

Maidon aineosien vaihteluun vaikuttavat
tekijät ja perinnölliset tunnusluvut
Suomen lypsykarjaroduissa

Päivi Torniainen

Helsingin Yliopisto
Kotieläinten jalostustieteen laitos

Helsinki 1991

Julkaisijat:

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

**Maidon aineosien vaihteluun vaikuttavat
tekijät ja perinnölliset tunnusluvut
Suomen lypsykarjaroduissa**

Päivi Torniainen
kotieläinten jalostustieteen
pro gradu-työ 1990

ISBN 951-45-5850-2
ISSN 0356-1429
Helsinki 1991
Yliopistopaino

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää lypsylehmien maidon eri aineosien vaihteluun vaikuttavia tekijöitä sekä eri aineosein perinnölliset tunnusluvut ja keskinäiset yhteydet kotimaisessa nautakarjassa. Aineistona oli vuosina 1981-1983 syntyneiden ay- ja fr-rotuisten lehmien ensimmäisen 305-päivän karjantarkkailutiedot. Aineistoon lisättiin karjojen keskimääräiset tuotos- ja rehunkulutustiedot vuodelta 1985. Ay-aineistossa oli 127 782 ensikkoo jotka olivat 734 sonnin tyttäriä eli isää kohti oli 174 tytärtä. Fr-aineistossa oli 27 297 ensikkoo ja 171 isää eli 160 tytärtä/isä.

Aineisto analysoitiin Helsingin Yliopiston Kotieläinten jalostustieteen laitoksella WSYS-ohjelmistoa käyttäen. Tutkittavat ominaisuudet olivat maitotuotos, rasvatuotos, valkuaistuotos, maidon rasvapitoisuus, maidon valkuaispitoisuus, valkuais-rasva -suhde ja nestemäärä. Ympäristötekijöiden vaikutuksia tutkittiin pienimman neliösumman (LS) analyysillä. Tutkittavia ympäristötekijöitä olivat eläinten poikimavuosi -vuodenaika, poikimaikä, tyhjäkauden pituus ja karjassa käytetty ruokinta. Ominaisuuksien periytymisasteet ja keskinäiset korrelaatiot laskettiin LS-analyysejä ja isänpuoleista puolisisarkorrelaatiomenetelmää käyttäen.

Ympäristötekijöistä poikimavuosi-vuodenajalla, poikimäällä ja ruokinnalla oli tilastollisesti erittäin merkitsevä vaikutus kaikkiin tutkittuihin ominaisuuksiin ay-rodulla.

Eri ominaisuuksien periytymisasteet olivat ay-rodulla seuraavat: maitotuotos 0.27, rasvatuotos 0.21, valkuaistuotos 0.17 rasvapitoisuus 0.40, valkuaispitoisuus 0.50, valkuais-rasva -suhde 0.24 ja nestemäärä 0.28. Fr-rodulla vastaavat periytymisasteet olivat yleensä hieman alhaisempia. Maidon valkuaispitoisuuden ja rasvapitoisuuden välinen geneettinen korrelaatio oli ay-rodulla 0.69 ja maidon valkuaispitoisuuden ja valkuaistuotoksen välinen geneettinen korrelaatio -0.07. Geneettiset korrelaatiot olivat olivat yleensä vastaavia fenotyyppejä korrelaatioita korkeampia. Korrelaatiot olivat erilaisia eri roduilla, mutta osa rotujen välisistä eroista johtui todennäköisesti aineistojen kokoerosta.

S I S Ä L L Y S

JOHDANTO	1
KIRJALLISUUSKATSAUS	3
1. MAIDON KOOSTUMUS	3
2. MAIDON KOOSTUMUKSEN VAIHTELUUN VAIKUTTAVIA YMPÄRISTÖ- TEKIJÖITÄ	6
2.1 Ruokinta	7
2.2 Karjan vaikutus	9
2.3 Poikimavuodenaika	9
2.4 Laktaatiokauden vaihe	10
2.5 Poikimaikä	11
2.6 Tyhjäksi	12
2.7 Muut tekijät	12
3. MAIDON KOOSTUMUKSEN VAIHTELUUN VAIKUTTAVAT PERINNÖLLISET TEKIJÄT	14
3.1 Rodun vaikutus	14
3.2 Maidon aineosien periytymisasteet	15
3.3 Fenotyyppiset ja geneettiset yhteydet	18
4. TOTEUTUNUT JALOSTUSVALINTA JA MAITOMÄÄRÄN SEKÄ MAIDON PITOISUUKSIEN MUUTOKSET	22
4.1 Maitomäärän ja maidon pitoisuuksien kehitys karjan- tarkkailussa	22
4.2 Toteutettu jalostusvalinta	23
4.3 Maidon koostumus sonnien valintaperusteena muissa Pohjoismaissa	24
AINEISTO JA MENETELMÄT	26
1. AINEISTON HANKINTA JA SISÄLTÖ	26
2. TUTKITTAVAT OMINAISUUDET	28
3. MAIDONTUOTANNON VAIHTELUUN VAIKUTTAVAT YMPÄRISTÖTEKIJÄT JA NIIDEN LUOKITTELU ANALYYSEJÄ VARTEN	29
4. TILASTOLLISET MALLIT JA MENETELMÄT	34
TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	37
1. OMINAISUUKSIEN JAKAUMAA KUVAAVAT TUNNUSLUVUT	37
2. YMPÄRISTÖTEKIJÖIDEN VAIKUTUKSET	39
2.1 Poikima-ajan vaikutus	39
2.1 Poikimaiän vaikutus	41
2.3 Tyhjäksi	42
2.4 Ruokinnan vaikutus	43
2.5 Isän syntymävuoden vaikutus	45

3. PERIITYMISASTEET JA NIIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	47
4. OMINAISUUKSIEN VÄLISET KORRELAATIOIOT JA NIIHIN VAIKUT- TAVAT TEKIJÄT	52
YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	60
KIRJALLISUUS	63
LIITTEET	

JOHDANTO

Maidon koostumus ja sen vakiona pitäminen tai muuttaminen on nautakarjan tärkeä jalostettava ominaisuus. Maidon rasvapitoisuuden kohottaminen oli jalostustavoitteena vuosisadan alusta aina 1950-luvulle saakka, mistä lähtien rasvapitoisuutta ei enää ole tietoisesti pyritty kohottamaan. Viime vuosina on valkuaistuotos noussut yhdeksi tärkeimmistä jalostustavoitteista. Samalla on maidon valkuaispitoisuutta haluttu nostaa tai ainakin pitää se nykyisellä tasolla.

Lähinnä muuttuneista kulutustottumuksista johtuen on maitorasvan ylituotannosta tullut kasvava ongelma kansantaloudelle. Samanaikaisesti ovat meijereiden juustosaaliit pienentyneet maidon valkuaispitoisuuden alenemisen johdosta. Näistä syistä johtuen on julkisuudessa vaadittu maidon koostumuksen muuttamista. Kuten kirjallisuudesta hyvin tiedetään, on rasva- ja valkuaispitoisuuden välinen geneettinen korrelaatio melko korkea (0.5 - 0.7), joten rasvapitoisuuden laskemisen ja valkuaispitoisuuden yhtäaikaisen nostamisen pitäisi olla käytännössä hyvin vaikeaa ja hidasta.

Tyttärien valkuaistuotanto on ollut sonnien jälkeläisarvotelussa mukana jo vuodesta 1974 alkaen, ja sille on annettu yhä enemmän painoa kokonaisjalostusarvoa arvioitaessa. Nykyään valkuaistuotosindeksi on ainoa maidontuotanto-ominaisuus, joka otetaan mukaan kokonaisindeksiin. Korrelaatioista johtuen valinta valkuaistuotoksen perusteella alentaa maidon rasvapitoisuutta, mutta pitää maidon valkuaispitoisuuden entisellä tasolla. Jalostuksen edistyminen on hidasta, joten muutoksia maidon koostumuksessa sonnien valinnan ansiosta voidaan odottaa ehkä 5 - 6 vuoden kuluttua.

Perinnöllisten tekijöiden lisäksi myös ympäristötekijät, niistä lähinnä ruokinta, vaikuttavat maidon koostumukseen. Energian ja valkuaisen puute alentavat maidon valkuaispitoisuutta, mutta normitason ylittävästä ruokinnasta ei ole enää hyötyä.

Väkirehun osuuden kasvaessa eläinten energian saanti paranee ja tuotokset kohoavat. Säilörehuvaltaista ruokintaa on joskus pidetty maidon valkuaispitoisuuden alenemisen syynä, mutta tätä ei ole pystytty selvästi todistamaan (Huhtanen 1989, suullinen tiedonanto). Säilörehun määrää tärkeämpi tekijä on käytetyn säilörehun laatu.

Muita maidon koostumukseen vaikuttavia ympäristötekijöitä ovat mm. vuodenaika, laktaatiokauden vaihe ja erilaiset sairaudet. Myös käytettyjen sonnien geneettinen alkuperä saattaa vaikuttaa maidon koostumukseen. Maahamme on - varsinkin fr-rotuun, mutta myös ay-rotuun - tuotu jonkinverran ulkomaista jalostusmateriaalia.

Koska karjantarkkailussa mitataan vain maidon rasva- ja valkuaispitoisuudet, ei esim. maidon valkuaisen koostumuksen, rasvahappokoostumuksen tai kivennäispitoisuuden jalostaminen ole käytännössä ainakaan toistaiseksi mahdollista. Rasva- ja valkuaispitoisuuksien lisäksi myös laktoosipitoisuus mitataan, mutta tuloksia ei julkaista.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää maidon koostumuksen vaihteluun vaikuttavia tekijöitä sekä laskea maidon eri aineosien periytymisasteet ja keskinäiset fenotyypilliset ja genotyypilliset yhteydet.

KIRJALLISUUSKATSAUS

1. MAIDON KOOSTUMUS

Tavallinen lehmänmaito voidaan karkeasti jakaa veteen (87 - 88 %) ja kuiva-aineeseen (12 - 13 %). Kuiva-aine koostuu rasvasta, valkuaisesta, maitosokerista, kivennäis- ja hiven-aineista (maidon tuhka) sekä vitamiineista. Suomalaisen lehmänmaidon keskiarvokoostumus on seuraava: 87.6 % vettä, 4.3 % rasvaa, 3.4 % proteiineja, 4.7 % laktoosia ja 0.7 % tuhkaa (Mantere-Alhonen, 1986).

