että pienimpien lehmien elopaino on määritetty useammin sen
ollessa alimmillaan ja suurimpien sen ollessa ylimmillään kysei-
senä ajanjaksona. Tuotoksen ja elopainon riippuvuus pienee lak-
taatiokauden edistyessä (MASON ym. 1957, MILLER ym. 1973, JÄHNE
ym. 1976), joten elopaino olisi määritettävä mahdollisimman pian
poikimisen jälkeen.

Taulukko 8. Tuotoksen ja elopainon regressioyhtälöt eri roduilla.

Regressiomalli	Rotu	Regressioyhtälö	r
$y = a+bx$	Ay	$y = 4.69x + 2843$	0.974
	Sk	$y = 3.79x + 2438$	0.943
	Fr	$y = 4.31x + 2664$	0.954
$y = ax^b$	Ay	$y = 342.67x^{0.437}$	0.984
	Sk	$y = 343.00x^{0.408}$	0.954
	Fr	$y = 313.11x^{0.440}$	0.966
$y = ax^2 + bx + c$	Ay	$y = -0.013x^2 + 16.10x + 298$	0.997
	Sk	$y = -0.013x^2 + 15.25x + 53$	0.975
	Fr	$y = -0.012x^2 + 15.87x + 53$	0.983

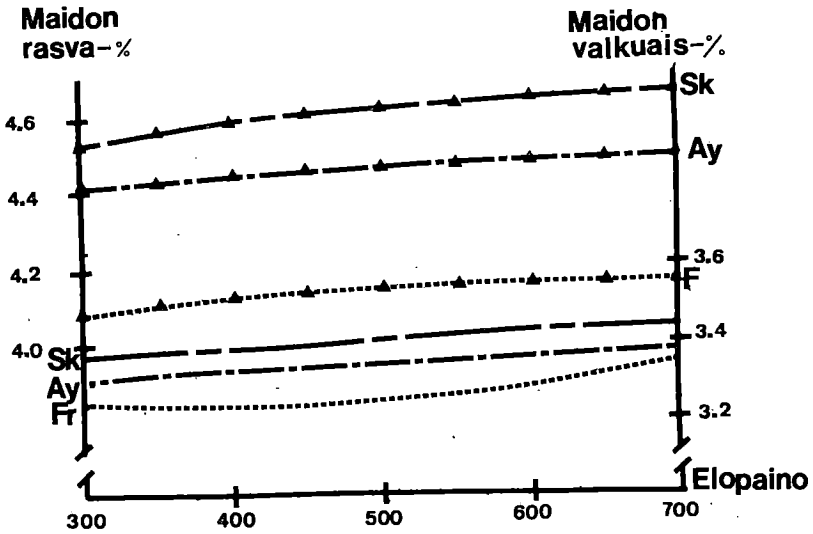


Kuvio 10. Elopainon vaikutus maitotuotokseen eri rotuisilla ensikoilla.

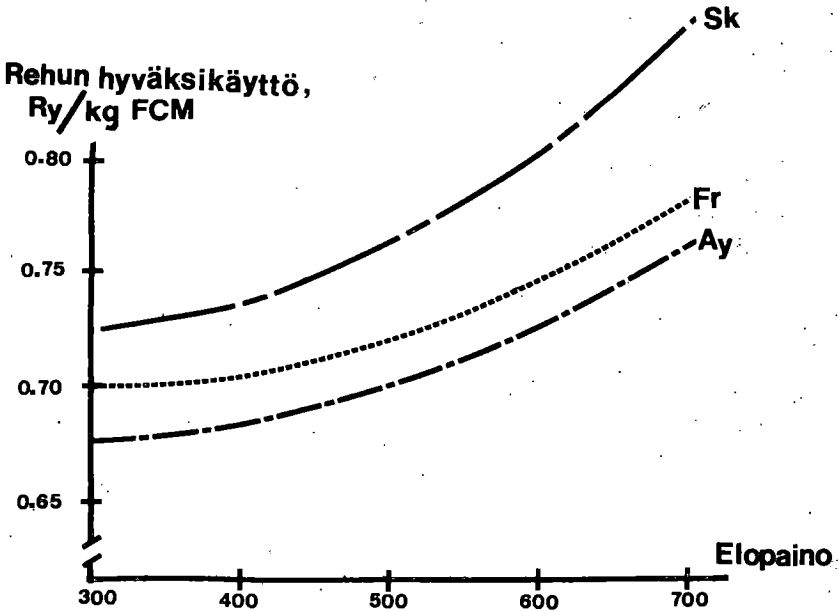
Suomenkarjalla elopainon lisääntyminen vaikutti vähiten maidon tuotantoon, mutta ayrshirellä ja friisiläisellä ei ollut tässä suhteessa eroa. Rotujen välinen järjestys kaikissa elopainoluokissa oli sama; ayrshire paras ja suomenkarja huonoin. Myös amerikkalaisessa tutkimuksessa (MILLER ja MCGILLARD 1959) painon ja tuotoksen geneettinen korrelaatio oli negatiivinen jerseyllä, joka on pienikokoinen maitorotu kuten suomenkarjakin, ja myös guernseyllä pienempi kuin holsteinilla. Fenotyypillisessä korrelaatiossa rotujen väliset erot olivat vähäisiä. Myös HARVILLEN ja HENDERSONIN (1966) tutkimuksessa korjatun tuotoksen ja korjatun elopainon fenotyypinen korrelaatio oli jerseyllä ja guernseyllä pienempi kuin holsteinilla. Poikimispainon vaikutus rasva- ja rasvaton kuiva-ainetuotoksiin oli holsteinilla jonkin verran suurempi kuin ayrshirellä ja jerseyllä (HICKMAN ym. 1971). Sen sijaan HICKMANIN ja BOWDENIN (1971) tutkimuksessa poikimispainon vaikutus 60 - 120 päivän maitotuotokseen oli ayrshirellä hieman suurempi kuin holsteinilla.

Ensikoilla maitotuotos sekä elopainoa että metabolista elopainoa kohti laskivat kaikilla roduilla elopainon lisääntyessä ja olivat suurimmillaan 300 kg:n elopainossa. Elopainon vaikutus tässä suhteessa oli selvin suomenkarjalla. Ayrshirellä ja friisiläisellä ei ollut tässä suhteessa eroa. Tämä poikkeaa TAYLORIN (1973) esittämästä sikäli, että hänen mukaansa parasta tuotosta elopainoa kohti ei saada pienimmiltä lehmiltä alhaisimmillakaan ruokintatasoilla. Tämä poikkeava tulos saattaa johtua ensinnäkin siitä, että alemmissa elopainoluokissa on eläimiä suhteellisen vähän, jolloin mittaus- ym. virheiden vaikutus lisääntyy. Myös ym. elopainon mittausajankohdalla ja erikokoisten ensikoiden karsinnalla saattaa olla vaikutusta.

Elopainon lisääntyessä maidon rasva- ja valkuaispitoisuus kohosivat kaikilla roduilla lievästi huolimatta tuotostason noususta (kuvio 11). Tavallisesti maitomäärän ja rasva- sekä valkuaispitoisuuden väliset korrelaatiot ovat olleet negatiivisia (esim. MILLER ym. 1981). Samansuuntaisen yhteyden elopainon ja maidon rasvapitoisuuden välille ovat saaneet myös WOOD ym. (1980) ja HICKMAN ym. (1971) sekä hiehoiän elopainon ja kasvun sekä maidon rasvapitoisuuden välillä (MILLER ym. 1981). Saksalaisessa aineistossa JFHNE ym. (1976) maidon rasvapitoisuuden



Kuvio 11. Elopainon vaikutus maidon rasva- ja valkuaispitoisuuteen eri rotuisilla ensikoilla.



Kuvio 12. Elopainon vaikutus rehun hyväksikäyttöön eri rotuisilla ensikoilla.

korrelaatiot mitattuihin ominaisuuksiin olivat positiivisia lukuunottamatta säkärkorkeutta. Sen sijaan maidon valkuaispitoisuuden kaikilla mitatuilla ominaisuuksilla oli lievä positiivinen yhteys. HENDERSON ja HARVILLE (1966) saivat negatiivisen yhteyden holsteinilla maidon rasvapitoisuuden ja elopainon välille, mutta guernseyllä yhteys oli positiivinen. Maidon valkuaispitoisuuden ja elopainon välillä MILLER ym. (1981) totesivat negatiivisen yhteyden.

Syynä maidon lievään rasvapitoisuuden nousuun elopainon noustessa saattaa olla suurempien lehmien suurempi karkearehun osuus dieetissä. Tällöin on tuloksena etikkahappovaltaisempi käyminen pötsissä, millä on maidon rasvapitoisuutta kohottava vaikutus. Tähän viittaa myös se, että MILLERin ym. (1971) tutkimuksessa karkearehun syönnin ja dieetin karkearehu-väki-rehusuhteen sekä maidon rasvapitoisuuden välillä oli positiivinen yhteys, mutta väkirehun syönnin ja rasvapitoisuuden yhteys oli negatiivinen. Eräänä syynä elopainon lievään positiiviseen vaikutukseen maidon valkuaispitoisuuteen saattaa olla se, että suuremmat lehmät ovat pystyneet syömään enemmän rehua ja säilyttämään energiatasapainonsa paremmin. Energiavajauksen on todettu alentavan maidon valkuaispitoisuutta, mutta yli-ruokinnalla saatu valkuaispitoisuuden lisäys on vähäinen (OLDHAM ja SUTTON 1979). Valkuaispitoisuuden nousuun on saattanut vaikuttaa myös maidon rasva- ja valkuaispitoisuuden välinen positiivinen yhteys.

5.3. Elopainon vaikutus rehun hyväksikäyttöön

Elopainon lisääntyessä rehun hyväksikäyttö (ry/kg FCM) huononi kaikilla roduilla (kuvio 12). Myös useissa muissa tutkimuksissa (esim. MASON ym. 1957, SYRSTAD ym. 1966, HOOVEN ym. 1968, DICKINSON ym. 1969, KORVER 1982) on todettu negatiivinen yhteys lehmän koon ja rehun hyväksikäytön välillä. Eri tutkimuksissa elopainon ja rehun hyväksikäytön välinen yhteys on vaihdellut melko paljon. Vaihtelun syynä saattavat olla ruokintatyyppi, rotu, elopainon mittaustapa ja -ajankohta.

Elopainon lisääntymisellä oli aluksi hyvin lievä vaikutus rehun hyväksikäyttöön, mutta tietyn elopainon jälkeen vaikutus voimistui. Suomenkarjalla elopainon negatiivinen vaikutus rehun hyväksikäyttöön oli selvin, kuten alla olevat rehun hyväksikäytön ja elopainon riippuvuutta kuvaavat regressioyhtälöt osoittavat.

$$\begin{array}{ll} \text{Ay} & y = 0.7157 - 0.000274 x + 4.85 \times 10^{-7} x^3 & y = \text{rehun hyväksikäyttö,} \\ \text{Sk} & y = 0.7767 - 0.000391 x + 7.26 \times 10^{-7} x^2 & \text{ry/kg FCM} \\ \text{Fr} & y = 0.7422 - 0.000202 x + 4.99 \times 10^{-7} x^2 & x = \text{elopaino, kg} \end{array}$$

Syynä tähän on se, että suomenkarjalla elopainon lisääntyminen vaikutti maidontuotantoon vähemmän kuin muilla roduilla. MILLER ja HOOVEN (1969) saivat rehun hyväksikäytön ja elopainon regressiokertoimeksi 0.00068 ja sekä hyväksikäytön ja elopainon neliön -3.17×10^{-7} , päinvastaiset kerrointen etumerkit johtuvat siitä, että MILLER ja HOOVEN käyttivät rehun hyväksikäytöstä ilmausta maitoa/energiayksikkö. Ayrshirella ja friisiläisellä elopainon vaikutus rehun hyväksikäyttöön tässä laskelmasa oli samanlainen.

Teoreettisen laskelman mukaan paras rehun hyväksikäyttö oli ayrshirellä ja huonoin suomenkarjalla. Ensikoilla rehun hyväksikäyttö (ry/kg FCM) oli ayrshirellä 0.694, suomenkarjalla 0.744 ja friisiläisellä 0.718 ja kaikilla tarkkailulehmillä 0.659, 0.686 ja 0.675 vastaavasti. Rehun hyväksikäyttö oli kaikilla lehmillä parempi kuin ensikoilla kaikilla roduilla huolimatta elopainon lisääntymisestä. Saman tuloksen saivat myös HOOVEN ym. (1968) sekä MILLER ja HOOVEN (1969) holsteinlehmillä, joiden tuotos oli keskimäärin 6200 kg. Ero rehun hyväksikäytössä kaikkien lehmien ja ensikoiden välillä oli suurin suomenkarjalla. Suomenkarjan ikärakenne on ilmeisesti erilainen kuin muilla roduilla; vanhempia lemmiä on enemmän ja ensikoita, joiden rehun hyväksikäyttö on huonompi, vähemmän.