Ternimaito, jota lehmä erittää ensimmäisinä päivinä poikimisen jälkeen sisältää enemmän valkuaista, rasvaa ja kivennäisaineita kuin normaali maito.

Maitorasva

Maidon aineosista rasva vaihtelee eniten. Suomalaisten lehmien maidon rasvapitoisuus on keskimäärin 4.3 %. Maidon rasva koostuu eri lipideistä, joista suurimman ryhmän muodostavat eri rasvahapoista ja glyserolista koostuvat triglyseridit. Rasvahappojen osuus koko maitorasvasta on noin 95 %. Sen lisäksi maito sisältää fosfolipidejä ja steroleja, joista tärkein on kolesteroli, sekä rasvaliukoisia vitamiineja (Antila, P. 1980).

Rasvahappokoostumukseltaan maidon rasva on kova rasva, jonka rasvahapoista 66 - 70 % on tyydyttyneitä. Eri rasvahappojen suhteelliset määrät saattavat huomattavasti vaihdella eri maidoissa, mikä vaikuttaa rasvan kovuuteen. Mikäli rasva sisältää suuria määriä rasvahappoja, joilla on korkea sulamispiste, kuten esimerkiksi palmitiinihappoa (C 16:0), se on kovaa. Sitävastoin rasva, jossa on paljon öljyhappoa (C 18:1) ja alhainen sulamispiste, on pehmeää (Mantere-Alhonen, 1986). Suomalaiselle maitorasvalle on tyypillistä keskipitkän ketjun omaavien rasvahappojen ja etenkin palmitiini-hapon runsaus.

Monityydyttymättömiä rasvahappoja on 2 - 4 %. Välttämättömistä rasvahapoista aktiivista linolihappoa (C 18:2) on keskimäärin 1.2 %, linoleenihappoa (C 18:3) ja arakidonihappoa (C 20:4) 0.5 - 1.0 % (Ali-Yrkkö, 1982).

Valkuainen

Valkuainen on maidon ravitsemuksellisesti arvokkain aineosa. Kaseiinit muodostavat 80 % maidon valkuaisaineista. Loput 20 % on heraproteiineja, joista 60 % on β -laktoglobuliinia. Kaseiinilla tarkoitetaan sitä osaa proteiineista, joka on saostettavissa pH 4.6:ssa ja erotettavissa maidosta saostumana. Kaseiiniosa koostuu as1-, as2-, β -, μ - ja kappa-kaseiineista. Heraproteiiniosa sisältää β -laktoglobuliinin lisäksi a-laktalbumiinin, immunoglobuliineja ja transferrinin (Thomas, 1983).

Kaseiinin ja heraproteiinien aminohappokoostumuksessa on merkittäviä eroja. Määrällisesti tärkein aminohappo on glutamiinihappo, jota on yli 20 %. Kaseiinissa on selvästi enemmän proliinia ja tyrosiinia, mutta vähemmän asparagiinihappoa, treoniinia ja alaniinia kuin heraproteiinissa (Antila, V. 1974).

Maito sisältää myös ei-proteiinityyppä (NPN), jonka määrä on noin 5 % valkuaisen kokonaismäärästä. Ei-proteiiniset typpiyhdisteet siirtyvät maitoon suoraan verestä, joten niiden määrä riippuu eläimen ruokinnasta (Rook ja Thomas, 1983).

Laktoosi

Laktoosi on pieniä glukoosi- ja galaktoosimääriä lukuunottamatta maidon ainoa hiilihydraatti. Se säätelee maidon osmoottista painetta ja vaikuttaa erittyvään vesimäärään. Laktoosin synteesi vaikuttaa siis suoraan erittyvän maidon määrään (Davies ym., 1983). Maidon laktoosipitoisuuden vaihtelurajat ovat 3.6 - 5.5 % (Mantere-Alhonen, 1986), mutta osmoottisen paineen säätelyn vuoksi se on melko vakio, eli 4.7 %.

Muut aineosat

Maito sisältää runsaasti erilaisia mineraaleja, joista suurimpina pitoisuuksina esiintyvät kalsium, fosfori, kalium, natrium, kloori ja magnesium. Maidon hivenaineita ovat muun muassa sinkki, jodi, seleeni, rauta, koboltti ja molybdeeni. Mineraaleja ei syntetisoidu utarekudoksessa, vaan ne otetaan maitoon suoraan verestä (Foley ym., 1972). Maidossa voi joskus olla myös haitallisia raskasmetalleja kuten kadmiumia tai lyijyä. Nämä ovat peräisin saastuneista rehuista.

Maito sisältää huomattavia määriä A-vitamiinia ja β -karoteenia. C- ja D-vitamiinin määrät ovat hyvin pieniä, kun taas E- ja K-vitamiinia esiintyy jonkin verran. B-ryhmän vitamiineista maito sisältää nikotiinihappoa, koliinia, B6- ja B12-vitamiinia sekä inositolia (Swan, 1979).

2. MAIDON KOOSTUMUKSEN VAIHTELUUN VAIKUTTAVIA YMPÄRISTÖ- TEKIJÖITÄ

Ympäristötekijät voidaan vaikutustapansa perusteella jakaa satunnaisiin ja systemaattisiin tekijöihin. Kummatkin tekijät aiheuttavat tuotoksiin vaihtelua, joka vaikeuttaa perinnöllisen vaihtelun tunnistamista. Satunnaisia ympäristötekijöitä, jotka vaikuttavat maidon koostumukseen ovat esimerkiksi erilaiset sairaudet. Lisäksi maitonäytteet analysoidaan karjantarkkailussa vain kuusi kertaa vuodessa. Vaikka määrä on katsottu riittäväksi, aiheutuu näytteenoton ajoittumisesta poikimisen ja umpeenpanon läheisyyteen (eli aikana, jolloin pitoisuudet muuttuvat voimakkaasti) jonkinverran harhaa. Koska satunnaisten tekijöiden vaikutuksia ei voida arvioida, käsitellään jatkossa ainoastaan systemaattisia ympäristötekijöitä.

Systemaattiset ympäristötekijät vaikuttavat periaatteessa aina samalla tavalla, joten tuotokset voidaan korjata niiden suhteen. Tärkeimmät maidontuotantoon vaikuttavat ympäristötekijät ovat ruokinnan vaikutus, josta karjojen väliset erot pääasiassa aiheutuvat, poikimaikä- ja kerta, poikimavuoden aika sekä tiineys. Karjan tuotostasoa voidaan käyttää kuvaamaan karjan vaikutusta, vaikkakin se sisältää ruokinnan ja hoidon lisäksi myös geneettisiä tekijöitä. Tiineyden vaikutusta kuvaavia mittalukuja ovat tyhjäkauden ja poikimavälin pituus. Koska laskelmissa käytetään ainoastaan ensimmäisen 305-päivän tuotostietoja, tarkastellaan jatkossa vain ensikokauden maidontuotantoon vaikuttavia tekijöitä. Siten esimerkiksi poikimakerran ja lypsykautta edeltävän tyhjäkauden vaikutukset jätetään käsittelemättä.

Maidon koostumuksen vaihteluun vaikuttavat pitkälti samat tekijät kuin maidontuotantoon, mutta näitä voimakkaampaa vaihtelua aiheuttaa laktaatiokauden vaihe ja jopa vuorokauden aika. Nämä vaihtelut eivät kuitenkaan ole tärkeitä maidon koostumuksen perinnöllisen vaihtelun kannalta, sillä niiden ei pitäisi vaikuttaa vuosituotoksiin.

2.1 Ruokinta

Ruokinnalliset muutokset vaikuttavat eniten maidon rasvapitoisuuteen. Alhainen pötsin pH ja etikkahappo-propionihappo-suhde alentavat maidon rasvapitoisuutta. Jos eläimet eivät saa tarpeeksi karkearehua, niin pötsin pH laskee ja propionihapon osuus nousee, mikä vaikuttaa maidon koostumukseen (Hodgson ja Thomas, 1976). Sopiva karkearehu-väkirehu -suhde pitää pötsikäymisen normaalina ja ylläpitää maidon rasvapitoisuutta.

TAULUKKO 1

Heinä-väkirehu -suhteen vaikutus maidon koostumukseen (Bartsch ym., 1979).

	Heinä:väkirehu-suhde			
	100:0	80:20	60:40	37:63
.....				
Rasva-%	3.82	3.80	3.68	3.79
SNF-%	8.49	8.62	8.76	9.04
Valkuais-%	3.37	3.50	3.68	3.83
Kaseiini-%	2.66	2.77	2.92	3.07

SNF = rasvaton kuiva-aine

Oikean karkearehumäärän lisäksi rasvapitoisuutta kohottavat juurikasvit ja sopivat rasvat. Rasvaprosenttia voidaan alen-
taa syöttämällä lehmälle runsaasti väkirehua, siirtämällä sisäruokinnasta laitumelle, antamalla hienoksi jauhettua heinää pitkän sijasta tai syöttämällä pelletoitua väkirehua jauhon sijasta (Kossila, 1974; Tesfa, 1985).

Maidon valkuaispitoisuutta ei juuri voida ruokinnallis-
keinoin kohottaa sellaisella lehmällä, joka on ruokittu nor-
mien mukaisesti. Rehun valkuaismäärän lisäyksen tai valkuai-
sen laadun muuttamisen ei ole todettu lisäävän maidon valku-
aispitoisuutta (Gordon ja Forbes, 1970; Castle ja Watson,
1984; Tesfa, 1985). Ha ja Kennelly (1984) totesivat maidon
valkuaispitoisuuden olevan korkeimmillaan väkirehun valkuais-
pitoisuuden ollessa 15 %. Valkuaismäärän lisäyksellä on vai-
kutusta vain, jos eläimet ovat kärsineet valkuaisen puutetta
(Rook ja Thomas, 1980).

Energian saannilla on suurempi merkitys maidon valkuaispitoisuuteen kuin valkuaisruokinnalla. Samat ruokinnalliset tekijät, jotka pötsin rasvahappokoostumusta muuttamalla laskevat maidon rasvapitoisuutta, kohottavat maidon valkuaispitoisuutta. Maidon valkuaisprosentti laskee pidettäessä lehmää energiaaliruokinnalla tai pitempiaikaisella valkuaisvajauksella. Heinävaltaisella ruokinnalla väkirehun osuuden lisääminen suhteessa karkearehumäärään lisää maidon valkuaispitoisuutta (Evans ym., 1975; Chalmers ja Thomas, 1978; MacLeod ym., 1983). Väkirehun osuuden lisääminen säilörehuvaltaisella ruokinnalla ei Spörndlyn (1986) mukaan vaikuta maidon valkuaispitoisuuteen. Runsaan säilörehumäärän on epäilty alentavan maidon valkuaispitoisuutta. Suurin osa maidon valkuaisesta syntetisoituu utarekudoksessa aminohapoista, joten jonkun aminohapon (lähinnä metioniinin ja lysiinin) puute saattaa rajoittaa valkuaisynteesiä. Jo keskinkertainen säilörehumäärä alentaa mikrobivalkuaisen synteesiä pötsissä heinävaltaiseen ruokintaan verrattuna (Tamminga, 1982). Juuri mikrobivalkuainen sisältää runsaasti niitä aminohappoja, joiden puute saattaa olla rajoittavana tekijänä valkuaisen synteesissä.

Rehun sisältämällä rasvalla on todettu olevan epäedullinen vaikutus maidon valkuaispitoisuuteen (Emery, 1978).

Jos lehmän veren glukoosipitoisuus on 40 - 80 mg%, ei maidon sokeripitoisuuteen juuri voida ruokinnalla vaikuttaa. Kun veren sokerimäärä on normaalia pienempi, voidaan glukogeenisiä rehuja syöttämällä (esim. jauhot, juurikkaat, propylen-glykoli) kohottaa maidon laktoosipitoisuutta (Kossila, 1974).

Ruokinnalla voidaan vaikuttaa kivennäis- ja hivenaineista sinkin, mangaanin, koboltin seleenin ja jodin pitoisuuksiin (Kossila, 1974) sekä vitamiineista rasvaliukoisiin eli A-, D- ja E-vitamiineihin (Kossila, 1974; Tesfa, 1985).

2.2 Karjan vaikutus

Karjan vaikutus on tekijä, jolla on suurin vaikutus yksittäisen lehmän tuotokseen (Meisterjahn, 1981; Pedersen, 1985). Se kuvaa ympäristötekijöitä (ruokinta, hoito) sekä karjan geneettistä tasoa (Pedersen, 1985). Karjan vaikutus selitti Bergmannin (1969) mukaan noin 14 % valkuaispitoisuuden vaihtelusta.

Karjan tuotostasoa voidaan käyttää kuvaamaan karjan vaikutusta. Danell (1981) totesi karjan tuotostason selittävän 60 - 70 % karjan vaikutuksesta eläinten tuotoksiin. Käytettäessä tilastollisissa analyyseissä karjan tuotostasoa regressiotekijänä oletetaan, että mallin muut tekijät ovat satunnaisesti jakautuneet karjojen tuotostason suhteen. Muussa tapauksessa saatu regressiokertoimen estimaatti on harhainen. Danell'in (1981) mukaan ei ole eroa sillä käytetäänkö mallissa karjan vaikutusta luokittelevana tekijänä vaiko karjan keskituotosta regressiotekijänä.

Karjan tuotostaso selitti Meisterjahnin (1981) mukaan yli 20 % rasva- ja valkuaispitoisuuksien ja noin 40 % tuotokilojen vaihtelusta. Maijalan (1974) mukaan 90 % karjojen välisistä eroista johtuu ympäristötekijöistä. Siten karjojen väliset geneettiset erot olisivat hyvin pieniä.

2.3 Poikimavuodenaika

Poikimavuodenajalla on todettu olevan erittäin merkitsevä vaikutus maidontuotantoon. Lindström (1969) on saanut poikimakuukauden osuudeksi 9 % suhteellisen maitotuotoksen vaihtelusta ja 1 - 2 % rasvaprosentin vaihtelusta.

Meisterjahn (1981) totesi poikimavuodenajan vaikuttavan erittäin merkitsevästi kaikkiin maidontuotanto-ominaisuuksiin ($p < 0.001$). Rasva- ja valkuaispitoisuuksiin poikimakuukausi vaikutti merkitsevämmin lypsykauden alussa (100 ensimmäistä

päivää) kuin tuotantokauden lopulla. Poikimakuukausi selitti 3.7 - 8.4 % valkuaispitoisuuden vaihtelusta ja 2.3 - 6.0 % rasvapitoisuuden vaihtelusta.

Useimmat tutkijat ovat todenneet, että laktaatiokauden maitotuotos on korkein syksyllä tai alkutalvesta poikineilla ja matalin keväällä poikineilla. Danell (1981) on tutkinut ruotsalaista nautapopulaatiota, ja todennut maitotuotoksen olevan korkein loka-marraskuussa poikineilla ja alhaisin touko-kesäkuussa poikineilla. Ero parhaan ja huonoimman kuukauden välillä oli 305-päivän maitotuotoksissa ruotsin punakirjavalla rodulla (SRB) 350 kg ja mustavalkealla rodulla (SLB) 250 kg. Maidon rasvapitoisuus on kääntäen verrannollinen maitomäärään, eli kesällä poikineilla oli korkeimmat ja syksyllä poikineilla alhaisimmat rasvapitoisuudet. Sen sijaan Lintukangas (1977) totesi rasvapitoisuuden olevan korkein syyspoikivilla lehmillä.

Pedersenin (1985) mukaan poikimavuodenajalla oli erittäin merkitsevä vaikutus maito-, rasva- ja valkuaisuutoksiin. Rasva- ja valkuaispitoisuuksiin poikimavuodenajalla oli vaikutusta ainoastaan 5 % merkitsevyydellä. Hänen mukaansa parhaat tuotokset lypsivät loka-marraskuussa poikineet ja heikoimmat huhti-kesäkuussa poikineet lehmät.

Meisterjahn (1981) on tutkinut saksalaista nautakarjaa ja keskittynyt pääasiassa maidon valkuaiseen. Hänen tutkimuksensa heinä-elokuussa poikineilla lehmillä oli korkeimmat ja tammi-helmikuussa poikineilla alhaisimmat keskimääräiset valkuaispitoisuudet.

2.4 Laktaatiokauden vaihe

Maidon koostumus muuttuu laktaatiokauden aikana. Ternimaito sisältää paljon rasvaa ja valkuaista, mutta vähän laktoosia. Valkuaispitoisuus laskee nopeasti ensimmäisinä poikimisen jälkeisinä päivinä. Maitotuotos nousee nopeasti poikimisen

jälkeen ja saavuttaa huippunsa 4 - 8 viikossa. Maitotuotoksen nousuun liittyy muutoksia maidon koostumuksessa. Maitotuotoksen noustessa rasva-, valkuais- ja kokonaiskuiva-ainepitoisuudet laskevat nopeasti ja laktoosipitoisuus nousee (Oldham ym., 1979). Huipun jälkeen maidontuotanto laskee tasaisesti ennen nopeaa ehtymistä laktaatiokauden lopulla. Tuotannon alentuessa rasvapitoisuus ja valkuaispitoisuus nousevat (Ettala, 1976) ja laktoosipitoisuus laskee (Ettala, 1976; Rook ja Thomas, 1983).

2.5 Poikimaikä

Poikimaiällä tarkoitetaan tässä ikää ensi kerran poikiessa, sillä kuten jo aiemmin mainittiin (sivu 6), otetaan tarkasteluun mukaan vain ensimmäisen 305-päivän tuotokseen vaikuttavat tekijät.

Sekä ulkomaisissa, että kotimaisissa tutkimuksissa on poikimaiällä todettu olevan merkitsevä vaikutus kokonaistuotoksiin siten, että poikimaiän noustessa tuotosmäärät kasvavat (Lindström, 1969; Pedersen, 1980; Syväjärvi, 1981). Pedersenin (1985) mukaan poikimaikä vaikuttaa suhteellisesti yhtä paljon valkuais- ja rasvatuotokseen.

Sama kehitys on todettu myös rasvapitoisuudessa. Danell'in (1981) mukaan kuukauden nousu poikimaiässä vastaa 50 kilon nousua maitotuotoksessa ikävälillä 24 - 33 kuukautta. Poikimaikä vaikutti myös rasvapitoisuuteen, mutta ei yhtä selvästi kuin maitomäärään. Nuorimpina poikineilla lehmillä oli alhaisimmat rasvapitoisuudet. Poikimaikä vaikutti merkitsevästi rasvapitoisuuteen vain laktaatiokauden ensimmäisellä puoliskolla.

Poikimaiän vaikutusta valkuaispitoisuuteen on tutkittu edellisiä vähemmän, ja tulokset ovat ristiriitaisia. Bergmann (1969) ei todennut poikimaiällä olevan merkitsevää vaikutusta

valkuaispitoisuuteen, kun taas Renner ja Kosmack (1975) tote-
sivat sen vaikuttavan merkitsevästi. Meisterjahn'in (1981)
mukaan poikimaikä vaikuttaa merkitsevästi ($p < 0.01$) kaikkiin
muihin maidontuotanto-ominaisuuksiin paitsi rasvapitoisuu-
teen.

2.6 Tyhjäkausi

Tyhjäkaudella tarkoitetaan aikaa poikimisesta tiinehtymiseen
johtaneeseen siemennykseen. Tiineydellä on maidontuotantoa
alentava vaikutus eläimen suunnatessa energiaa tulevan jälke-
läisen tuottamiseen, ja tämä vaikutus kasvaa tiineyden ede-
tessä. Tiineyden vaikutusta voidaan mitata tyhjäkauden- ja
poikimavälin pituudella, joista tyhjäkauden pituus on ylei-
semmin käytetty mittaluku.