Tämän laskelman tulos on poikkeava HOOVENin ym. (1968), MILLERin ja HOOVENin (1969) sekä TAYLORin (1973) esittämistä tuloksista sikäli, että ym. tutkimuksissa pienin elopaino ei ollut rehun

hyväksikäytön kannalta optimaalinen, vaan paras rehun hyväksikäyttö saavutettiin lähellä keskimääräistä elopainoa. Sen sijaan DICKINSONin ym. (1969) tutkimuksessa rehun hyväksikäyttö oli paras kaikkien pienemmillä eläimillä. Elopainon, pituuden ja korkeuden vaikutus rehun hyväksikäyttöön oli lineaarinen, mutta elopainon lisäyksen ja rinnanympäryksen käyräviivainen. Myös tässä laskelmassa, jossa elopaino on määritetty rinnanympäryksen perusteella elopainon ja rehun hyväksikäytön riippuvuus oli käyräviivainen.

Se, että rehun hyväksikäyttö oli tässä laskelmassa paras kaikkein pienimmillä ensikoilla, saattaa johtua ensinnäkin siitä, että alemmissa elopainoluokissa ensikoita on karsittu huonon tuotoksen perusteella enemmän kuin suurempia ensikoita. On myös todennäköistä, että pienempien lehmien elopaino on määritetty sen ollessa alimmillaan tarkkailuohjessaännössä mainittuna aikana useammin kuin suuremmilla lehmillä. Tämä aiheuttaa sen, että ylläpitotarve on laskettu pienemmille ensikoille liian pienen elopainon mukaan, jolloin laskennallinen rehun hyväksikäyttö on parantunut. Elopainon ollessa 300 - 400 kg ja tuotostason 4000 kg FCM elopainon arviointi 20 kg liian pieneksi parantaa laskennallista rehun hyväksikäyttöä 0.012 ry/kg FCM. Käytännön ruokinnassa eri kokoisten lehmien erilaista ylläpitotarvetta ei oteta ehkä riittävästi huomioon. Esimerkiksi Maatalouden Laskentakeskuksen ruokintasuunnitelmassa käytetään karjan keskimääräistä elopainoa. Ruokittaessa näiden ohjeiden mukaisesti keskikokoa pienemmät lehmät saavat liikaa ja suuremmat liian vähän rehua tarpeeseensa nähden. Pienempien lehmien tuotos on ylläruokinnan vuoksi jonkin verran noussut, mutta koska laskelmat on tehty normien mukaan, mahdollisen ylläruokinnan vaikutus ei näy rehun hyväksikäytössä. ROBERTSONin (1973) mukaan eri kokoisilla lehmillä ei ole rehun hyväksikäytössä eroa, jos koon vaikutus ylläpitotarpeeseen otetaan huomioon ruokinnassa. Tässä laskelmassa ei ole otettu huomioon hiehojen normaalia kasvua ensimmäisen laktaatiokauden aikana; ainoasaan laktaatiokauden alussa tapahtunut elopainon menetykset on korvattu. MILLER ym. (1981) totesivat, että elopaino laktaatiokauden alussa on negatiivisesti korreloitunut elopainon lisäykseen laktaatiokauden aikana. Mikäli tämä pitää paikkansa myös suomalaisessa aineistossa, laktaatiokauden aikana tapahtuneen kasvun rehun hyväksikäyttöä huonontava vaikutus

olisi suurempi pienemmillä ensikoilla.

Rehun kulutus tuotettua maitokiloa kohti lisääntyi kaikilla roduilla laktaatiokauden edistyessä (taulukko 9). Tämä johtuu maidontuotannon alenemisesta laktaatiokauden edistyessä sekä kudosten energiavarastojen käytöstä laktaatiokauden alkupuolella ja täydentämisestä loppupuolella. Laktaatiokauden rehun hyväksikäyttöä keskimäärin vastaa 6 - 7 kuukauden rehun hyväksikäyttö. Tällöin myös kudosten energiavarastojen muutosten aiheuttama virhe rehun hyväksikäytön arvioinnissa on pienempi kuin laktaatiokauden alku- tai loppupuolella. MILLERin ja HOOVENin (1971) tutkimuksessa 4 - 5 kuukauden rehun hyväksikäyttö korreloi parhaiten koko laktaatiokauden rehun hyväksikäyttöön. Tässä vaiheessa myös rehun hyväksikäytön vaihtelukoefficientti oli pienemmällä. Ero tähän tutkimukseen johtui ilmeisesti siitä, että MILLERin ja HOOVENin aineistossa elopainon menetys oli pienempi kuin tässä laskelmassa käytetty ja tässä laskelmassa on otettu huomioon myös ummessaoloajan ruokinta ja tunnutusruokinta. HOOVENin ym. (1972) tutkimuksessa paras yhteys osa laktaatiokauden ja koko laktaatiokauden rehun hyväksikäytön välillä saavutettiin 5. kuukautena.

Taulukko 9. Rehun hyväksikäyttö (ry/kg FCM) eri rotuisilla lehmillä laktaatiokauden eri vaiheissa.

L a k t a a t i o k u u k a u s i

Rotu

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	\bar{x}
Ay	0.506	0.518	0.544	0.570	0.610	0.629	0.655	0.685	0.742	0.911	1.600	0.659
Sk	0.518	0.531	0.560	0.588	0.631	0.653	0.682	0.725	0.782	0.964	1.746	0.686
Fr	0.512	0.526	0.553	0.582	0.624	0.645	0.673	0.704	0.771	0.944	1.665	0.675

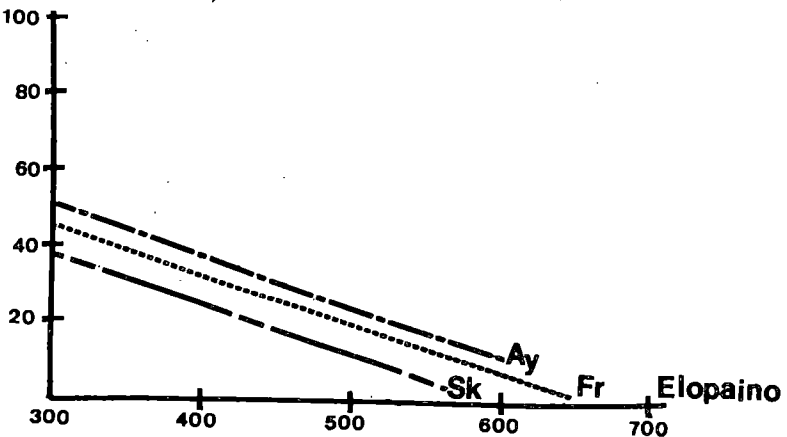
5.4. Elopainon vaikutus dieetin väkirehu-karkearehusuhteeseen

Elopainon lisääntyessä karkearehun osuus dieetissä voi lisääntyä huolimatta tuotoksen lisääntymisestä (kuvio 13). Laskelman mukaan elopainon lisääntyminen 10 kg:lla vähentää väkirehun osuutta rehuyksiköistä ayrshirella 1.35 %, suomenkarjalla

1.42 % ja friisiläisellä 1.25 %. Suurin vaikutus suomenkarjalla johtuu elopainon muita rotuja vähäisemmästä vaikutuksesta maitotuotokseen. Suurempaan karkearehun osuuteen myös käytännössä viittaa niiden maidon korkeampi rasvapitoisuus (vrt. kuvio 11).

Käytännössä väkirehun osuuden lasku elopainon lisääntyessä ei ehkä ole niin suuri kuin tämä laskelma osoittaa. Ensinnäkin kevyemmät lehmät ovat lihavuuskunniltaan todennäköisesti laihempia kuin painavammat. Äärimmäisen lihavilla lehmillä syöntikyvyn on todettu alentuvan jopa 25 %, joskaan myöskään hyvin laihat lehmät eivät saavuta teoreettista syöntikykyään ilmeisesti kehon vähäisten valkuaisvarastojen vuoksi. Toiseksi karkearehun osuuden noustessa tietyn rajan yli alkaa syöntikyky laskea, jolloin karkearehun osuus ei nouse yhtä nopeasti kuin kuvio 13 osoittaa. ARC:n (1980) mukaan keskimääräinen syöntikyky on $135 \text{ g/kg } W^{0.75}$ muuntokelpoisen energian ollessa 55 - 65 % bruttoenergiasta. Tämä vastaa suunnilleen 10.0 - 12.0 MJ/ME/kg ka ja täyttävyyssä 1.15 - 1.35 kg ka/ry. Suurimman osan laktaatiokauden dieetin keskimääräinen täyttävyyksivaatimus oli tällä välillä. Ainoastaan pienemmillä lehmillä laktaatiokauden alussa täyttävyyksivaatimus oli alle 1.15.

Väkirehun osuus, %



Kuvio 13. Elopainon vaikutus väkirehun osuuteen rehuyksiköistä eri rotuisilla ensikoilla.

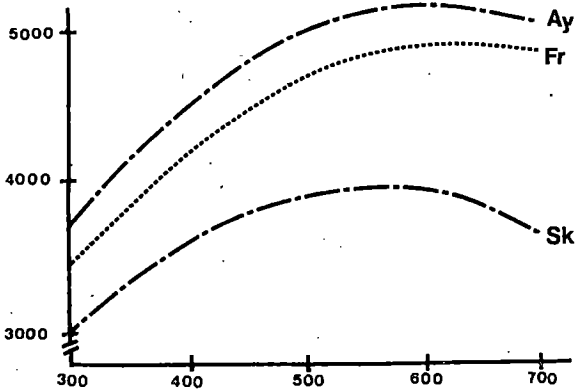
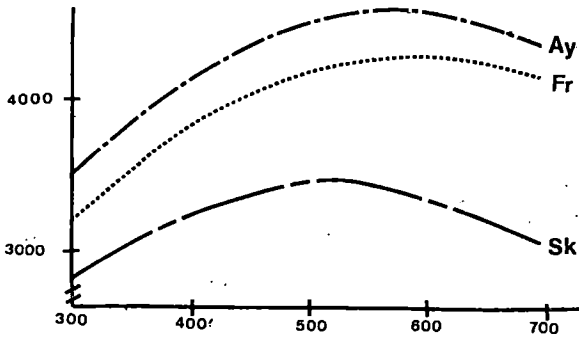
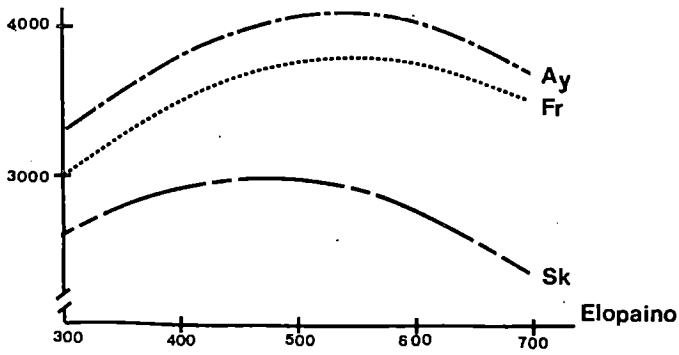
Tällöin väkirehun osuus nousee korkeaksi ja syöntikyky laskee, mutta energian saanti säilyy ennallaan väkirehun osuuden kasvaessa. Muuntokelpoisen energian osuuden ollessa alle 55 % bruttoenergiasta syöntikyky alenee 15 % 5 %:n alennusta muuntokelpoisen energian osuudessa kohti. Suuremmilla lehmillä täytävyyksivaatimus oli laktaatiokauden lopussa pitemmän aikaa yli 1.35 kuin pienemmillä lehmillä, jolloin syöntikyky on alle $135 \text{ g/kg } W^{0.75}$.

Ensikoilla väkirehun osuus oli 29.4 % ayrshirellä, 19.4 % suomenkarjalla ja 20.9 % friisiläisellä. Vastaavat %-osuudet kaikilla lehmillä olivat 30.1, 24.2 ja 22.9. Vuonna 1981 väkirehun osuus rehuyksiköistä oli noin 42 % eli huomattavasti enemmän kuin laskennallinen tarve. Eräänä syynä eroon on se, että tässä laskelmassa heinän osuus karkearehusta oli pienempi kuin käytännössä. Syöntikykyä käytettiin ensikoilla $130 \text{ g/kg } W^{0.75}$ ja kaikilla lehmillä $135 \text{ g/kg } W^{0.75}$. Suitian tasvaväkirehuruokin-takoikeessa kuiva-aineen syönti on ollut noin $140 \text{ g/kg } W^{0.75}$ (TUORI 1982). Ayrshiren suurempi väkirehun osuus suomenkarjaan verrattuna johtuu korkeammasta tuotostasosta ja friisiläisten suurempi osuus korkeammasta tuotoksesta elopainoon nähden. Käytännössä rotujen väliset erot väkirehun osuudessa ovat ilmeisesti pienempiä.