Tyhjäkauden pituudella ei yleensä ole todettu olevan vaiku-
tusta maidon valkuaispitoisuuteen (Meisterjahn, 1981). Berg-
mann (1969) totesi korkeimpien valkuaispitoisuuksien olevan
mahdollisimman lyhyen tyhjäkauden pitäneillä lehmillä. Tämä
selittyy sillä, että 305-päivän tuotokseen tulee näillä eläi-
millä runsaasti päiviä, jolloin valkuaisprosentti on kohonnut
joko poikimisen tai ehtymisen takia.

2.7 Muut tekijät

Maidon koostumukseen vaikuttavat edellä mainittujen tekijöi-
den lisäksi mm. lehmän fysiologinen tila, ympäristön lämpö-
tila, terveydentila ja hormonieritys.

Hyvin alhainen ympäristön lämpötila kohottaa maidon rasvan ja
rasvattoman kuiva-aineen pitoisuutta. Liian lämpimässä ympä-
ristössä lehmän ruokahalu heikkenee, mistä seuraa maito-
tuotoksen ja rasvattoman kuiva-aineen aleneminen ja rasva-
prosentin kohoaminen (Barnard ym., 1970).

Maidon koostumus vaihtelee vuodenajan mukaan, mikä johtuu lähinnä ruokinnasta. Rasvaprosentti laskee ja maitotuotos ja valkuaisprosentti nousevat laidunruokintakauden alkaessa (Syrjälä-Qvist, 1984).

Utaretulehdus vaikuttaa maidon määrään ja koostumukseen. Tulehduksen seurauksena maidon kiinteiden aineiden kokonaismäärä laskee. Maidon rasvapitoisuus laskee ja rasvan koostumus muuttuu. Lyhytketjuisten rasvahappojen määrä nousee ja pitkäketjuisten laskee. Kokonaisvalkuaispitoisuuden muutokset ovat vähäisiä, mutta eri proteiinien suhteelliset osuudet muuttuvat huomattavasti. Heraproteiinien ja immunoglobuliinien osuus nousee ja α - ja β -kaseiini vähenevät. Tulehdusmaidossa on vähemmän laktoosia, kalsiumia, fosforia ja kaliumia ja enemmän natriumia, kloridia, rautaa, kuparia ja sinkkiä kuin normaalimaidossa. Lisäksi monien entsyymien määrä kohoaa tulehduksissa (Kaartinen, 1986).

3. MAIDON KOOSTUMUKSEN VAIHTELUUN VAIKUTTAVAT PERINNÖLLISET TEKIJÄT

3.1 Rodun vaikutus

Tarkkailulehmistä oli vuonna 1988 ayrshirea 80.0 %, friisiläisiä 18.2 % ja suomenkarjaa 1.1 %. Rodultaan tuntemattomia lehmistä oli 0.7 %. Maidon rasva- ja valkuaisprosentteissa on huomattavia eroja eri rotujen välillä. Valtarotu ayrshiren maidon rasvaprosentti vuonna 1988 oli 4.40 ja valkuaisprosentti 3.21. Alhaisimmat rasva- ja valkuaispitoisuudet oli friisiläis-rotuisilla lehmillä, ja korkeimmat suomenkarjalla.

TAULUKKO 2

Tuotokset roduittain tarkkailuvuonna 1988
(Maatilahallitus, 1989)

Rotu	Maitoa kg	Rasvaa kg	%	Valkuaista kg	%	V/R-suhde
Ayrshire	5915	260	4.40	190	3.21	0.73
Suomenkarja	5067	226	4.46	167	3.30	0.74
Friisiläinen	6009	247	4.12	190	3.15	0.76
Muut	5306	228	4.31	170	3.20	0.74

Verrattaessa kotimaisten lypsylehmien maitotuotoksia ulkomalaisiin, pitää muistaa ruokinnan vaikutus maidon koostumukseen. Tuontieläimet, joita tuotaisiin esimerkiksi korkean valkuaispitoisuuden vuoksi eivät välttämättä olisi aivan yhtä hyviä meidän oloissamme tuottaessaan. Mahdollisten tuontieläinten tulisi siis olla selvästi geneettisesti kotimaisia parempia ennen kuin tuonnista olisi hyötyä.

TAULUKKO 3

Erirotuisten lehmien rasva- ja valkuaisprosentteja

Maa	Rotu	R-%	V-%	V/R-suhde
*Ruotsi	SRB (punakirjava)	4.33	3.47	0.80
	SLB (friisiläinen)	4.09	3.43	0.84
* Tanska	RDM	4.22	3.48	0.81
	SMD	4.11	3.29	0.80
	Jersey	6.33	3.97	0.63
** USA	Holstein fr	3.70	3.11	0.84
	Ayrshire	3.99	3.34	0.84
	Jersey	5.13	3.80	0.74
	Guernsey	4.87	3.62	0.74
	Brown swiss	4.16	3.53	0.85

Lähteet: *) Kotieläinjalostuksesta koottua 2/1988

**) Wilcox ym., 1971.

Guernsey- ja jersey-rotuisilla lehmillä on korkeimmat valkuaispitoisuudet, mutta samalla myös korkeimmat rasvapitoisuudet ja alhaisimmat valkuais-rasva -suhteet. Brown swiss-rotu on sikäli poikkeuksellinen, että sillä on korkea valkuaispitoisuus mutta suhteellisen alhainen rasvapitoisuus. Tällä rodulla on myös paras valkuais-rasva -suhde. Maidontuotannossa brown swiss on USA:ssa jonkinverran ayrshireä parempi, mutta jää jälkeen holstein-rodusta.

3.2 Maidon aineosien periytymisasteet

Maidon eri aineosien periytymisasteita on selvitetty lukuisissa tutkimuksissa useissa eri maissa. Periytymisasteista on koottu kattavia kirjallisuustutkimuksia, joista tunnetuin lienee Maijalan ja Hannan (1974) julkaisu. Tätä tuoreempi Strandbergin (1985) kirjallisuustutkimus perustuu myös pitkälti edelliseen. Taulukossa 4 esitetyt periytymisasteet on koottu pääosin edellämainituista kirjallisuustutkimuksista, ja ne ovat kaikki ensimmäisen tuotoskauden perusteella laskettuja arvoja.

Maitotuotos

Tutkimuksesta riippuen ensimmäisen tuotantokauden maitotuotoksen periytymisasteen arviot vaihtelevat välillä 0.18 - 0.42. Maijalan ja Hannan (1974) kirjallisuustutkimuksessa ensimmäisen 305-päivän maitotuotoksen periytymisaste oli keskimäärin 0.27. Strandbergin (1985) kirjallisuustutkimuksessa on mukana tutkimuksia, joiden periytymisasteet ovat erityisen alhaisia (Gill ja Allairde, 1976: 0.12) tai erityisen korkeita (Lin ja Allairde, 1978: 0.49), mutta nämä tulokset selittyivät joko aineiston rakenteella tai puutteellisilla esikorjauksilla. Kun nämä harhaisiksi tiedetyt arvot jätettiin pois, Strandbergin kirjallisuuskatsauksen keskiarvoksi tuli 0.23 ensimmäisellä 305-päivän tuotantokaudella.

Rasvatuotos ja rasvapitoisuus

Rasvakilotuotoksen periytymisasteen voidaan sanoa olevan noin 0.23, johon tulokseen ovat päätyneet kirjallisuuskatsausten keskiarvoina niin Maijala ja Hanna (1974), kuin myös Strandberg (1985). Rasvapitoisuuden periytymisasteen arviot ovat selvästi korkeampia kuin kilotuotosten, mikä onkin luonnollista koska kyseessä on laadullinen ominaisuus, vaihdellen eri tutkimuksissa välillä 0.31 (Bergmann, 1969) - 0.85 (Pedersen 1985, jersey-rotu).

Maijalan ja Hannan (1974) kirjallisuustutkimuksessa rasvapitoisuuden periytymisasteiden keskiarvo oli 0.47. Myöhemmin tehdyissä tutkimuksissa on saatu hyvin samansuuruisia periytymisasteiden arvoja. Strandbergin kirjallisuuskatsauksen mukaan uusimpien tutkimuksien periytymisasteiden keskiarvo rasvapitoisuudessa ensimmäisellä tuotoskaudella on noin 0.41.

Valkuaistuotos ja valkuaispitoisuus

Valkuaistuotoksen periytymisasteen arviot ovat samaa suuruusluokkaa, kuin rasvatuotoksen ja maitotuotoksen periytymisasteet vaihdellen tutkimuksesta riippuen välillä 0.19 - 0.41.

Maijalan ja Hannan kirjallisuustutkimuksen keskiarvo oli 0.27. Valkuaispitoisuuden periytymisasteen arvioilla on hyvin suuri hajonta. Alhaisimman arvion eli 0.29 on saanut Pape ym., (1983) ja korkeimman eli 0.80 Pedersen (1985) SDM-rodulle. Maijalan ja Hannan (1974) kirjallisuustutkimuksen keskiarvo oli 0.48.

TAULUKKO 4

Periytymisasteiden arvioita eri tutkimuksissa

	mkg	rkg	vkg	r-%	v-%	V/R	rotu
Butcher ym., 1967*	.28	.17	.21	.62	.47		
Gacula ym., 1967	.35	.27	.30	.42	.40		
Bergmann, 1969	.20	.24	.29	.31	.50	.45	
O'Connor, 1969	.31	.48	.41	.58	.44		
Roos, 1971	.42	.30	.36	.61	.56	.48	
Tong ym., 1979	.26	.26	.19	.35	.52		Hol.
Meisterjahn, 1981	.30	.23	.25	.53	.39		SB
	.18	.24	.24	.36	.32		RB
Danell, 1982	.31	.26		.44			useita
Karras & Schlote, 1982	.28	.25		.39			Sim.
Pape ym., 1983	.25	.15	.24	.41	.29		Angler
Pedersen, 1985	.26	.27	.30	.41	.51	.49	RDM
	.29	.25	.30	.57	.80	.67	SDM
	.33	.27	.29	.85	.69	.55	Jersey
de Jager & Kennedy, 1987	.28	.31	.20	.61	.59	.58	Hol.