6.5. Elopainon vaikutus taloudelliseen tulokseen

Maitotueton ja rehukustannusten erotuksen riippuvuus elopainosta on käyräviivainen, ja elopainon lisääntyminen tiettyyn rajaan saakka parantaa taloudellista tulosta lehmää kohti huolimatta biologisen tehokuuden huononemisesta (kuvio 14, vrt. kuvio 12). Rotujen välinen järjestys oli kaikissa elopainoluokissa sama; ayrshire paras ja suomenkarja huonoin. Väkirehun ja karkearehun hintasuhteen muuttuessa karkearehulle edullisemmaksi lehmän taloudellinen optimikoko lisääntyy, koska suuremmat lehmät pystyvät käyttämään enemmän halvempaa karkearehua (kuvio 14). Rehun ja maidon hintasuhteella 0.8 paras taloudellinen tulos lehmää kohti saavutetaan ayrshirellä 520 kg:n, suomenkarjalla 460 kg:n ja friisiläisellä noin 560 kg:n elopainossa. MILLERin ym.

Maitotuotto-rehukustannus



Kuvio 14. Maitotuoton ja rehukustannuksen erotus eri rotuisilla ensikoilla väkirehun ja karkearehun hintasuhteilla 1:1 (ylinnä), 1:0.9 ja 1:0.08.

(1971) tutkimuksessa paras taloudellinen tulos holstein ensikoilla saavutettiin 530 kg:n elopainossa, joka oli noin 50 kg pienempi kuin eläinten keskipaino. Tässä laskelmassa paras tulos saavutettiin keskipainoa suuremmissa painoissa. Ero saattaa johtua rodusta, erilaisesta maidon ja rehun hintasuhteesta sekä ruokintatyypistä.

Suomenkarjalla elopainon lisääntyminen vaikuttaa taloudelliseen tulokseen vähemmän kuin ayrshirellä ja friisiläisellä. Samaten paras taloudellinen tulos saavutettiin lähimpänä rodun keskipainoa kuin muilla roduilla. Elopainon maidontuotantoa lisäävä vaikutus oli myös suomenkarjalla pienin. Nämä seikat viittaavat siihen, että suomenkarja on tällä hetkellä maidontuotannon kannalta lähimpänä optimaalista kokoa kuin muut rodut.

Ayrshirellä maitotuoton ja rehukustannusten erotus oli 900 - 1000 mk ja friisiläisellä 800 - 1000 mk suurempi kuin suomenkarjalla (taulukko 10). Rehun kulutuksen tulisi suomenkarjalla vähentyä noin 16 %, jotta lehmää kohti saavutettaisiin sama tulos kuin muilla roduilla. Jos rehun hyväksikäyttö paranisi saman verran sekä ylläpidossa että tuotannossa, ylläpitotarpeen tulisi olla 0.032 ry/kg W^{0.75} ja tarpeen tuotantoon 0.336 ry/kg FCM. Lihantuotantokokeista ei ole saatu viitteitä suomenkarjan pienemmästä ylläpitotarpeesta metabolista painoa kohti.

Taulukko 10. Maitotuoton ja rehukustannusten erotus eri karkearehun ja väkirehun hintasuhteilla.

Karkearehun ja väkirehun hintasuhte

Rotu	1:1	1:0.9	1:0.8	1:0.7	1:0.6	
Ensikot	Ay	3902	4293	4684	5074	5465
	Sk	2847	3238	3629	4020	4410
	Fr	3639	4073	4507	4942	5376
Kaikki lehmät	Ay	5011	5447	5884	6320	6757
	Sk	4100	4526	4951	5378	5803
	Fr	4850	5335	5819	6304	6789

Laskelmassa on edellytetty, että eri kokoiset lehmät on ruokittu samalla tavalla normeihin nähden. Karjan sisäisesti pienemmät lehmät ruokitaan normeihin nähden runsaammin, koska ruokintasuunnitelmat laaditaan karjan keskimääräisen elopainon perusteella. Tähän viittaa myös se, että kaikkein pienimmillä lehmillä rehun hyväksikäyttö on paras toisin kuin useissa muissa tutkimuksissa. Sen sijaan niissä karjoissa, joissa lehmät parempien ympäristöolosuhteiden vuoksi ovat suurempia, saattaa ruokinta normeihin nähden olla runsaampaa kuin huonommissa ympäristöolosuhteissa pidetyissä karjoissa. Ruotsissa on tosin todettu, että niillä tiloilla, joilla ylliruokinta on ollut runsasta, tuotos on ollut huonompi kuin normien mukaan ruokituilla.

Lehmän elopainon lisääntyessä 10 kg:lla teuraspainosta saatava tulo lisääntyy noin 90 mk, joka on noin 22 mk vuotta kohti lehmän tuotantoiän ollessa 4 vuotta. Toisaalta hiehon kasvattamiseen kuuluva energiamäärä lisääntyy koon lisääntyessä. Rehukustannusten lisääntyminen ja teurastulosten lisääntyminen vastaavat toisiaan normien mukaan laskettuna rodun sisäisesti.

Vasikasta saatava hinta sekä välitykseen myytäessä että kasvatettaessa omalla tilalla lisääntyisi lehmän elopainon lisääntyessä. OJALAN (1982) tutkimuksessa emän arvioidun painon korrelaatio sonnin syntymäpainoon, elopainoon vuoden iässä ja lisäkasvuun 60 - 365 päivän välillä oli ayrshirellä merkittävästi positiivinen. Samoin sonnien puolisisarten painopoikkeaman yhteys ym. ominaisuuksiin oli merkittävästi positiivinen.

Tässä laskelmassa tulokset on laskettu lehmää kohti. Tulos muuttuisi jonkin verran, jos taloudellinen tulos laskettaisiin tiettyä rehuyksikkömäärää tai pinta-alaa kohti. Pienemmät lehmät tuottavat tietyllä rehumäärällä tai pinta-alalla enemmän maitoa, koska rehun hyväksikäyttö oli pienemmillä lehmillä parempi. Työkustannukset tuotettua maitokiloa kohti kuitenkin nousivat tällöin, koska olisi pidettävä useampia lehmiä. Lehmää kohti tarvittava työmäärä ei ole juuri riippuvainen lehmän koosta. Samoin kiinteät kustannukset tuotettua maitokiloa kohti nousivat jouduttaessa pitämään useampia lehmiä tietyn

maitomäärän tuottamiseksi.

6. LIHANTUOTANTO

Rehunkäyttökyky ja kasvunopeus ovat taloudellisesti tärkeimmät ominaisuudet naudanlihantuotannossa. Rotujen välisiä eroja lihantuotanto-ominaisuuksissa on tutkittu Maatalouden tutkimuskeskuksen lihakarjakokeissa, kenttäkokeissa ja myös keinosiemennyssonnien kasvukyky on vuodesta 1964 lähtien mitattu kasvatuskoeasemilla.

Taulukkoon 10 on koottu tärkeimmät tulokset lihakarjakokeiden tuloksista vuosina 1960 - 1980 RUOHOMÄEN (1981) yhteenvedosta.

Taulukko 10. Tuloksia lihakarjakokeista vuosilta 1960-1980 (RUOHOMÄKI 1981).

Rotu	N	Suhteellinen teuraspaino	Teuras-% erotus	Erotukset % yksikköä			Huom.
				Liha-%	Rasva-%	Luu-%	
AyAy	106	100					N = 74
SkSk	105	91	-0.3	+0.5	+0.5	-0.9	N = 73
AyAy	173	100					N = 134
FrAy	143	108	+1.5	+0.8	0.2	-0.5	N = 73
SkSk	35	100					N = 28
FrSk	34	108	+0.7	+0.8	-1.3	+0.2	N = 27
AyAy	185	100					N = 125
ChAy	103	115	+2.6	+1.8	-0.2	-1.6	N = 77
SkSk	82	100					N = 62
ChSk	79	117	+2.7	+1.5	-0.3	-1.1	N = 59

Suomenkarjan teuraspaino on eri kokeissa ollut keskimäärin 9 % pienempi kuin ayrshiren. Teurastusiän lisääntyessä rotujen välinen ero on lisääntynyt. Friisiläisristeytyksen vaikutus kumpaankin rotuun on ollut samanlainen, mutta charolaisen vaikutus suomenkarjan kasvuun on ollut jonkin verran suurempi. Suomenkarjan ruhoissa on ollut enemmän lihaa ja rasvaa sekä

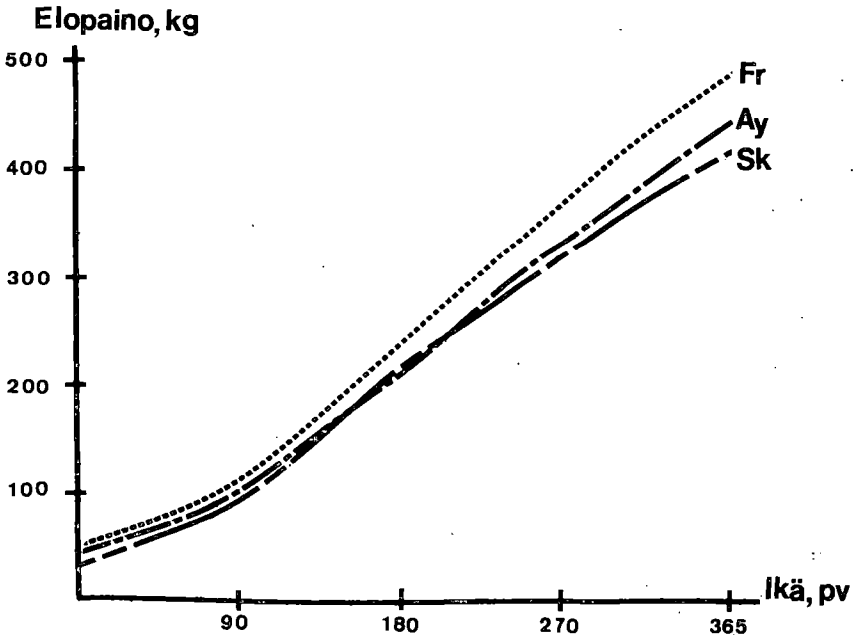
vähemmän luita kuin ayrshiren. Teurasarvostelussa ch-risteytykset on arvosteltu luokkiin E ja 1+, fray-ruhot 1+, ayay- ja frsk-ruhot I+ ja I sekä sksk-ruhot I ja I-. Etenkin suomenkarjan ruhot saivat usein huonommat pisteet kuin niiden koostumus olisi edellyttänyt (RUOHOMÄKI 1974).

Yksityisillä tiloilla suoritetuissa kasvatuskokeissa verrattiin tilalla samanaikaisesti kasvatettuja sonneja puhtaaseen ayrshireen (KENTTÄMIES 1974). Suomenkarjan suhteellinen teuraspaino oli 92, friisiläisen sekä 2. ja 3. polven friisiläisristeytysten 113 sekä fray- ja frsk-risteytyksillä 106.

KENTTÄMIEHEN (1982) vastaavasta laajemmasta aineistosta tekemän tutkimuksen mukaan suhteellinen teuraspaino oli 100, suomenkarjalla 93 ja friisiläisellä 111 sekä vastaavat nettokasvut 100, 93 ja 113. Roturyhmä oli määritetty ainoastaan isän rodun perusteella. Myös tässä tutkimuksessa suomenkarjalla ruhon laatuluokka oli huonompi kuin friisiläisellä ja ayrshirellä. Ayrshiren nettokasvu oli suhteellisesti parempi karkearehuvaltaisella ja laajaperäisellä ruokinnalla kuin väkirehuvaltaisella ruokinnalla. Suomenkarja menestyi suhteellisesti parhaiten niukalla ruokinnalla, mutta väkirehuvaltaisella sekä laidunnettaessa huonoimmin. Huonoon laitumen hyväksikäyttöön riittää myös RUOHOMÄEN ja HAKKOLAN (1970) risteytyskoe, jossa verrattiin suomenkarjaa frsk-risteytyksiin. Ensimmäisellä sisäruokintakaudella risteytysten kasvu oli 4 % ja laidunkaudella 15 % parempi. Toisella sisäruokinta- ja laidunkaudella vastaavat luvut olivat 11 ja 12 %. Suomenkarjan parempaan suhteelliseen menestymiseen niukalla ruokinnalla on saattanut olla se, että suurempi osuus rehusta kuluu ylläpitoon. Suomenkarjalla jää enemmän rehua kasvuun, koska sen ylläpitotarve on pienempi pienemmän koon vuoksi.