Hol. = holstein friisiläinen, Sim. = simmental, RDM = tanskan punainen rotu, SDM = tanskalainen mustavalkea rotu SB = saksan mustavalkea, RB = saksan punavalkea

* emä-tytär regressio, muissa tutkimuksissa isänpuoleiset puolisisaret

Laadullisina ominaisuuksina maidon pitoisuuksilla on melko korkeat periytymisasteet. Vaihtelu on suppeampaa valkuaispitoisuudessa kuin rasvapitoisuudessa: hajonnan arvot ovat tutkimusten mukaan keskimäärin vastaavasti 0.22 ja 0.37 %-yksikköä ja vaihtelualueet siten 1.3 ja 2.2 %-yksikköä (Maijala, 1974).

Maidon kaseiinipitoisuus kuvaisi maidon käyttökelpoisuutta maidonjalostuksessa kokonaisvalkuaispitoisuutta paremmin, mutta sen määrittäminen on toistaiseksi liian kallista. Maidon kaseiinipitoisuudella ja -määrällä on additiivinen ge-

neettinen perusta, mutta alhaiset periytymisasteet. Hayes'in (1984) mukaan kaseiinimäärän periytymisaste on 0.11 ± 0.04 ja kaseiinipitoisuuden periytymisaste 0.26 ± 0.07 .

Periytymisasteisiin vaikuttavia tekijöitä

Periytymisasteiden arvioihin sisältyy aina jonkin verran harhaa. Maijalan ja Hannan (1974) mukaan vaihtelua periytymisasteen arvioihin aiheuttavat mm. tuotostaso, eläinten ikä ja tuotoskausi, tutkimusmenetelmä, alue sekä isien valinta. Van Vleck (1966) on todennut periytymisasteiden kohoavan selvästi karjan tuotostason noustessa. Saman tuloksen ovat saaneet muutkin tutkijat (mm. Syrstad, 1966; Meisterjahn, 1981). Periytymisasteiden nousu selittyy sillä, että perinnölliset erot tulevat selvemmin esille korkealla tuotostasolla, jossa ympäristöolosuhteet ovat hyvät. Lintukangas (1977) totesi 4-% maitotuotoksen periytymisasteen kohoavan selvästi karjan tuotostason noustessa, mutta rasvapitoisuuden periytymisasteen pysyvän lähes samana.

3.3 Fenotyyppiset ja geneettiset yhteydet

Eri ominaisuuksien väliset korrelaatiot vaikuttavat jalostettavien ominaisuuksien ja käytettävän jalostusmenetelmän valintaan sekä jalostusvalinnan edistymiseen yksittäisissä ominaisuuksissa. Näistä syistä johtuen korrelaatioiden tunteminen on ensiarvoisen tärkeää jalostuksen onnistumiselle.

Yleisesti voidaan todeta, että maitotuotoksella ja rasva- ja valkuaiskilotuotoksilla on voimakkaat positiiviset, mutta maitotuotoksella ja maidon pitoisuuksilla negatiiviset keskinäiset korrelaatiot.

Fenotyyppiset korrelaatiot

Taulukossa 5 on esitetty maidontuotanto-ominaisuuksien välisiä fenotyyppisiä korrelaatioita. Maitotuotoksen ja rasva-
tuotoksen väliset fenotyyppiset korrelaatiot vaihtelevat eri

tutkimuksissa välillä 0.57 - 0.94. Kaikissa tarkastelluissa tutkimuksissa maitotuotoksen ja valkuaisuutoksen välinen fenotyyppinen korrelaatio oli suurempi kuin maitotuotoksen ja rasvatuotoksen välinen vastaava korrelaatio vaihdellen tutkimuksesta riippuen välillä 0.82 - 0.97.

Maitotuotoksen ja maidon rasvapitoisuuden välinen korrelaatio oli kaikissa tutkimuksissa negatiivinen, mutta arviot vaihtelivat melko paljon eri tutkimuksissa. Suurin negatiivinen korrelaatio oli -0.43 (de Jager ja Kennedy, 1986) ja pienin arvo oli -0.05 (Bergmann, 1969). Maitotuotoksen ja maidon valkuaispitoisuuden välisen korrelaation arviot vaihtelivat vielä edellistäkin enemmän eli välillä -.64 - -0.05. Korrelaatio oli kuitenkin kaikissa tutkimuksissa negatiivinen.

Valkuaisuutoksen ja rasvapitoisuuden välinen fenotyyppinen korrelaatio vaihteli Meisterjahnin (1981) saksan punavalkealle rodulle saamasta lievästi positiivisesta arvosta (0.05) selvästi negatiiviseen eli -0.16 (de Jager ja Kennedy, 1986). Useimmissa tutkimuksissa saatu arvo oli kuitenkin negatiivinen.

Myös valkuaisuutoksen ja maidon valkuaispitoisuuden välisen fenotyyppisen korrelaation arviot vaihtelivat positiivisesta negatiiviseen. Useimmissa tutkimuksissa arvio oli kuitenkin positiivinen. Selvästi negatiivisia arvioita olivat Christensenin (1968) -0.13 ja de Jager ja Kennedyn (1986) -0.16.

Rasvapitoisuuden ja valkuaispitoisuuden välinen fenotyyppinen korrelaatio vaihteli eri tutkimuksissa välillä 0.35 - 0.65.

Geneettiset korrelaatiot

Maijalan ja Hannan (1974) kirjallisuuskatsauksessa eri ominaisuuksien välisten geneettisten korrelaatioiden keskiarvot olivat seuraavat:

Maitotuotos/rasvatuotos	0.81
Maitotuotos/valkuaistuotos	0.85
Maitotuotos/rasva-%	-0.31
Maitotuotos/valkuais-%	-0.28
Rasvatuotos/valkuaistuotos	0.85
Rasvatuotos/rasva-%	0.21
Rasvatuotos/valkuais-%	0.14
Valkuaistuotos/rasva-%	0.08
Valkuaistuotos/valkuais-%	0.23
Rasva-% / valkuais-%	0.58

Taulukossa 6 on esitetty maidontuotanto-ominaisuuksien välistä geneettisiä korrelaatioita. Maitotuotoksen ja rasvatuotoksen välinen geneettinen korrelaatio vaihtelee välillä 0.65 - 0.92 ja maitotuotoksen ja valkuaistuotoksen välinen vastaava korrelaatio välillä 0.78 - 0.96. Keskimäärin maitotuotoksen ja valkuaistuotoksen välinen geneettinen korrelaatio on hieman suurempi kuin maitotuotoksen ja rasvatuotoksen välinen korrelaatio.

Maitotuotoksen ja rasvapitoisuuden välinen geneettinen korrelaatio vaihtelee välillä -0.66 - 0.00 ja maitotuotoksen ja valkuaispitoisuuden välinen geneettinen korrelaatio välillä -0.48 - -0.01. Maijalan ja Hannan (1974) mukaan maitotuotoksen ja rasvapitoisuuden välinen geneettinen korrelaatio (-0.31) on likimain sama kuin maitotuotoksen ja valkuaispitoisuuden välinen vastaava korrelaatio (-0.28). Useimmissa tutkimuksissa on saatu samanlainen tulos, mutta poikkeuksena ovat Christensenin (1968) sekä de Jager ja Kennedyn (1986) tutkimukset, joissa maitotuotoksen ja valkuaispitoisuuden väliset geneettiset korrelaatiot olivat huomattavasti voimakkaammin negatiivisia kuin maitotuotoksen ja rasvapitoisuuden väliset vastaavat korrelaatiot. Samanlaisen tuloksen sai myös Meisterjahn (1981) mustankirjavalle rodulle. On mielenkiintoista todeta, että juuri näissä samoissa tutkimuksissa - muista tutkimuksista poikkeavasti - valkuaistuotokselle ja valkuaispitoisuudelle on saatu negatiivinen geneettinen korrelaatio.

Valkuaispitoisuuden ja rasvapitoisuuden välinen geneettinen korrelaatio vaihtelee tutkimuksissa välillä 0.22 - 0.79.

Valkuaistuotoksen ja valkuaispitoisuuden välinen korrelaatio ei ole selkeästi negatiivinen tai positiivinen, vaan vaihtelee tutkimuksesta riippuen selvästi positiivisesta 0.50 (Bergmann, 1969) lievästi negatiiviseen -0.09 (Christensen, 1968). Valkuaistuotoksen ja rasvapitoisuuden välinen geneettinen korrelaatio vaihtelee välillä 0.31 - -0.19.

Korrelaatioista johtuen valinta kuiva-ainekilojen tai maitomäärän suhteen laskee maidon aineosien pitoisuuksia. Pitoisuuksien lasku on kuitenkin niin hidasta, ettei se ole huomattavaa vielä yli 40 vuoden kuluttua (Schmidt ja Van Vleck, 1973).

TAULUKKO 5: Ominaisuuksien välisiä fenotyyppeisiä korrelaatioita

tutkija	Korrelaatiot									
	mkg- rkg	mkg- vkg	mkg- r-%	mkg- v-%	rkg- vkg	rkg- r-%	rkg- v-%	vkg- r-%	vkg- v-%	r-% v-%
Butcher ym., 1967	.85	.95	-.15	-.35	.90	.30	-.05	.00	.05	.50
Christensen, 1968	.94	.97	-.21	-.37	.96	.12	-.17	-.06	-.13	.62
Bergmann, 1969	.90	.94	-.10	-.05	.90	.32	.10	.01	.28	.35
Renner ja Kosmack, 1975			-.05	-.21						.49
Meisterjahn, 1981 (RB)	.87	.91	-.15	-.32	.89	.35	-.06	.05	.09	.50
(SB)	.86	.93	-.22	-.36	.89	.30	-.09	-.03	.01	.51
Pedersen, 1985 (RDM)	.88	.95	-.25	-.31	.91	.23	-.06	-.09	.01	.51
(SDM)	.86	.93	-.30	-.36	.88	.23	-.09	-.12	.01	.52
(Jersey)	.88	.94	-.36	-.36	.92	.13	-.05	-.14	-.02	.65
Jager, de ja Kennedy, 1986	.57	.82	-.43	-.64	.66	.48	-.14	-.16	-.16	.56