Nuorten keinosiemennyssonnioiden kasvatuskokeessa vuoden ikäisten ay-, sk- ja fr-sonnioiden keskimääräinen elopaino on ollut 443, 417 ja 487 kg ja lisäkasvu ikävälillä 90 - 365 päivää 1258, 1211, 1389 g/pv (MYLLYLÄ 1982). Vastaavat suhteelliset elopainot ovat 100, 94 ja 110 sekä lisäkasvut 100, 96 ja 110. Suomenkarjan ja ayrshiren elopainon ero on jonkin verran pienempi

kuin lihanautakokeissa (RUOHOMÄKI 1981) ja kenttäkokeissa (KENTTÄMIES 1974 ja 1982) rotujen välinen ero teuraspainossa. Sonniemien ruokinnassa on vuonna 1979 siirrytty vapaasta väkirehuruokinnasta iän mukaiseen väkirehun annosteluun (MYLLYLÄ 1982). Rajoitetulla väkirehuruokinnalla suomenkarjan kasvutulokset ovat ayrshireen nähden huonontuneet. Sekä suhteellinen elopaino että lisäkasvu ovat olleet 89 ruokinnan muutoksen jälkeen. Friisiläisellä suhteellinen elopaino ja lisäkasvu ovat muutoksen jälkeen olleet 108 ja 107. Iän mukainen väkirehuanostelu suosi suomenkarjan sonneja, koska ne pienempinä ovat saaneet enemmän väkirehua elopainoa kohti. Friisiläinen on vastaavasti kärsinyt jonkin verran iän mukaisesta väkirehuanostelusta. Toisaalta tämä ruokintamenetelmä suosii hyviä karkearehun syöjiä ja/tai hyväksikäyttäjiä.



Kuvio 15. Eri rotuisten sonniemien elopainon kehitys keino-siemennyssonniemien kasvatuskokeessa koko testausaikaan.

Rotujen kasvurytmi on erilainen (kuvio 15, taulukko 11). Kasvukauden alkuvaiheessa (3 - 6 kk) suomenkarjan kasvunopeus on ollut sama kuin friisiläisellä ja parempi kuin ayrshirellä. Puolen vuoden jälkeen suomenkarjan kasvunopeus hidastuu voimakkaasti. Ayrshirellä ja etenkin friisiläisellä nopean kasvun vaihe jatkuu pitempään.

Taulukko 11. Eri rotuisten sonnien kasvunopeus eri ikävaiheissa keinosiemennyssonnien kasvatuskokeessa koko testausaikana.

Rotu	Ikä pv	0-90	90-180	180-210	210-240	240-270	270-300	300-330	330-365
Ay		622	1267	1433	1333	1267	1133	1200	1171
Sk		567	1433	1267	1200	1167	1100	1033	866
Fr		656	1444	1500	1500	1400	1367	1233	1200

Lypsykarjan pitkäaikaiskokeissa Pohjois-Savon koeasemalla hiehojen elopaino oli 1.5 vuoden iässä ayrshirellä 390, suomenkarjalla 358 ja friisiläisellä 414 kg sekä lisäkasvut 698, 641 ja 763 g/pv. Suhteelliset elopainot 100, 92 ja 106 sekä lisäkasvut 100, 92 ja 109 vastaavat lihanautakokeissa sonneilla saatuja tuloksia. Rotujen väliset painoerot olivat aluksi vähäisiä, mutta 10 kuukauden jälkeen suomenkarjan kasvu heikentyi muihin nähden. Friisiläisen ja ayrshiren ero lisääntyi iän mukana. Karkearehün osuus hiehojen ruokinnassa on ollut suuri.

Naudanlihantuotannon taloudellisuuden kannalta suomenkarjan kasvun hidastumisella on merkitystä, koska yli 160 ja 210 kg:n ruhoista maksetaan lisähintaa. NISULAN (1981) mukaan paras taloudellinen tulos ayrshirellä on saatu kasvattamalla sonnit yli 210 kg:n teuraspainoon. Suomenkarjalla kasvun hidastuminen tässä vaiheessa on niin nopeaa (vrt. taulukko 12, kuvio 14), että kasvattaminen 210 kg:n teuraspainoon on tuskin kannattavaa. Fray-risteytyksillä on NISULAN (1982) laskelmissa 205 mk suurempi katetuotto eläintä ja vuotta kohti kuin puhdasrotuisella ayrshirellä. Chay-risteytys on antanut 575 mk suuremman katetuoton kuin ayrshire. KENTTÄMIEHEN (1978) laskelmien mukaan tuoton ja vasikka- ja rehukustannusten erotus on ollut suomenkarjalla 102 mk pienempi ja friisiläisellä 222 mk suurem-

pi kuin ayrshirellä. Frsk- ja chsk-risteytykset ovat antaneet paremman tuloksen kuin puhdas ayrshire.

Sekä maidon- että lihan tuotannon kannattavuuteen vaikuttaa vasikan hinta. Vasikkavälityksessä fr-, Ch- ja hf-risteytyksistä maksetaan 200, 250 ja 150 mk enemmän kuin ayrshirevasikasta. Suomenkarjan vasikasta maksetaan 100 mk vähemmän kuin ayrshirestä tai sitä ei oteta lainkaan välitykseen (RITALA 1982, KARPPI 1982). Välitysvasikasta vastaavaan hintaan vaikuttaa myös vasikan koko. Ayrshire- ja etenkin suomenkarjan vasikoita joudutaan tiettyyn välityspainoon kasvattamaan pitempään tai myymään kevyempänä, jolloin vasikan hinta on 15 mk/kg alempi alle 50 kg:n elopainossa. Keinosiemennyssonnien keskimääräisen syntymäpainon mukaan ja olettamalla, että rotujen välinen ero syntymäpainossa säilyy välitykseen saakka, sk-vasikan hinta on 120 mk pienempi ja fr-vasikan 75 mk suurempi kuin ayrshiren. Taulukossa 13 on laskettu eri rotuisten vasikoiden nettotuoton ero naudanlihan tuotannossa.

Taulukko 13. Nettotuotto naudanlihan tuotannossa eri roduilla verrattuna ayrshireen.

	Ay	Sk	Fr	Lähde
Vasikan rotu	0	-100	+200	RITALA 1982, KARPPI 1982
Vasikan paino	0	-120	+75	MYLLYLÄ 1982, RITALA 1982
Katetuotto	0		+205	NISULA 1982
Tuotto vasikka- ja rehukustannus	0	-102		KENITÄMIES 1978
Yhteensä		-322	+480	

Ayrshirellä taloudellinen tulos oli 322 mk parempi kuin suomenkarjalla ja friisiläisellä 480 mk parempi kuin ayrshirellä. On mahdollista, että tällä hetkellä naudanlihan tuotannon kate-
tuotossa on ayrshiren ja suomenkarjan välillä vähintään 205 mk:n ero, jonka NISULA (1981) sai fray-risteytysten ja ayrshiren eroksi. Vasikkakustannuksen ero on ayrshiren ja suomenkarjan välillä pienempi ja fr-risteytykset ovat kasvuominaisuuksiltaan olleet saman verran ayrshireä parempi kuin ayrshire suomenkarjaa.

Suomenkarjan ja ayrshiren kilpailukykyä lihantuotannossa voidaan parantaa risteytyksiä käyttämällä. KENTTÄMIEHEN (1978) mukaan ch- ja fr-risteytykset ovat parantaneet taloudellista tulosta 150 - 300 mk eläintä kohti. NISULAN (1982) mukaan risteytyksistä saatu hyöty on ollut jopa 575 mk. Suomen pienen karjakoon vuoksi risteytyksiä ei kuitenkaan voida käyttää kovin runsaasti riittävän lehmävasikkamäärän varmistamiseksi.

7. KÄYTTÖOMINAISUUDET

7.2. Lypsettävyys

Lypsettävyys vaikuttaa työmenekkiin, sillä lypsyajan lyheneminen minuutilla päivässä vähentäisi työmenekkiä noin viisi tuntia lehmä ja tuotantokautta kohti. Toisaalta liian herkkälypsyisillä lehmillä utaretulehduksen vaara lisääntyy. LINDHOLMIN (1979) tutkimuksessa, jossa oli mukana yli 24 000 ensikkoa, rotujen välillä ei ollut merkitseviä eroja lypsettävyydessä (taulukko 14).

Taulukko 14. Eri rotuisten ensikkojen lypsettävyys (LINDHOLM 1979).

	Ayrshire	Suomenkarja	Friisiläinen
Lypsykerran maitomäärä, kg	8.15	6.55	8.03
Maitoa, kg/pv	15.73	12.69	15.55
Lypsy aika, sek.	310.6	283.1	238.3
Mitattu KMM	1.734	1.543	1.780
Korjattu KMM	1.710	1.781	1.763

KMM = keskinäinen minuuttimaitomäärä, kg/min.

Korjattu KMM oli paras suomenkarjalla, jolla oli myös lyhin lypsy aika. Sen sijaan mitattu KMM oli friisiläisellä paras. Lypsyajan perusteella laskettu työmenekki on friisiläisellä noin 2.5 tuntia ja ayrshirellä noin 4.5 tuntia suurempi kuin suomenkarjalla. Lypsynopeuteen ja utaretervevteen vaikuttava

utaremuoto oli ayrshirellä hieman parempi ja suomenkarjalla hieman huonompi kuin friisiläisellä. Lisävetimiä friisiläisellä oli jonkin verran vähemmän kuin muilla roduilla.

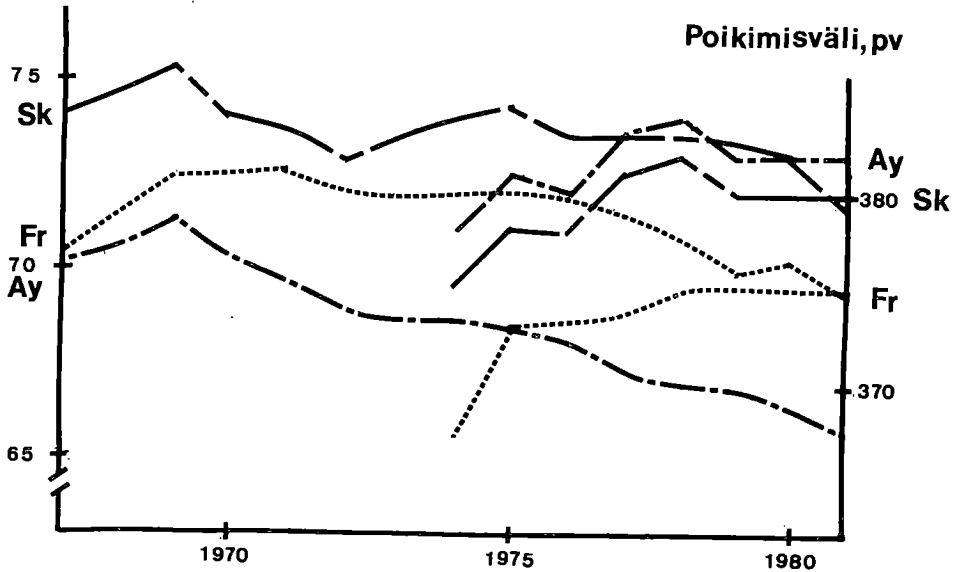
Lypsykarjan pitkäaikaiskokeessa (ETTALA ja TENHUNEN 1982) friisiläisellä oli huonompi lypsettävyys kuin ayrshirellä ja suomenkarjalla. Utaremuoto oli tässäkin tutkimuksessa paras ayrshirellä. Vuotavia utareita oli eniten suomenkarjalla ja vähiten friisiläisellä. LINDHOLMin (1979) tutkimuksessa ei tässä suhteessa ollut eroa rotujen välillä. ETTALAN ja TENHUSEN (1982) tutkimuksessa lypsykäyttäytyminen oli huonoin friisiläisellä, mutta LINDHOLMin (1979) tutkimuksen mukaan friisiläiset olivat rauhallisimpia. Erot näiden kahden lypsettävyystudkimustulosten välillä saattaa johtua siitä, että aineisto rotuvertailukokeissa oli hyvin pieni (96 ensikkoo) verrattuna LINDHOLMin (1979) aineistoon.

7.2. Hedelmällisyys ja sukukypsyys

Hedelmällisyyden mittoja on useita, esimerkiksi uusimattomuus-%, siemennysten lukumäärä/tiineys, poikimisväli, tyhjääkauden pituus.

Keinosiemennystilastojen mukaan suomenkarjalla on 10 viime vuoden aikana ollut keskimäärin 5.7 %-yksikköä ja friisiläisellä 3.5 %-yksikköä parempi uusimattomuus-% kuin ayrshirellä. Uusimattomuus-% on laskenut kaikilla roduilla, mutta ayrshirellä muutos on ollut selvin (kuvio 15). Rotuvertailukokeessa (ETTALA ym. 1981) uusimattomuus-% oli ayrshirellä 83.7, suomenkarjalla 70 ja friisiläisellä 72. Siemennyksiä tiineyttä kohti tarvittiin vastaavasti 1.2, 1.45 ja 1.4. Rotuvertailukokeen aineisto on kuitenkin liian pieni johtopäätösten tekoon rotujen hedelmällisyysominaisuuksista. PHILIPSONin ym. (1975) mukaan uusimattomuus-%:n nousu yhdellä %-yksiköllä paransi taloudellista tulosta 3.77 kruunua lehmää kohti lähtötason ollessa 65 - 75 %. LINDSTRÖM (1978b) laski %-yksikön parannuksen tiineys-tuloksina merkitsevän noin 750 000 mk Suomen lehmämäärällä eli noin 1 mk/%-yksikkö/lehmä.