TAULUKKO 6: Ominaisuuksien välisiä geneettisiä korrelaatioita

tutkija	Korrelaatiot									
	mkg- rkg	mkg- vkg	mkg- r-%	mkg- v-%	rkg- vkg	rkg- r-%	rkg- v-%	vkg- r-%	vkg- v-%	r-% v-%
Butcher ym., 1967	.65	.80	-.60	-.45	.75	.20	-.20	.00	.15	.75
Christensen, 1968	.92	.96	-.05	-.47	.94	.33	-.13	.09	-.09	.54
Bergmann, 1969	.91	.92	-.09	.13	.84	.32	.18	-.05	.50	.22
Renner ja Kosmack, 1975			-.35	-.55						.71
Meisterjahn, 1981 (RB)	.81	.87	.00	-.01	.91	.59	-.43	.35	.48	.73
(SB)	.71	.90	-.50	-.53	.83	.25	-.01	-.23	-.11	.69
Pedersen, 1985 (RDM)	.80	.90	-.31	-.18	.83	.31	.09	-.11	.27	.44
(SDM)	.70	.78	-.47	-.42	.69	.30	-.07	-.19	.24	.48
(Jersey)	.67	.87	-.56	-.48	.85	.24	.16	-.19	.02	.79
Jager, de ja Kennedy 1986	.74	.90	-.33	-.43	.80	.29	-.05	-.11	-.02	.55

4. TOTEUTUNUT JALOSTUSVALINTA JA MAITOMÄÄRÄN SEKÄ MAIDON PITOISUUKSIEN MUUTOKSET

4.1 Maitomäärän ja maidon pitoisuuksien kehitys karjantark- kailussa

Maidontuotanto-ominaisuuksien jalostus tapahtuu karjantark-
kailutietojen pohjalta. Karjantarkkailutoiminta alkoi maas-
samme 1898, mutta virallisia tilastoja on pidetty vuodesta
1913 lähtien. Aluksi mitattiin vain maitomäärä ja rasvapi-
toisuus, mutta vuoden 1978 alusta aloitettiin myös valkuais-
pitoisuuden määrittäminen. Läheskään kaikki lehmät eivät kuulu
karjantarkkailun piiriin. Vuonna 1987 oli karjantarkkailussa
mukana 52.4 % kaikista lehmistä. Maidon rasvapitoisuus koho-
si 1900-luvun alussa, mutta on tarkkailuvuodesta 1954/55
pysynyt lähes ennallaan. Valkuaispitoisuus on laskenut 0.16
%-yksikköä vuodesta 1978.

TAULUKKO 7
Karjantarkkailutuotosten kehitys (Maatilahallitus, 1987,
1988 ja 1989)

vuosi	tuotostiedot lehmää kohti				
	karjakoko	mkg	rgk	r-%	vkg v-%
1926 - 1929/30	12.6	2513	99.3	3.95	
30/31 - 34/35	11.6	2621	105.2	4.01	
35/36 - 39/40	11.1	2792	112.8	4.04	
40/41 - 44/45	10.0	2275	93.2	4.10	
45/46 - 49/50	7.9	2678	111.4	4.16	
50/51 - 54/55	6.7	3316	143.3	4.32	
55/56 - 59/60	6.1	3561	158.6	4.45	
60/61 - 64/65	6.3	3924	177.9	4.53	
65/66 - 69/70	6.3	4366	197.2	4.52	
70/71 - 1975	8.0	4820	213.6	4.43	
1976	9.7	5269	235.5	4.47	
1977	10.3	5287	234.2	4.43	
1978	10.8	5359	235.2	4.39	180.1 3.36
1979	11.2	5461	240.3	4.40	184.0 3.37
1980	11.5	5580	243.8	4.37	186.9 3.35
1981	11.9	5480	240.0	4.38	182.0 3.33
1982	12.2	5589	243.0	4.35	185.0 3.30
1983	12.6	5738	253.0	4.41	190.0 3.32
1984	12.8	5704	250.0	4.38	186.0 3.27
1985	12.8	5680	251.0	4.42	186.0 3.27
1986	12.7	5820	256.0	4.40	189.0 3.25
1987	12.7	5859	258.0	4.40	190.0 3.24
1988	12.4	5919	257.0	4.35	190.0 3.20

4.2 Toteutettu jalostusvalinta

Jalostuseläinten valinta tapahtuu sonnien jälkeläisarvostelun ja lehmäindeksin avulla. Keinosiemennyssonnit valitaan ensin vanhempien tuotostietojen perusteella ja karsitaan oman jälkeläisarvostelun mukaan. Sonniin valinta suoritetaan nykyisin kokonaisjalostusarvoindeksin avulla, johon on otettu mukaan kaikki tärkeimmät jalostettavat ominaisuudet: maidontuotanto, lihantuotanto ja käyttöominaisuudet, sekä hedelmällisyys ja terveys, jotka myös usein lasketaan kuuluviksi käyttöominaisuuksiin. Indeksiä laadittaessa on otettu huomioon eri ominaisuuksien väliset vuorosuhteet ja ominaisuuksien taloudelliset painoarvot.

Sonnit valittiin 1950-luvulla lähes yksinomaan tyttärten maitotuotosten (maitopoikkeama) perusteella. Maidon rasvapitoisuus otettiin maitopoikkeaman rinnalle valintaperusteeksi 50-luvun lopulla ja silloin käytetty mittaluku oli tyttären keskimääräisen rasvaprosentin poikkeama karjojen keskirasvaprosentista. Rasvaprosentin poikkeamasta siirryttiin 60-luvun lopulla rasvatuotoksen poikkeamaan, jota alettiin käyttää maitopoikkeaman ohella. Vuonna 1970 maito- ja rasvatuotoksen poikkeamat yhdistettiin ns. korjatuksi yhteispoikkeamaksi. Tätä lukua käytettiin vuoteen 1975 saakka, jolloin valintaperusteeksi tuli korjattu neliprosenttisen maidon poikkeama.

Jälkeläisarvostelussa siirryttiin vuonna 1981 monipuoliseen indeksivalintaan, jolloin valinta yksinomaan maidontuotanto-ominaisuuksien suhteen päättyi. Pääpaino kokonaisjalostusarvoindeksissä oli - ja on yhä - maidontuotanto-ominaisuuksilla, joista aluksi oli mukana vain neliprosenttisen maidon indeksi painokertoimella 1. Sonniin arvostelu valkuaistuotoksen perusteella oli alkanut jo vuonna 1978, mutta vasta vuonna 1983 valkuaistuotos otettiin mukaan valintaperusteeksi. Tällöin valkuaistuotosindeksi otettiin mukaan kokonaisindeksiin samansuuruisella painokertoimella kuin neliprosenttisen maidon indeksi eli kertoimella 0.5. Painotusta siirrettiin vuonna 1987 valkuaistuotoksen suuntaan

korottamalla sen painokerrointa 0.6:ksi ja laskemalla neli-prosenttisen maidon painokerroin 0.4:ksi. Vuoden 1989 jälke-läisarvostelussa kokonaisjalostusarvon ainoana maidontuotan-to-ominaisuutena oli valkuaisuotosindeksi painokertoimella 1.

4.3 Maidon koostumus sonnien valintaperusteena muissa Pohjoismaissa

Sonnit valitaan Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa kokonaisin-deksivalintaa hyväksikäyttäen. Kokonaisjalostusarvoindeksi muodostuu eri ominaisuuksista lasketuista osaindekseistä, joita painotetaan niiden taloudellisten arvojen perusteella. Maidontuotanto-ominaisuuksista lasketuissa osaindekseissä on eroja eri maitten välillä, samoin niitä laskettaessa käyte-tyissä tunnusluvuissa. Kokonaisjalostusarvo-indeksissä on maidontuotanto-ominaisuuksilla yleensä suuri merkitys.

Ruotsi

Ruotsissa kokonaisjalostusarvoindeksiin otetaan mukaan mai-toindeksi, joka lasketaan tyttärien ensimmäisten 305-päivän rasva- ja valkuaisuotosten perusteella. Rasva- ja valkuais-tuotoksella on yhtä suuri paino valintaindeksissä (Anon., 1986).

Norja

Norjassa lasketaan maidontuotanto-ominaisuuksien osaindeksi rasva- ja valkuaiskorjatun maitomäärän perusteella. Korjaa-minen suoritetaan seuraavan kaavan perusteella:

$$MM = M(0.22 + 0.075 f + 0.15 p)$$

jossa MM = rasva- ja valkuaiskorjattu maito

M = maito kg

f = rasva-%

p = valkuais-%

Laskennassa otetaan mukaan maitomäärän ensimmäisen 305-päivän tuotokset (Anon., 1986).

Tanska

Tanskalaisessa maitorotuisten sonnien jälkeläisarvostelussa lasketaan omat indeksinsä lehmien ensimmäisen 305-päivän maito- rasva- ja valkuaisituotokselle. Näistä kaikista ominaisuuksista lasketaan ensin kaksi apuindeksiä, sukulaisten tuotoksiin perustuva ja omiin tuloksiin perustuva, jotka yhdistetään kunkin ominaisuuden indeksiksi.

Maito- rasva- ja valkuaisindeksit kootaan tuotosindeksiksi painottamalla osaindeksejä roduittain seuraavilla painokerrotoimilla (Anon., 1986):

Rotu	maitoindexi	rasvaindeksi	valkuaisindexi
RDM (punainen)	0	0.25	0.75
SDM (mustavalkea)	-0.125	0.375	0.75
Jersey	0	0.5	0.5
DRK (punakirjava)	-0.125	0.375	0.75

AINEISTO JA MENETELMÄT

1. AINEISTON HANKINTA JA SISÄLTÖ

Aineisto hankittiin Maatalouden Laskentakeskuksesta karjan-tarkkailuaineistosta isien mukaan rajoittaen. Mukaan otettiin vuosina -81, -82 ja -83 syntyneiden ay- ja fr-rotuisten lehmien ensimmäisen 305-päivän tuotostiedot. Aineiston otantaehtona oli, että jokaisella isällä oli vähintään 50 tyttären tiedot. Alkuperäisessä aineistossa oli 190 489 ensikkoa, jotka olivat 734 ay-sonnin ja 171 fr-sonnin tyttäriä.