Uusimattomuus-%



Kuvio 15. Eri rotuisten lehmien uusimattomuus-% ja poikimisväli (Keinosiemennystilastot, karjantarkkailutilastot).

Suomenkarjan parempi uusimattomuus-% ei ole kuitenkaan vaikuttanut poikimisväliin (kuvio 15), joten ilmeisesti suomenkarjan lehmien siemennys on aloitettu myöhemmin poikimisen jälkeen. Tällä puolestaan saattaa olla uusimattomuus-%:a kohottava vaikutus. Ayrshirellä poikimisväli on 5 - 6 päivää pitempi kuin suomenkarjalla ja friisiläisellä. Keskimääräinen poikimisväli ei ole pidentynyt viime vuosina huolimatta uusimattomuus-%:n laskusta.

Tarkkailutilastojen mukaan mahous on ollut keskimäärin vuosina 1977 - 1981 karjasta poistumisen syynä ayrshirellä 28.5 %, suomenkarjalla 26.7 % ja friisiläisellä 20.3 %. Friisiläisen pienempään osuuteen saattaa osaltaan vaikuttaa rodun keskimääräistä alhaisempi poistoikä, jolloin iän mukana lisääntyvät hedelmällisyshäiriöt eivät ole vaikuttaneet samalla tavalla kuin muilla roduilla.

Ayrshirellä hedelmällisyys on ollut huonoin arviointitavasta riippumatta. Sen sijaan friisiläisen ja suomenkarjan erot ovat vähäisiä tässä suhteessa.

Sukukypsyyden saavuttamista kuvaavan ensimmäisen kiiman aikaan ayrshire- ja friisiläishiehot olivat saman painoisia, mutta ay-hiehot olivat vanhempia. Suomenkarjan hiehot olivat ensimmäisen kiiman aikaan muita nuorempia ja kevyempiä (ETTALA ym. 1981). Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjan hiehojen ikä ensimmäisen kiiman esiintyessä oli 11.4, 10.7 ja 10.0 kuukautta sekä elopaino 262, 262 ja 225 kg. Myös ulkomaisissa tutkimuksissa on havaittu pienempien rotujen saavuttavan sukukypsyyden nuorempina. Karjantarkkailutilastojen mukaan ensikojen poikimisikä oli ym. rodulla 782, 768 ja 774 pv. Huolimatta aikaisemmasta sukukypsyyden saavuttamisesta suomenkarjan hiehojen poikimisikä ei juuri poikkea muiden rotujen vastaavasta iästä. Tämän perusteella näyttää siltä, että suomenkarja on fysiologiselta iältään jonkin verran muita vanhempi ensimmäisen kerran poikiessaan.

7.3. Terveys

7.3.1. Utareterveys

Utaretulehdus aiheuttaa kaikista sairauksista suurimman menetyksen karjanomistajille. SALONIEMI (1980) arvioi, että vuonna 1977 karjanomistajat menettivät utaretulehduksen johdosta 300 milj. mk.

LINDSTRÖMin ja SYVÄJÄRVEN (1978a) tutkimuksessa rotujen väliset erot utaretulehduksen esiintymisessä olivat pieniä, joskin tilastollisesti merkitseviä. Friisiläisellä utaretulehdusta esiintyi hieman enemmän ja ayrshirellä hieman vähemmän kuin suomenkarjalla.

LINDHOLMin (1979) tutkimuksessa, jossa huomioitiin ainoastaan, ovatko ensikot sairastuneet utaretulehdukseen poikimisen ja lypsettävyydetutkimuksen välisenä aikana, ayrshirellä tulehdusta oli selvästi vähemmän kuin suomenkarjalla ja friisiläisellä. Näiden välillä ei ollut eroa.

Myös LINDSTRÖM ym. (1980) havaitsivat friisiläisen korkeamman utaretulehdusfrekvenssin. Friisiläisellä tulehdus esiintyi yleisimmin takaneljänneksissä ja suomenkarjalla, jolla oli vähiten utaretulehdusta, vasemman puolen neljänneksissä. Suomenkarja oli muita rotuja kestävämpi Staphylococcus aureuksen aiheuttamaa tulehdusta vastaan.

SALONIEMI (1980) ei todennut 431 lehmän aineistossa eroa ayrshiren ja muiden (suomenkarjaa ja risteytyksiä) välillä utaretulehduksen esiintymisessä. Karjantarkkailutilastojen mukaan utaretulehdus on ollut karjasta poistamisen syynä friisiläisellä selvästi useammin kuin muilla roduilla.

Eräänä syynä friisiläisen muita rotuja yleisempään utaretulehdukseen sekä LINDSTRÖM ja SYVÄJÄRVI (1978a) että SALONIEMI (1980) arvelevat olevan sen, että friisiläisiä pidetään niiden kokoon nähden liian pienissä parsissa, jotka on mitoitettu suomenkarjan lehmillä.

7.3.2. Vasikkakuolleisuus ja poikimisvaikeudet

Lypsylehmien vähentyessä ja tuotantokustannusten noustessa yksittäisen vasikan arvo nousee, ja on entistä tärkeämpää, että vasikoiden menetykset jäisivät mahdollisimman vähäisiksi. Taulukossa 15 on esitetty tutkimustuloksia vasikkakuolleisuudesta eri roduilla.

Taulukko 15. Vasikkakuolleisuus-% eri roduilla.

	Hiehot			Lehmät			
	1969-70 ¹⁾	1973-74 ²⁾	1975 ¹⁾	1969-70 ¹⁾	1973/74 ²⁾	1975 ¹⁾	1977 ^{1,3)}
Ay	3.48	3.03	2.63	2.57	2.18	2.19	2.98
Sk	4.14	3.73	3.83	2.71	2.05	2.12	3.23
Fr	6.20	3.80	4.27	3.74	1.65	1.59	2.65

1) LINDSTRÖM ja SYVÄJÄRVI 1978b

2) LINDSTRÖM ja VIIVA 1977

3) kaikki lehmät; mukana myös hiehot

Rotujen väliset erot vasikkakuolleisuudessa ovat vähäisiä. Friisiläislehmillä vasikkakuolleisuus on viimeisimmissä tutkimuksissa ollut jonkun verran alempi kuin muilla roduilla, mutta hiehoilla sen sijaan jonkun verran korkeampi. LINDSTRÖMin ja VILVAN (1977) mukaan syynä vasikkakuolleisuuden vähenemiseen friisiläislehmillä saattavat olla parantunut hoito, poikimisen valvonnan lisääntyminen, sonnin valinta sekä geenien siirtyminen ayrshireltä ja suomenkarjalta friisiläiselle. LINDSTRÖMin ja VILVAN (1977) tutkimuksessa ch- ja fr-risteytykset eivät lisänneet vasikkakuolleisuutta ayrshirellä ja suomenkarjalla. Myöskään LINDSTRÖMin ja SYVÄJÄRVEN (1978b) tutkimuksessa ym. risteytykset eivät lisänneet ayrshirelle vasikkakuolleisuutta, mutta suomenkarjalla tulos huononi risteytyksissä jonkin verran. Tulokselle ei kuitenkaan tutkijoiden mukaan voida antaa paljon painoa, koska eläinmäärät olivat pieniä.

Lehmän elopainon ylittäessä 500 kg vasikkakuolleisuus lisääntyi selvästi (LINDSTRÖM ja SYVÄJÄRVI 1978b). Lehmien elopainon lisääntyminen 1970-luvulla sen sijaan ei ole lisännyt vasikkakuolleisuutta (vrt. taulukko 15).

Karjantarkkailutilastojen mukaan vuosina 1975-1981 poikimisvaikeudet ovat olleet karjasta poiston syynä 2.83 % ayrshirellä, 2,44 % suomenkarjalla ja 3.03 % friisiläisellä. Myös ennen vuotta 1975 rotujen välinen järjestys oli tässä suhteessa sama, mutta syynä karjasta poistamiseen poikimisvaikeudet oli noin 15 %. On ilmeistä, että poistosyiden luokittelussa on tapahtunut muutos tässä vaiheessa.

7.3.3. Puutostaudit

Rodun vaikutuksesta puutostautien esiintymiseen ei ole tutkimustuloksia. Karjasta poiston syynä puutostauti on ollut 1.77 % ayrshirellä, 1.68 % suomenkarjalla ja 1.24 % friisiläisellä. Ennen vuotta 1975 suomenkarjalla ko. poistosyy oli yleisempi kuin ayrshirellä ja etenkin friisiläisellä. Syynä puutostautien, lähinnä ilmeisesti ketoosin, vähäisempään esiintymiseen friisiläisellä saattaa olla se, että ne suuremman kokonsa vuoksi pystyvät syömään enemmän ja säilyttämään energiatasapainonsa paremmin laktaatiokauden alussa. Tähän viittaa myös rotuver-

taulukoe (ETTALA 1982a), jossa ayrshire- ja etenkin suomenkarjaensikot menettivät enemmän painoaan laktaatiokauden alussa.

7.4. Muut ominaisuudet

Kestävyydeltään suomenkarja on ollut parempi kuin ayrshire ja friisiläinen, jos kestävyyttä mitataan poistoiällä. Friisiläisen ero muihin rotuihin on tässä suhteessa pienentynyt.

Suomenkarjan maine karkearehun syöntikyvyn suhteen ei MAIJALAN (1977) mukaan ole paras mahdollinen. Laskemalla ETTALAN ja RUOHOMÄEN (1980) rotuvertailukokeen hiehojen kasvatusten ja MANNISEN (1980) vastaavien hiehojen kuiva-aineen syönnin kehityksen perusteella karkearehun kuiva-aineen syöntikyky oli ayrshirellä 63.9, suomenkarjalla 60.7 ja friisiläisellä 69.3 g/kg $W^{0.75}$. Vastaavat kokonaiskuiva-aineen syönnit olivat 85.4, 84.2 ja 90.1 g/kg $W^{0.75}$. Mikäli vastaavat erot syöntikyvyyssä säilyvät myös maidontuotantokaudella, ayrshiren ja suomenkarjan on vaikeampi tyydyttää energiatarvettaan laktaatiokauden alussa. Ensikkojen elopainomuutokset rotuvertailukokeessa viittaavat tähän suuntaan. Edellisistä lähteistä laskemalla saatu kuiva-aineen ja rehuyksikköjen kulutus lisäkasvukiloa kohti kokeen alusta 12 kuukauden ikään olivat ayrshirellä 6.15 ja 4.83, suomenkarjalla 6.43 ja 5.08 sekä friisiläisellä 5.87 ja 4.60. Mikäli suhteelliset erot hiehojen rehun hyväksikäytössä säilyvät poikimiseen saakka, korvautuu ayrshiren ja friisiläisen suurempi rehunkulutus kasvatusaikana myöhemmin teurastiliissä:

Suomenkarjan erityispiirteenä muihin rotuihin nähden on kaksossynnytysten yleisyys. Vuoden 1975 tarkkailuaineistossa oli suomenkarjan kaksossynnytystiheys 3.76 % ja ayrshiren 1.95 % (MAIJALA 1975). Rotujen välinen ero on tässä suhteessa lisääntynyt. MAIJALAN (1976) mukaan suomenkarjan kaksossynnytystiheys on mahdollista nostaa jalostuksen avulla 20 - 30 %:iin. Vaikka vasikkakuolleisuus kaksossynnytyksissä on lisääntynyt, vasikoita on jäänyt eloon 70 % enemmän kuin ykkössynnytyksistä. Kaksossynnytysten haittoja ovat MAIJALAN (1976) mukaan mm.

poikimisvaikeuksien lisääntyminen, jälkeisten jäämiset yleistyvät, tiinehtyminen vaikeutuu ja luomiset yleistyvät jonkin verran. Norjalaisessa aineistossa (SYRSTAD 1977) kaksosia tuottavien lehmien maidontuotantokyky on 100 kg parempi laktaatiokaudessa kuin ykkösiä tuottavien. Kaksossynnytystä edeltävällä laktaatiokaudella tuotos on alentunut 200 kg ja seuraavalla laktaatiokaudella 150 kg, joten kokonaismenetyks maidontuotannossa on ollut 300 - 400 kg. Koska katetuotto naudanhantatuotannossa eläintä kohti on suomenkarjalla ollut selvästi huonompi kuin muilla roduilla, kaksossynnytyksen lisääntyminen 20 - 30 %:lla ei vielä poista rotujen välistä eroa naudanhinnan katetuotossa lehmää kohti.