Jokaiselta eläimeltä oli tunnistetiedot, isän kk-numero, 305-päivän tuotostiedot, syntymäaika, tiedot ensimmäisestä poikimisesta, tyhjälukauden pituus, elopaino ja emän rotu. Tunnistetietoina oli maatalouskeskus, karjan numero ja eläimen korvanumero. Lehmien isistä oli kantakirjanumeron lisäksi tiedossa syntymävuosi ja omistaja. Tuotostietoina oli 305-päivän maitotuotos, rasvakilotuotos ja valkuaiskilotuotos, joista laskettiin vastaavat rasva- ja valkuaisprosentit.

Lehmäkohtaisen tuotosaineiston täydentäjäksi hankittiin Maatalouden Laskentakeskuksesta karjakohtainen aineisto, jossa oli karjojen rehunkulutustiedot vuodelta 1985. Lisäksi karjoista oli tiedossa keskimääräinen maitotuotos, rasvakilotuotos ja valkuaiskilotuotos sekä karjakoko. Rehunkulutustietoina olivat eri rehuista saatujen ry- ja srv-määrien lisäksi väkirehuprosentti sekä energian ja valkuaisen saanti prosentteina tarvenormeista.

Karjakohtaisen aineiston tarkoituksena oli eliminoida tuotok-sista karjan vaikutusta sekä tutkia karjan tuotostason ja erilaisten ruokintavaihtoehtojen vaikutusta tuotoksiin ja perinnöllisiin tunnuslukuihin.

Aineiston karsinta ja jaottelu

Aineiston karsintaperusteena oli epätodellisten arvojen (mahdolliset tallennusvirheet yms.) poistaminen. Aineistosta karsittiin eläimet, joiden maitotuotos oli alle 2000 kg, poikimisen jälkeisen tyhjäkauden pituus alle 22 päivää tai puuttui kokonaan, poikimaikä alle 15 kk tai yli 36 kk tai puuttui. Näiden poistojen jälkeen aineisto karsittiin vielä karjoittain poistamalla karjat, joista oli vain yksi ensikko. Karsinnan jälkeen mukana oli 179 757 eläintä, joista 149 022 oli ay-rotuisia ja 30 735 fr-rotuisia. Kummatkin rodut käsiteltiin omina aineistoinaan.

Kummankin rodun kokonaisaineistot jaettiin vielä nuorsonnien ja valiosonnien jälkeläisiin, joille laskettiin samat analyysit, kuin kokonaisaineistoista. Tämän jaottelun yhteydessä karsittiin vielä karjojen ainoat havainnot kaikista neljästä osa-aineistosta. Nuorsonnien jälkeläisissä oli ay-rotuisia 65 938 ja fr-rotuisia 13 601 kaikkien karsintojen jälkeen. Osalta karjoista puuttuivat rehunkulutustiedot ja keskituotokset. Koska analyyseissä käytettiin hyväksi molempia edellä mainittuja, jäivät analyysien ulkopuolelle niiden karjojen lehmät, joilta puuttuivat ruokintatiedot.

Karsinnan jälkeen aineistoissa oli käyttökelpoisia havaintoja ja isä seuraavasti:

Ayrshire

kokonaisaineisto	127 782 havaintoa,	734 isää	174 hav/isä
nuorsonnien jälk.	65 938 havaintoa,	565 isää	117 hav/isä
valiosonnien jälk.	58 845 havaintoa,	169 isää	348 hav/isä

Friisiläinen

kokonaisaineisto	27 297 havaintoa,	171 isää	160 hav/isä
nuorsonnien jälk.	13 601 havaintoa,	127 isää	107 hav/isä
valiosonnien jälk.	10 525 havaintoa,	44 isää	239 hav/isä

2. TUTKITTAVAT OMINAISUUDET

Aineistosta saatiin suoraan lehmien ensimmäisen 305-päivän maito-, rasva- ja valkuaiskilotuotokset. Tuotoskiloista laskettiin rasva- ja valkuaisprosentit. Lisäksi yhdistettiin rasva- ja valkuaiskilot kuiva-ainekiloiksi. Tätä lukua käytettiin kuvaamaan kuiva-aineen tuotantoa, vaikka siitä puuttuukin laktoosin ja kivennäisaineiden osuudet. Samoin laskettiin tuotettu nestemäärä vähentämällä maitokiloista valkuais- ja rasvamäärät. Tämäkään luku ei ole aivan todellinen nestemäärä, vaan se sisältää lisäksi laktoosin ja mineraalit. Maitotuotokset muunnettiin 4-prosenttiseksi tuotoksiksi karjantarkkailussa käytetyn kaavan mukaan eli:

$$4\text{-}\% \text{ maitotuotos} = 15 * \text{rasvatuotos} + 0.4 * \text{maitotuotos}$$

Lisäksi tutkittiin valkuais-rasva -suhdetta, joka laskettiin jakamalla valkuaisuotos rasvatuotoksella.

3. MAIDONTUOTANNON VAIHTELUUN VAIKUTTAVAT YMPÄRISTÖTEKIJÄT JA NIIDEN LUOKITTELU ANALYYSEJÄ VARTEN

Maatalouskeskus

Kokonaisaineistossa eläimiä oli kaikista maamme maatalouskeskuksista. Karjakohtaiset ruokinta- ja tuotostiedot puuttuivat maatalouskeskuksesta 4 (Finska Hushållningsskp.) ja Ahvenanmaalta, joten näiden alueiden lehmät eivät ole mukana analyysissä. Liitteessä 1 on esitetty ay-rotuisten eläinten jakautuminen eri maatalouskeskuksiin sekä maatalouskeskuksittaiset tuotostiedot. Lehmien maidontuotantotiedot poikkesivat erittäin merkittävästi ($p < 0.001$) eri maatalouskeskusten alueilla, mutta sen käytöstä mallissa luovuttiin laskentateknisistä syistä. Maatalouskeskuksen ottaminen mukaan malliin olisi jakanut aineiston aivan liian moniin ja liian pieniin luokkiin, eikä mallin selitysaste noussut ko. tekijän ansiosta.

Poikima-aika

Eläinten poikimiset painottuivat syksyyn (TAULUKKO 8). Syyslokakuussa poikineet olivat kaikkina vuosina suurin ryhmä. Tämä selittyy karjanomistajien pyrkimyksellä siirtää hiehonsa syyspoikiviksi. Vähiten ensikkoja poikii touko-kesäkuussa. Rotujen välillä ei ole eroa tässä suhteessa.

Poikimavuoden ja -kuukauden vaikutusta tutkittaessa päädyttiin luokittelemaan aineisto yhdistettyihin vuosi-kuukausi-luokkiin. Näin meneteltiin siksi, että ensimmäiset poikimiset olivat tapahtuneet vuoden -82 lopulla ja viimeiset vuoden -86 alussa. 305-päivän tuotosten käsitteleminen tuo mukanaan sellaisia ongelmia, joita ei esiinny käsiteltäessä vuosi-tuotoksia, ja tässä kohtaa on esimerkki yhdestä hankaluudesta.

TAULUKKO 8: Eläinten jakautuminen poikima-ajan mukaan

Vuosi	kuukausi	Ay	%	Fr	%
1983	tammi-helmikuu	2 898	2.3	687	2.5
	maalis-huhtikuu	5 564	4.4	1 223	4.5
	touko-kesäkuu	5 224	4.1	995	3.6
	heinä-elokuu	7 096	5.6	1 354	4.9
	syys-lokakuu	9 502	7.4	1 955	7.2
	marras-joulukuu	7 755	6.1	1 720	6.3
1984	tammi-helmikuu	6 492	5.1	1 436	5.3
	maalis-huhtikuu	6 942	5.4	1 438	5.3
	touko-kesäkuu	5 392	4.2	1 081	4.0
	heinä-elokuu	6 835	5.4	1 428	5.2
	syys-lokakuu	9 686	7.6	2 071	7.6
	marras-joulukuu	7 007	5.5	1 638	6.0
1985	tammi-helmikuu	9 872	7.7	2 205	8.1
	maalis-huhtikuu	8 859	6.9	1 946	7.1
	touko-kesäkuu	6 051	4.7	1 153	4.2
	heinä-elokuu	7 694	6.0	1 702	6.2
	syys-lokakuu	8 858	6.9	1 955	7.2
	marras-joulukuu	6 055	4.7	1 310	4.8
lehmiiä yhteensä		127 782		27 297	

Poikimavuoden ottaminen mukaan malliin onnistui ilman havaintojen karsimista vain yhdistämällä vuodet ja kuukaudet sekä liittämällä vuoden -82 ja -86 havainnot vuosien -83 ja -85 vastaaviin vuodenaikaluokkiin.

Poikimakuukausia käsiteltäessä päädyttiin kahden kuukauden pituisiin jaksoihin. Lopullisiin analyysihin otettiin mukaan kiinteäksi tekijäksi 18 luokkaan luokiteltu poikima-aika. Luokassa 1 ovat vuonna 83 tammi- ja helmikuussa poikineet, luokassa 2 samana vuonna maaliskuu- ja huhtikuussa poikineet jne. Luokat 1 - 6 ovat vuonna 1983 poikineita, mutta luokka 6 sisältää myös vuoden 1982 lopussa poikineita eläimiä. Luokissa 7 - 12 ovat vuonna 1984 poikineet ja luokissa 13 - 18 ovat vuonna 1985 poikineet eläimet. Luokka 13 sisältää myös vuoden 1986 alussa poikineita eläimiä.

Poikimaikä

Eläimet olivat poikineet keskimäärin 25.4 kuukauden ikäisinä. Alle 15 kuukauden iässä poikineet rajattiin pois aineistosta, sillä ne poikkesivat liikaa kokonaisaineistosta, ja saattoivat olla väärin tallennettuja. Vanhimmat ensikot olivat poikineet 36 kuukauden ikäisinä. Taulukossa 9 on esitetty eri ikäisinä poikineiden eläinten määrät roduittain.

TAULUKKO 9: Eri ikäisinä poikineet eläimet

Poikimaikä kk	Ay	%	Fr	%
15 - 20	859	0.7	399	1.5
21 - 22	12 328	9.6	3 739	13.7
23 - 24	52 263	40.9	11 557	42.3
25 - 26	34 394	26.9	6 674	24.5
27 - 28	17 192	13.5	3 012	11.0
29 - 30	7 122	5.6	1 257	4.6
31 - 32	2 587	2.0	459	1.7
33 - 36	1 037	0.8	200	0.7
lehmä yhteensä	127 782		27 297	

Valtaosa eläimistä oli poikanut 23 - 26 kuukauden ikäisenä.