Suomenkarjan etuna muihin rotuihin verrattuna on nupous, joten sarven aiheita ei tarvitse poistaa teknisin keinoin (MAIJALA 1977).

8. YHTEENVETO

Taloudellisesti tärkein ominaisuus nautakarjataloudessa Suomen olosuhteissa on maidontuotantokyky. Suomenkarjan maidontuotanto on ollut noin 700 - 800 kg huonompi kuin ayrshiren ja friisiläisen. Teoreettisen laskelman mukaan maitotuoton ja rehukustannusten erotus oli suomenkarjalla noin 800 - 1000 mk pienempi. Myöskään koeolosuhteissa rotujen välinen tuotosero ei ole merkittävästi muuttunut. Suomenkarjan asemaa huonontaa lisäksi se, että tuottajamaidon hinnoittelussa on suosittu maitomäärää rasvapitoisuuden kustannuksella. Maidontuotantokyky on suomenkarjalla muita rotuja huonompi, vaikka elopaino tai metabolinen elopaino otetaan huomioon.

Elopainon ja maidontuotannon välillä on useimmissa tutkimuksissa todettu positiivinen fenotyypinen ja geneettinen korrelaatio. Ym. tekijöiden yhteyden voimakkuuteen vaikuttavat elopainon määrittämistapa ja -ajankohta, rotu, tuotostaso, ruokinta, laktaatiokausi ja laktaatiokauden vaihe. Elopainon muutoksen laktaatiokauden alussa ja maidontuotannon välillä on negatiivinen yhteys; ts. laktaatiokauden alussa eniten painoaa menettävät lypsävät eniten.

Syöntikyvyn ja elopainon välillä on positiivinen yhteys, koska elopainon lisääntyessä myös ruoansulatuskanavan kapasiteetti lisääntyy. Lehmän syöntikyky voidaan määrittää parhaiten laktaatiokauden puolivälissä, koska tällöin elopainon muutosten vaikutus rehun syötiin on vähäisin. Parhaan syöntikyvyn omaavilla lehmillä elopainon lisäys laktaatiokauden aikana on ollut pienempi kuin huonommin syöville lehmillä. Ne ovat käyttäneet rehun energian maidontuotantoon kudosvarastojen kasvattamisen sijasta. Ilmeisesti samat hormonaaliset tekijät, jotka ohjaavat energian jakautumista kudosten ja maidon välille, vaikuttavat myös rehun syöntikykyyn. Suuremmat lehmät pystyvät syömään enemmän karkearehua, joten rehun hintasuhteilla on vaikutusta lehmän taloudelliseen optimikokoon.

Elopainon sekä fenotyyppinen että geneettinen korrelaatio rehun hyväksikäyttöön on ollut lievästi negatiivinen. Näiden tekijöiden välisen korrelaation suuruuteen vaikuttavat samat tekijät kuin elopainon ja maidontuotannon väliseen korrelaatioon. Rehun hyväksikäytön on todettu parantuvan syöntikyvyn lisääntyessä. Tällöin ylläpitorehun osuus pienenee ja suurempi osa rehusta käytetään tuotantoon. Rehun hyväksikäytön vaihtelusta on suurempi osa laktaatiokauden elopainon muutoksen kuin lehmän elopainon aiheuttamaa.

Suomenkarjalla elopainon lisääntyminen vaikutti maidontuotantoon sekä maitotuoton ja rehukustannusten erotukseen selvästi vähemmän kuin muilla roduilla. Samoin elopainon lisääntymisen rehun hyväksikäyttöä huonontava vaikutus oli suomenkarjalla selvästi suurin. Nämä seikat viittaavat siihen, että suomenkarja on pienemmästä koostaan huolimatta lähempänä optimikokoa maidontuotannon kannalta.

Lihantuotanto-ominaisuudet suomenkarjalla ovat sekä koetulosten, kenttäkokeiden ja keinosiemennyssonniin kasvutulosten perusteella 8 - 9 % huonommat kuin ayrshirellä ja lähes 20 % huonommat kuin friisiläisellä. Taloudellinen tulos eläintä ja vuotta kohti suomenkarjalla on 300 ja 800 mk huonompi kuin ayrshirellä ja friisiläisellä. Lihantuotanto-ominaisuuksien taloudellisen merkityksen lisääntyminen on huonontanut suomenkarjan

asemaa muihin rotuihin nähden ja ilmeisesti nopeuttanut rodun häviämistä.

Hedelmällisyys on suomenkarjalla ollut parempi kuin ayrshirellä, mutta friisiläiseen nähden eroa hedelmällisyysominaisuuksissa ei ole ollut lukuunottamatta uusimattomuus-%:a. Näiden ominaisuuksien taloudellinen merkitys on vähäinen verrattuna tuotanto-ominaisuuksiin, koska näiden vaikutus maidontuotantoon on otettu huomioon tarkkailutulosten mukana. Lypsettävyydessä rotujen välillä ei ole huomattavia eroja. Lypsy aika suomenkarjalla on ollut hieman lyhyempi kuin muilla roduilla, mutta KMM sen sijaan pienempi.

Friisiläisellä utaretulehdusfrekvenssi on ollut tutkimusten mukaan suurempi kuin muilla ja myös karjasta poiston syynä muita rotuja useammin. Utaretulehduksen taloudelliset haitat ovat huomattavat, mutta vaikutusta rotujen kokonaistaloudellisuuteen on vaikea arvioida. Utaretulehduksen maidontuotantoa alentava vaikutus on tullut näkyviin tarkkailutuloksissa ja siten myös laskelmassa maitotuoton ja rehukustannusten erotuksesta. Vasikkakuolleisuudessa rotujen välillä ei ole ollut eroja viimeisimpien tutkimustulosten mukaan. Myös poikimisvaikeuksien esiintymisessä ei ole mainittavia eroja rotujen välillä tarkasteltaessa ko. ominaisuutta karjasta poiston syynä. Poistettujen lehmien keski-ikä on suomenkarjalla ollut ayrshireä ja etenkin friisiläistä korkeampi, mutta tässä suhteessa rotujen väliset erot ovat pienentyneet.

Rotujen kokonaistaloudellisuudesta ei käytettävissä olevien tietojen perusteella voida esittää varmoja johtopäätöksiä. On kuitenkin ilmeistä, että pienet erot rotujen välillä käyttöominaisuuksissa eivät voi korvata tuotanto-ominaisuuksissa olevaa melko huomattavaa eroa suomenkarjan ja muiden rotujen välillä (taulukko 16). Laskelman mukaan taloudellinen tulos on ayrshirellä ja friisiläisellä hieman yli 1000 mk parempi kuin suomenkarjalla. On kuitenkin huomattava, että useat kohdat laskelmassa perustuvat teoreettisiin laskelmiin. Tosin tuotanto-ominaisuudet, jotka vaikuttavat taloudelliseen tulokseen eniten, on arvioitu suhteellisen varmasti; maidon-

tuotanto-ominaisuudet tarkkailutulosten ja lihantuotanto-ominaisuudet koetulosten perusteella. Rotujen väliseen eroon vaikuttaa lisäksi se, että maidontuotannon taloudellinen optimi lehmää kohti laskettuna saavutetaan huomattavasti suuremmassa elopainossa kuin biologinen optimi.

Taulukko 16. Laskelma rotujen kokonaistaloudellisuudesta verrattuna suomenkarjaan.

	Ay	Sk	Fr	V i i t e
Maidontuotanto	911	0	750	(taulukko 10)
Lihantuotanto	193	0	480	(taulukko 13, (1))
Lehmän teurastili	70	0	137	(2)
Lehmän kasvatus	-75	0	-45	(3)
Vasikkakuolleisuus	0	0	0	LINDSTRÖM ja SYVÄJÄRVI 1978b
Poikimisvaikeus	0	0	-15	(4)
Utaretulehdus	0(+)	0	-100	(5)
Uusimattomuus-%	-11	0	-4	(6)
Lypsettävyys	-99	0	-50	(7)
yhteensä	1038	0	1153	

- 1) Kaikki sonnit ja 10 % lehmävasikoista käytetään lihantuotantoon.
- 2) Rotujen elopainon erotus x 0.45 x 200 mk jaettuna 4 vuodelle.
- 3) Rehunkulutus syntymästä lehmien keskimääräiseen elopainoon. Rehunkulutus 7 ry/LK-kg (100) ayrshirellä, suomenkarjalla 7.35 (105) ja friisiläisellä 6.7 (95). Ry:n hinta 1.60 mk. Rehukulutuksen erotus on jaettu 4 vuodelle.
- 4) Poikimisvaikeuksien (eläinlääkäri tarpeen) frekvenssi oletettu olevan fr:illä 10 % korkeampi kuin muilla roduilla. Eläinlääkärikustannus 150 mk.
- 5) Arvio; rotujen väliset erot melko vähäisiä (LINDSTRÖM ja SYVÄJÄRVI 1978b)
- 6) LINDSTRÖMin (1978b) laskelma korjattuna inflaatiolla. Uusimattomuus-%:n ja muiden hedelmällisyysominaisuuksien vaikutus maidontuotantoon näkyy tarkkailutuloksissa.
- 7) LINDHOLMin (1979) lypsettävyystudkimuksen perusteella laskettu lypsyajan erotus laktaatiokaudessa. Työtunnin hinta 20 mk.

Mikäli suomenkarja halutaan pelastaa lopulliselta häviämislä, toimenpiteisiin on ryhdyttävä nopeasti. Eräänä keinona on

esitetty risteyttämistä. Tällöin saattaisi kysymykseen tulla lähinnä jersey, jolloin suomenkarjan erikoisominaisuuksia pientä kokoa ja maidon korkeampaa kuiva-ainepitoisuutta korostettaisiin. Esimerkiksi Tanskassa jerseyyn rasvatuotos on ollut samaa luokkaa kuin tanskan punaisella tai mustankirjavalla karjalla, vaikka rotujen kokoero on huomattavasti suurempi kuin suomenkarjalla ja friisiläisellä. Suomessa friisiläisen rasvatuotos on noin 20 kg suurempi kuin suomenkarjan. Muita mahdollisia rotuja saattaisivat olla guernsey ja Ruotsin SKB, joskin SKB on tuotostasoltaan suomenkarjaa huonompi. Risteytyksestä on kuitenkin se haitta, että ennen pitkää meillä olisi uusi rotu ja suomenkarja hävinnyt. Tärkeintä kuitenkin pitkällä tähtäyksellä ei ole häviääkö jokin tietty rotu, vaan jääkö arvokkaita geenejä talteen. On myös mahdollista jatkaa suomenkarjan puhdasjalostusta. Mikäli rodun väheneminen jatkuu yhtä voimakkaana kuin tähän saakka, lehmäpopulaatio käy nopeasti liian pieneksi sonnien jälkeläisarvostelua ja jalostusta ajatellen. Tällöin myös geneettinen edistyminen hidastuu ja ero muihin rotuihin edelleen kasvaa. Jos suomenkarjan säilyttäminen maassamme katsotaan ehdottoman välttämättömäksi, on harkittava tukipalkkioiden maksamista suomenkarjaa pitävälle tiloille. Nykyisen maidon ylituotannon aikana se olisi myös kansantalouden kannalta edullista. Tukea voitaisiin maksaa lehmää kohti esim. sen verran kuin ayrshiren ja suomenkarjan lehmän tuotoseron 700 - 800 kg maitoa vientituen verran.

Lopullisesti sukupuuttoon suomenkarja ei kuitenkaan voi hävitä, sillä keinosiemennysasemilla on huomattavat määrät sonnien pakastespermaa. Jatkuvan risteytyksen avulla päästään viidessä sukupolvessa lehtiin, joissa suomenkarjan geenien osuus on noin 94 %. Suomenkarjan geenejä on siirtynyt huomattavat määrät myös ayrshireen ja friisiläiseen, koska näihin rotuihin on siirrytty pääasiassa jatkuvalla risteytyksellä.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ANDRUS, D.F. & MxGLILLARD, L.D. 1975. Slection of dairy cattle for overall excellence. J. Dairy Sci. 58: 1876 - 1979.
- ANON. 1982. Maataloustieteellinen kuukausikatsaus 1982, No 1. 49 p.
- ANON. 1957a - 1982a. Tilastoa Suomen karjantarkkailutoiminnasta. Maatilahallituksen tiedonantoja No 330, No 335, No 340, No 345, No 349, No 352, No 354, No 357, No 360, No 362, No 364, No 365, No 369, No 372, No 374, No 378, No 380, No 383, No 386, No 389, No 393, No 399, No 400.
- ANON. 1967 - 1981b. Keinosiemennysyhdistysten Liitto ry. Vuosikertomus vuosilta 1967 - 1981.
- ARC. 1980. Feed intake. The nutrient requirements of ruminant livestock. p. 59 - 72. Lontoo.
- BALAINE, D.S., PEARSON, R.E. & MILLER, R.H. 1981a. Profit functions in dairy cattle and measures of efficiency and prices. J. Dairy Sci. 64: 87 - 95.
- , PEARSON, R.G. & MILLER, R.H. 1981b. Repeatability of net economic efficiency in dairy cattle and role of some economic variables as its predictors. J. Dairy Sci. 64L 96 - 103.
- BINES, J. A. 1979. Voluntary feed intake. Feeding strategy for high yielding dairy cow. ed. BROSTER, W.H. & SWAN, H. 1st ed. Granada Publishing p. 23 - 48.
- BRAUD, D.G. & STEELE, R.L. 1972. Performance of cows individually fed total mixed rations ad libitum. Coop. Res. Farms, Trials CF2 - 269. Charlottesville, New Yrok (ref. BINES, J.A. 1979).
- BROSTER, W.H. 1976. Plane of nutrition for the dairy cow. Principles of cattle production. Ed. SWAN, H. & BROSTER, W.H. 1st ed. Lontoo p. 271 - 285.
- BROWN, C.A., CHANDLER, P.T. & HOLTER, J.B. 1977. Development of predictive equations for milk yield and dry matter intake in lactating cows. J. Dairy Sci. 60: 1739 - 1754.

- CLARK, R.D. & TOUCHBERRY, R.W. 1962. Effect of body weight and age at calving on milk production in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 45: 1500 - 1510.
- CONRAD, H.R., PRATT, A.D. & HIBBS, J.W. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. I Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci.* 47: 34 - 62.
- COPPOCK, C.E., NOLLER, C.H. & WOLFE, J.A. 1974. Effect of forage concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on energy intake in relation to requirements by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 57: 1371 - 1380.
- DAVIS, H.P., MORGAN, R.F. & GAINES, W.L. 1943. Liveweight and milk energy yield in the Nebraska Station dairy herd. *J. Dairy Sci.* 26: 625 - 641.
- DICKINSON, F.N., McDANIEL, B.T. & McDOWELL, R.E. 1969. Comparative efficiency of feed utilization during first lactation of Ayrshire, Brown Swiss and Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 52: 489 - 497.
- ES, A.J.H. van & HONING, Y. van der. 1979. Energy utilization. Feeding strategy for high yielding dairy cow. Ed. BROSTER, W.H. & SWAN, H. 1st ed Granada Publishing. p. 68 - 89.
- ETTALA, E. 1982a. Rodun ja ruokintatyypin vaikutus ensikon viiden ensimmäisen laktaatiokuukauden tuotostasoon. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote no 2: 148 - 153.
- 1982b. Henkilökohtainen tiedonanto.
- , TENHUNEN, L. 1982. Lypsykarjan pitkäaikaiskoe: Erirotuisten ensikoiden lypsettävyys ja lypsykäyttäytyminen. Koetoim. ja Käyt. 11.5.1982: 32.
- , TAIPALUS, A. & HAARANEN, S. 1981. Lypsylehmien pitkäaikaiskoe: Eri rotuisten ensikoiden kiima ja tiinehtyminen. Koetoim. ja Käyt. 18.8.1982: 32.
- & RUOHOMÄKI, H. 1980. Lypsykarjan pitkäaikaiskoe. Erirotuisten hiehojen kasvutulokset. Koetoim. ja Käyt. 16.12.1980 42.
- FARTHING, B.R. & LEGATES, J.E. 1958. Relation between weight and production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 41: 747 - 748 (Abstr.).
- FISHER, L.J., HALL, J.W. & JONES, J.E. 1981. Growth rate of heifers as related to milk yield and composition. *Can. J. Anim. Sci.* 61: 1097 (Abstr.).

- FREEMAN, A.E. 1967. Genetic aspects of the efficiency of nutrient utilization for milk production. *J. Anim. Sci.* 26: 776 - 9831
- FRIEDEL, R. & RYBKA, P. 1980. Populationsgenetische Untersuchungen zur Schätzung der Beziehungen zwischen Milchleistung und Wachstum beim Rind. *Arch. Tierzucht* 23: 31 - 40.
- GAINES, W.L., RHODE, H.P. & CAJH, J.G. 1940. Age, live weight and milk yield in Illinois cows. *J. Dairy Sci.* 23: 1031 - 1043.
- GARRET, W.N. 1971. Energetic efficiency of beef and dairy steers. *J. Anim. Sci.* 32: 451 - 456.
- GERET, T. & VO HONG HUE. 1976. a study on some factors affecting food conversion in dairy cows. *Allellyntes* 25: 41 - 55 (Anim. Breed. Abstr. 45: 2204.).
- GILL, G.S. & ALLAIRE, F.R. 1976. Relationship of age at first calving, days open, days dry and herd life to a profit function for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 59: 1131 - 1140.
- GREENHALG, J.F.D. & McDONALD, I. 1978. The metabolizable energy system in practice. Predicting feed intake. *Anim. Prod.* (ref. Bines, J.A. 1979).
- GRIEVE, D.G., MACLEOD, G.K., BATRA, T.R., BURNSIDE, E.B. & STONE, J.B. 1976. Relationship of feed intake and ration digestibility to estimated transmitting ability, body weight and efficiency in first lactation. *J. Dairy Sci.* 59: 1312 - 1319.
- HARVILLE, D.A. & HENDERSON, C.R. 1966. Interrelationships among age, body weight and production traits during first lactation of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 49: 1254 - 1261.
- HEIDHUES, T., SWETT, W.W. & KIDDY, C.A. 1961. Interrelationships between certain measurements of external body form, internal anatomy and fat production. *J. Dairy Sci.* 44: 115 - 124.
- HICKMAN, C.G., LEE, A.J., SLEN, S.B. & KOZUB, G.C. 1971. Influence of body size during milk production on level of milk production. *Can. J. Anim. Sci.* 51: 317 - 325.
- HOLMES, W. 1973. Size of animal in relation to productivity. Nutritional aspects. *Proc. Br. Sco. Anim. Prod.* 2: 27 - 34.
- HOOVEN, N.W. Jr., MILLER, K.H. & SMITH, J.W. 1972. Relationships among whole and part-lactation feed efficiency, feed consumption and milk yield. *J. Dairy Sci.* 55: 1113 - 1122.

- HOOVEN, N.W. Jr., MILLER, R.H. & SMITH, J.W. 1971. Part lactation feed efficiency of Holsteins and Jerseys. J. Dairy Sci. 775 - 776 (Abstr.).
- , MILLER, R.H. & PLOWMAN, R.D. 1968. Genetic and environmental relationships among efficiency, yield, consumption and weight of Holstein cows. J. Dairy Sci. 51: 1409 - 1419.
- HOLTZ, E.W., ERB, R.E. & HODGSON, A.S. 1961. Relationship between rate of gain from birth to six months of age and subsequent yields of dairy cows. J. Dairy Sci. 44: 672 - 678.
- JOHANSSON, I. 1964. The relation between body size, confirmation and milk yield in dairy cattle. Anim. Breed. Abstr. 32: 421 - 435.
- JOHANSSON, I. 1954. An analysis of data from Danish bull progeny testing stations. Z. Tierz. Züchtbiol. 63: 105 - 126.
- JÄHNE, M., SCHWARK, H-J., RAASCH, A. 1976. Untersuchungen zur Selektion im Jungkuhalter 3. Mitteilung: Untersuchungen zur Körpermasseentwicklung von Jungkühen in ihrem Einfluss auf die Milchleistung der ersten Laktation. Arch. Tierzucht 19: 159 - 170.
- KARPPI, . 1982. Henkilökohtainen tiedonanto.
- KENTTÄMIES, H. 1982. Naudanlihan tuotantoon vaikuttavista geneettisistä tekijöistä sekä kasvun mittaamisesta kenttäkokeissa. Lisensiaattityö. Kotieläinjalostustieteen laitos. 106 p.
- 1978. Eläinainees naudanlihan tuotannossa. Karjalalous 54, 6 - 7: 33 - 35.
- 1974. Lihanaudan kasvatuskokeet yksityisillä tiloilla. Kehittyvä Maatalous 18: 16 - 24.
- , TAIVALLAHTI, P. & VEHEMAAN-KREULA, E. 1974. Lehmien elopainon määrittäminen rinnan ympäröyksen avulla. Kehittyvä Maatalous 18: 4 - 5.
- KLEIBER, M. & MEAD, S.W. 1941. Body size and milk production. J. Dairy Sci. 24: 127 - 134.
- KORVER, S. 1982. Feed intake and production in dairy breeds dependent on the ration. Thesis. 139 p. Wageningen.
- KOSKINEN, A. 1980. Lypsylehman elopainosta, siihen vaikuttavista tekijöistä ja sen yhteydestä maidontuotantoon. Pro seminaari. Kotieläinjalostustieteen laitos.

- LAMB, R.C., WALTERS, J.L., ANDERSON, M.J., PLOWMAN, R.D., MICKELSEN, C.H. & MILLER, R.H. 1977. Effects of sire and interaction of sire with ration on efficiency of feed utilization by Holsteins. *J. Dairy Sci.* 60: 1767 - 1775.
- LEUTHOLD, G. 1980. Nährstoffaufwand in der Milchrindpopulation. *Arch. Tierzucht.* 23: 71 - 81.
- LIN, C.YI, BATRA, A.J., Mac ALLISTER, J.P.F., DARISSE, A.J., LEE, G.L., VESELY, J.A. & WINTER, K.A. 1981. Relation of weight changes within and between lactation to milk yield. *Can. J. Anim. Sci.* 61: 1096 (Abstr.).
- LINDHOLM, S. 1979. Suomalaisten lehmien lypsettävyys ja siihen vaikuttavat tekijät. Kotieläinjalostuksen tiedote No 37. 51 p.
- LINDSTRÖM, U. 1978a. Maidon valkuainen. Kotieläinjalostuksen tiedote No 20.
- 1978b. Kotieläinten terveysasiat puhuttivat Euroopan kotieläintuotantoliittoa. *Maaseudun Tulevaisuus* 84/1978.
 - 1969. Genetic change in milk yield and fat percentage in artificially bred populations of Finnish dairy cattle. *Acta Agraria Fennica* 114: 1 - 127.
 - , SYVÄJÄRVI, J. 1978a. Use of field records in breeding for mastitis resistance in dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* 5: 29 - 44.
 - , SYVÄJÄRVI, J. 1978b. Vasikkakuolleisuuden vaikuttavista tekijöistä. *Suomen Eläinlääkärilehti* 84: 551 - 565.
 - & VILVA, V. 1977. Frequency of stillborn calves and its association with production traits in Finnish cattle breeds. *Z. Tierzücht. ZüchtsBiol.* 94: 27 - 43.
 - , MAIJALA, K. 1970. Evaluation of performance test results for A.I. bulls. *Acta Agric. Scand.* 20: 207 - 218.
 - , KENTTÄMIES, H., ARSTILA, J. & TUOVILA, L. 1980. Usefulness of cell counts in predicting bovine mastitis. *Acta Agric. Scand.* 31: 199 - 203.
- MAIJALA, K. 1981. Kotieläinten perinnöllisen muuntelun säilyttäminen. Kotieläinjalostuksen tiedote no 45. 52 p.
- 1977. Uutta uskoa suomenkarjaan. *Nautakarja* 1/1977. Eripainos. 4 p.
 - 1976. Kaksosvasikat - hyöty vai haitta. *Karjatalous* 12/1977. Eripainos. 4 p.
- MANNINEN, I. 1980. Lypsyrotuisten hiehojen syöntimäärän kehitys 4 - 12 kk iässä. Karjatalousopiston erikoisharjoitteluun liittyvä tutkielma. 31 p.

- MASON, I.L., ROBERTSON, A. & GJELSTAD, B. 1957. The genetic connections between body size, milk production and efficiency in dairy cattle. *J. Dairy Res.* 24: 135 - 143.
- DANIEL, B.T. & LEGATES, J.E. 1965. Associations between body weight predicted from heart girth and production. *J. Dairy Sci.* 48: 947 - 956.
- McDOWELL, R.E. & McDANIEL, B.T. 1968. Interbreed matings in dairy cattle. III Economic aspects. *J. Dairy Sci.* 51: 1649 - 1658.
- MILLER, R.H., LUKASZEWICZ, M. & PEARSON, R.E. 1981. dual-purpose selection in dairy cattle. I Genetic and phenotypic estimates. *Z. Tierzücht. ZüchtsBiol.* 98: 108 - 124.
- , HOOVEN, N.W., Jr., SMITH, J.W. & GREGGAN, M.E. 1973. Usefulness of periodic body weights to predict yield, intake and feed efficiency of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 56: 1540 - 1545.
- , HOOVEN, N.W., Jr., SMITH, J.W. & GREGGAN, M.E. 1972. Feed consumption differences among lactating cows. *J. Dairy Sci.* 55: 454 - 459.
- , HOOVEN, N.W., Jr., SMITH, J.W. & GREGGAN, M.E. 1972. Heritability of feed consumption traits. *J. Dairy Sci.* 54: 776 (Abstr.).
- , HOOVEN, N.W., Jr., & SMITH, J.W. 1971. Associations among measures of economic efficiency. *J. Dairy Sci.* 54: 867 - 875.
- , HOOVEN, N.W., Jr. 1969. Variation in part lactation and whole lactation feed efficiency at Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 52: 1025 - 1036.
- , MCGILLIARD, L.D. 1959. Relations between weight at first calving and milk production during the first lactations. *J. Dairy Sci.* 42: 1932 - 1943.
- MILK MARKETING BOARD. 1977. Report of the breeding and production organisation. No 27. MMB. (ref. OLDHAM, J.D. & SUTTON, J.D. 1979).
- MOE, P.W., TYRREL, H.F. & FLATT, P.W. 1971. Energetics of body tissue mobilization. *J. Dairy Sci.* 54: 548 - 553.
- MONTEIRO, L.S. 1975. Food efficiency in relation to estimated growth of body components in cattle. *Anim. Prod.* 20: 315 - 335.
- MORRIS, C.A. & WILTON, J.W. 1977. The influence of body size on the economic efficiency of cows: a review. *Anim. Breed Abstr.* 45: 139 - 153.

- MORRIS, C.A. & WILTON, J.W. 1977. The influence of body size on the biological efficiency of cows: A review. *Can. J. Anim. Sci.* 56: 613 - 647.
- MYLLYLÄ, L. 1982. Kasvatusaseman kuulumisia. *Nautakarja* 1982, 1: 14 - 16.
- 1981. Minne menet suomenkarja. *Nautakarja* 1981, 5: 44 - 46.
- NISULA, H. 1981. Tuloksia lihanautojen ruokinta- ja risteytyskokeista. Pohjois-Pohjanmaan koeaseman tiedote no 10. 41 p.
- OJALA, M. 1982. Vanhempien tuotantotietojen ja eräiden ympäristötekijöiden yhteys sonnien kasvukoetuloksiin. *Laudaturtyö. Kotieläintieteen laitos.* 54 p.
- OLDENBROEK, J.K. & ELDIK, P. van. 1980. Differences in feed intake between Holstein-Friesian, Dutch Red and white and Dutch Friesian cattle. *Livest. Prod. Sci.* 7: 13 - 23.
- OLDHAM, J.D. & SUTTON, J.D. Milk composition and the high yielding cow. Feeding strategy for high yielding dairy cow. Ed. BROSTER, W.H. & SWAN, H. 1st ed. Granada Publishing. p. 114 - 147.
- PEARSON, R.E., MILLER, R.H., SMITH, J.W., FULTON, L.A., ROTSCCHILD, M.F., BALAINE, D.S. & COFFEY, E.M. 1981. Single and multiple trait sire selection, first lactation milk yield and composition conformation, feed intake, efficiency and net income. *J. Dairy Sci.* 64: 77 - 86.
- PHILLIPSSON, J., JANSSON, L. & BRÄNNÄG, E. 1975. Avelindex för tjurar med avseende på ekonomiskt betydelsefulla egenskaper. *Landbrukshögskolans meddelanden nr.* 238.
- RICHARDSON, D.O., OWEN, J.R., PLOWMAN, R.D. & MICES, J.T. 1970. Importance of sire x ration interaction in production and feed intake traits of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 54: 1518 - 1525.
- RIDLER, B., BROSTER, W.H. & WESTGARTH, D.R. 1965. The influence of liveweight at calving on milk production in Friesian heifers. *J. Dairy Res.* 32: 135 - 141.
- RITALA, J. 1982. Henkilökohtainen tiedonanto.
- ROBERTSON, A. 1973. Body size and efficiency. *Proc. Br. Soc. Anim. Prod.* 2: 9 - 14.
- RUOHOMÄKI, H. 1981. Lihakarjakokeet vuosina 1960 - 1980. *Kotieläinjalostuksen tiedote No* 46. 30 p.

- RUOHOMÄKI, H. 1974. Katsaus lihanaudan risteytyskokeiden tuloksiin. Kehittyvä Maatalous 19: 39 - 471
- & HAKKOLA, H. 1970. Friisiläisristeytyskoe Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla. Koetoim. ja Käyt. 27: 5.
- RYBKA, P. 1980. Futteraufnahmevermögen als Selektionsmerkmal beim Milchrind. Arch. Tierzucht. 23: 83 - 88.
- SALONIEMI, H. 1980. Udder diseases in dairy cows - field observations on incidence; somatic and environmental factors and control. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 52: 85 - 184.
- SEJRSEN. 1978. Mammary development and milk yield in relation to growth rate in dairy and dual-purpose heifers. Acta Agric. Scand. 28: 41 - 46.
- SYRSTAD, O. 1966. Studies in dairy herd records. IV Estimates of phenotypic and genetic parameters. Acta Agric. Scand. 16: 79 - 96.
- 1977. Effects of twinning on milk production on dairy cattle. Livest. Prod. Sci. 4: 255 - 261.
- SWANSON, E.W. 1967. Optimum growth patterns for dairy cattle. J. Dairy Sci. 50: 244 - 252.
- TAYLOR, C.S. 1973. Genetic differences in milk production in relation to mature body weight. Proc. Br. Soc. Anim. Prod. 2: 15 - 26.
- THOMAS, J.W. & MOORE, L.A. 1960. Maintenance requirement of dairy cows. U.S. Dep. Agric., Agric. Res. Ser. p. 44 - 74. (ref. MORRIS & WILTON 1976).
- TOUCHBERRY, R.W. 1974. Environmental and genetic factors in development and maintenance of lactation. Lactation. A comprehensive treatise. Ed. LARSSON, B.L. & SMITH, V.R. 1st ed. New York p. III: 349 - 382 (ref. OLDHAM, J.D. & SUTTON, J.D. 1979).
- TUORI, M. 1982. Henkilökohtainen tiedonanto.
- VENGE, O. 1956. Genetic differences in feed utilization in dairy cattle. Z. Tierz. ZüchtBiol. 67: 147 - 158.
- WIKTORSON, H. 1979. General plane of nutrition for dairy cows. Feeding Strategy for high yielding dairy cow. Ed. BROSTER, W.H. & SWAN, H. 1st Ed. Granada Publishing.p. 148 - 170.

- WITT, M., ANDREA, U. & RÖSSLER, W. 1971. Einfluss des Erstkalbealteres auf Verlauf der Kalbung, die Milchleistung und die weitere Körperentwicklung von einigen Zwillingskühen. 2. Teil. Z. Tierzucht Zücht.Biol. 88: 32 - 46.
- WOOD, P.D.P., KING, J.O.L. & YODAN, P.G. 1980. Relationships between size, live-weight change and milk production characters in early lactation in dairy cattle. Anim. Prod. 31: 143 - 151.

21. HELLMAN, T. & OJALA, M., 1978. Karjujen ultraäänikuvaus, 23 s.
22. LINDSTRÖM, U., 1978. Jalostuksella terveempiä eläimiä, 21 s.
23. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Nuorten lihanautojen mittojen ja painojen välisistä yhteyksistä kasvukauden aikana sekä mittojen merkityksestä elopainon arvioimisessa, 39 s.
24. LINDSTRÖM, U., 1978. Ravintohuolto meillä ja muualla, 10 s.
25. LINDSTRÖM, U., 1978. Matkakertomus Euroopan Kotieläintuotantoliiton (EAAP) 29. vuosikokouksesta Tukholmassa 5.—7.6.1978, 16 s.
26. HAAPA, MATLEENA, 1978. Kasvatusasematoiminnasta Tanskassa, matkakertomus, 27 s.
27. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Lihanutakokeiden tuloksia II, 19 s.
28. LINDSTRÖM, U., 1978. Pihvisonnien käyttö lypsykarjoissa, 14 s.
29. LAMPINEN, KYLLIKKI, 1978. Poikimaväli ja/tai siemennysten määrä tiineyttä kohti lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa. Pro gradu-tyo, 86 s.
30. MROUÉ, B., 1979. Pässien yksilökokeen käyttöarvo kasvuominaisuuksien arvostelussa, Lisensiaattityö, 150 s.
31. BONSDORFF, M. von, NÄSI, M., SEPPÄLÄ, J., HELLMAN, T. & KENTTÄMIES, HILKKA, 1979. Selostus nautakarjatalouden jatkokoulutuskurssista "The Management and Breeding of Cattle", Edinburgh — Aberdeen 7.—20.5.1978, 79 s.
32. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1979. Lihanutakokeiden tuloksia III, 26 s.
33. KALLIO, MARJA, 1979. Sperman määrän ja laadun perinnöllisyydestä Salpausselän Keinosiemennysyhdistyksen sonneilla. Laudaturtyö, 110 s.
34. KATAJAMÄKI, ULLA, 1979. Yksilöarvostelun mahdollisuudet suomenlampaan lihan tuotantokyvyn jalostamisessa. Pro gradu-tyo, 83 s.
35. LAHDENRANTA, M., 1979. Emien vaikutus oriiden juoksijälkeläisarvosteluun suomenhevosella. Pro gradu-tyo, 145 s.
36. LINDSTRÖM, U., 1979. Kohti pehmeämpää teknologiaa ruoantuotannossa, 11 s.
37. LINDHOLM, SOLVEIG, 1979. Suomalaisten lehmien lypsettävyys ja siihen vaikuttavat tekijät. Laudaturtyö, 51 s.
38. LEUKKUNEN, ANU, 1979. Pahnuekoko ja porsimiväli emakon hedelmällisyyden kuvaajina keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelussa kenttäaineiston perusteella arvioituna. Pro gradu-tyo, 72 s.
39. PUNTILA, MARJA-LEENA, 1979. Ultraäänimittaukset nuorten sonnien teuraslaatu arvioitaessa. Pro gradu-tyo, 97 s.
40. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1980. Lihakarjakokeiden tuloksia IV, 29 s.
41. JALOSTUSPÄIVÄ 9.4.1980, 43 s.
42. LAMMASPÄIVÄ 24.4.1980, 33 s.
43. SIRKKOMAA, S., 1980. Simulointitutkimus sukusiitoksen ja voimakkaan valinnan käytöstä munijakanojen jalostuksessa. Pro gradu-tyo, 90 s.

44. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1980. Eri rotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160, 180, 210 ja 250 kilon teuraspainossa. 13 s.
45. MAIJALA, K., 1981. Kotieläinten perinnöllisen muuntelun säilyttäminen. 52 s.
46. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1981. Lihakarjakokeet vuosina 1960—1980. 30 s.
47. JÄLKELÄISARVOSTELUSEMINAARI 12.5.1981. 44 s.
48. MAIJALA, K., 1981. Jalostus ja lisääntyminen vaikuttavina tekijöinä lihanaudan tuotannossa. 20 s.
49. SYRJÄLÄ-QVIST, LIISA, BOMAN, MARJATTA & MOISIO, S., 1981. Lammastalouden rakenne ja merkitys elinkeinona Suomessa, 25 s.
50. LEUKKUNEN, ANU, 1982. Keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelu tyttärien porsimistulosten perusteella. Lisensiaattityö, 88 s.
51. LAURILA, TERHI, 1982. Kilpailutulosten käyttö ratsuhevosten suorituskyvyn mittaamisessa. Pro gradu-työ, 84 s.
52. LINDSTRÖM, U., 1982. Merkkigeenien ja -aineiden käyttöarvosta kotieläinjalostuksessa, 13 s.
53. LEUKKUNEN, ANU, 1982. Heikkolaatuisen rehun hyväksikäytön geneettinen edistäminen, 24 s.
54. OJALA, M., 1982. Eri kudoslajien kasvurytmi naudoilla, 22 s.
55. OJALA, M., 1982. Vanhempien tuotantotietojen ja eräiden ympäristötekijöiden yhteys sonnien kasvukoetuloksiin. Laudaturtyö, 54 s.
56. OJALA, M., 1982. Kilpailutulosten käyttöarvosta ravihevosten jalostuksessa. Lisensiaattityö, 16 s.
57. KENTTÄMIES, HILKKA, 1982. Naudanlihantuotantoon vaikuttavista geneettisistä tekijöistä ja ympäristötekijöistä sekä kasvun mittaamisesta kenttäkokeissa. Lisensiaattityö, 104 s.
58. HUHTANEN, P., 1982. Suomenkarjan kokonaistaloudellisuus muihin rotuihin verrattuna. Laudaturtyö, 82 s.

ISBN 951-45-2840-9

ISSN 0356-1429

Helsingin Yliopiston Monistuspalvelu
Painatusjaos Helsinki 1982