Eläimet jaettiin poikimäen mukaan kahdeksaan eri luokkaan. Ensimmäiseen luokkaan tulivat kaikki 15 - 20 kuukauden ikäisenä poikineet eläimet. Sen jälkeen luokitus tapahtui kahden kuukauden pituisiin luokkiin kuitenkin niin, että viimeiseen luokkaan tulivat kaikki 33 - 36 kuukautta vanhoina poikineet.

Tyhjäksi

Tyhjäkauden mukaan eläimet jaettiin kuuteen luokkaan. Ensimmäiseen luokkaan tulivat 0 - 42 päivän kuluttua poikimisesta tiinehtyneet lehmät, eli periaatteessa ne eläimet, joilla oli ollut liian lyhyt tyhjäksi. Käytännössä seitsemää viikkoa poikimisesta pidetään siemennyksen alarajana. Toiseen luokkaan tulivat eläimet, joiden tyhjäksi-ajan pituus oli 7 viikos-

ta kahteen kuukauteen. Sen jälkeen tyhjäkausi luokiteltiin kuukauden pituisiin jaksoihin, mutta viimeiseen luokkaan tulivat kaikki yli 150 vrk (yli 5 kk) pidemmät tyhjäkaudet. Eläinten jakautuminen tyhjäkauden pituuden mukaan on esitetty taulukossa 10.

Tyhjäkauden ja poikimäiän luokittelussa ongelmana oli epäta-
saiset luokkakoot.

TAULUKKO 10: Eläinten jakautuminen tyhjäkauden pituuden
mukaan

Tyhjäkausi vrk	Ay	%	Fr	%
0 - 42	1 321	1.0	433	1.6
43 - 60	11 570	9.1	3 066	11.2
61 - 90	42 403	33.2	10 009	36.7
91 - 120	30 369	23.7	6 395	23.4
121 - 150	18 124	14.2	3 454	12.7
yli 150	23 995	18.8	3 940	14.4
lehmä yhteensä	127 782		27 297	

Ruokintaluokat

Ruokintatietojen perusteella karjat luokiteltiin yhdeksään ryhmään. Ensin karjat jaettiin karkearehun perusteella heinävaltaiseen ruokintaan (laitumen ja säilörehun osuus alle 60 % karkearehuista saaduista rehuyksiköistä), heinä-säilörehu-ruokintaan (laitumen ja säilörehun osuus 60 - 75 %) ja säilörehuvaltaiseen ruokintaan (laitumen ja säilörehun osuus yli 75 %). Nämä luokat jaettiin vielä väkirehuprosentin mukaan alhaiseen (alle 30 %), keskitasoiseen (30 - 40 %) ja korkeaan (yli 40 %) väkirehumäärään.

Karjojen luokittelua hankaloittivat ne karjat, joissa lehmä ei ollut laidunnettu lainkaan, eli ne olivat saaneet säilörehua ympärivuotisesti. Tästä syystä säilörehusta ja laitumelta saadut rehuyksiköt laskettiin yhteen ja laitumen osuudeksi laskettiin kaikille 30 %, mikä oli keskimääräinen laitumen osuus niillä karjoilla, joilla laitumen osuus oli suurempi kuin 0.

TAULUKKO 11: Lehmien jakaantuminen eri ruokintaluokkiin.

karkea- rehu	väkir.-%	Ay	%	Fr	%
heinä- valt.	alle 30	725	0.6	166	0.6
	30 - 40	3 741	2.9	815	3.0
	yli 40	6 511	5.1	1 436	5.3
heinä- säilör.	alle 30	3 425	2.7	804	2.9
	30 - 40	15 105	11.8	2 884	10.6
	yli 40	10 674	8.4	1 845	6.8
säilör. valt.	alle 30	20 490	16.0	5 248	19.2
	30 - 40	48 555	38.0	10 607	38.8
	yli 40	18 559	14.5	3 492	12.8
lehmiä yhteensä		127 785		27 297	

Lehmistä valtaosa oli ruokittu runsaalla säilörehumäärällä, ja eläimet jakaantuivat erittäin epätasaisesti eri ruokinta-
vaihtoehtoihin (TAULUKKO 11).

Karjan tuotostaso

Karjan tuotostason mittarina käytettiin karjojen keskimääräistä kuiva-ainetuotosta (= keskivalkuaistuotos + keskirasvatuotos) kiinteänä luokittelevana tekijänä. Karjat luokiteltiin sen mukaan viiteen luokkaan: alle 350, 350 - 409, 410 - 469, 470 - 529 ja yli 529 kg. Taulukossa 12 on esitetty lehmien jakautuminen eritasoisiiin karjoihin.

TAULUKKO 12: Lehmien jakautuminen karjan tuotostason mukaan.

Tuotostaso kg	Ay	%	Fr	%
alle 350	6 064	4.7	2 072	7.6
350 - 409	26 265	20.6	7 279	26.7
410 - 469	50 533	39.6	10 436	38.2
470 - 529	34 030	26.6	5 940	21.7
yli 530	10 890	8.5	1 570	5.8
lehmiä yhteensä	127 782		27 297	

4. TILASTOLLISET MALLIT JA MENETELMÄT

Aineisto analysoitiin WSYS-ohjelmistolla (Vilva, 1989). Analyysissä käytettiin pienimmän neliösumman varianssianalyysia. Käytetyt mallit olivat sekamalleja, joissa isä oli satunnaistekijänä. Tutkittavia kiinteitä tekijöitä olivat poikimavuosi -vuodenaika, poikimaikä, tyhjäkauden pituus sekä karkearehu-väkirehu -taso. Kiinteiden tekijöiden vaikutuksien tilastollinen merkitsevyys testattiin F-testillä.

Tarkasteltavia muuttujia olivat maitotuotos, rasvatuotos, valkuaisuus, rasva-%, valkuais-%, 4-% maitotuotos, valkuais-rasva -suhde ja nestemäärä. Kiinteiden tekijöiden vaikutuksia eri muuttujiin tutkittiin seuraavalla tilastollisella mallilla:

Malli 1 (perusmalli):

$$Y(ijklmn) = a + \text{isä}(i) + \text{poikima-aika}(j) + \text{poikimaikä}(k) + \text{tyhjäkausi}(l) + \text{ruokintaluokka}(m) + \text{karjan tuotostaso}(n) + E(ijklmn)$$

missä:

poikima-aika,	j = 1..18
poikimaikä,	k = 1..8
tyhjäkausi,	l = 1..6
ruokintaluokka,	m = 1..9
karjan tuotostaso,	n = 1..5
E(ijklmn) = jäännös	

Tutkittaessa ruokinnan vaikutusta eri muuttujiin jätettiin karjan tuotostaso pois mallista 1. Näin meneteltiin siksi, että karjan tuotostaso riippuu hyvin pitkälle ruokinnasta jolloin ruokinnan vaikutus tulee jo osittain poistetuksi keskituotosvaikutuksella mallissa.

Isien valinnan ja fr-rodulla myös geneettisen alkuperän vaikutuksien tutkimiseksi molempien rotujen kokonaisaineistot analysoitiin myös mallilla 2, jossa oli isäluokka kiinteänä tekijänä ja isä luokan sisällä satunnaistekijänä. Isät, luokiteltiin ay-rodulla syntymävuoden mukaan vanhoihin valiosonneihin (vuosina 69 - 73 syntyneet), valiosonneihin (vuosina 74 - 77 syntyneet) ja nuorsonneihin (vuosina 78 - 81 syntyneet). Friisiläiset puolestaan luokiteltiin tuontisonneihin, valiosonneihin ja nuorsonneihin.

Malli 2 (isäluokkamalli):

$$Y(ijklmno) = a + \text{isäluokka}(i) + \text{isä}(ij) + \text{poikima-aika}(k) + \text{poikimaikä}(l) + \text{tyhjäkausi}(m) + \text{ruokintal.}(n) + \text{karjan tuotostaso}(o) + E(ijklmno)$$

missä:

isäluokka,	$i = 1..3$
$\text{isä}(ij) = \text{isätekijä isäluokan sisällä}$	
poikima-aika,	$j = 1..18$
poikimaikä,	$k = 1..8$
tyhjäkausi,	$m = 1..9$
ruokintaluokka,	$n = 1..6$
karjan tuotostaso,	$o = 1..5$
$E(ijklmno) = \text{jäännös}$	

Maidontuotanto-ominaisuuksien periytymisasteet sekä fenotyypiset ja geneettiset yhteydet laskettiin mallilla 1. Varsinaiset tulokset laskettiin kummankin rodun kokonaisaineistoista. Lisäksi periytymisasteet ja korrelaatiot laskettiin erikseen samaa mallia käyttäen sekä nuorsonnien että valiosonnien jälkeläisiä käsittävistä osa-aineistoista.

Periytymisasteet ja korrelaatiot laskettiin ay-rodun kokonaisaineista myös mallilla 2. Isäluokkamallin käytön tarkoituksena oli poistaa isien syntymävuoden ja isien valinnan vaikutusta periytymisasteiden arvioista aineiston kokoa pienentämättä.

Periytymisasteita laskettiin karjan tuotostason mukaan erikseen heikoille, keskitasoisille ja korkeatuottoisille karjoille. Tätä analysointia varten karjat jaettiin mainittuihin ryhmiin keskimääräisten kuiva-ainekilojen mukaan. Tässä tarkastelussa käytetty malli oli muutoin sama kuin malli 1, mutta karjan tuotostaso jätettiin luonnollisesti pois mallista.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

1. OMINAISUUKSIEN JAKAUMAA KUVAAVAT TUNNUSLUVUT

Keskimääräisissä maitotuotoksissa oli vain pieni ero friisiläisrotuisten lehmien hyväksi, mutta maidontuotannon keskijajonta oli jonkinverran suurempi friisiläislehmillä kuin ayrshirelehmillä (TAULUKKO 13). Vastaavasti ay-rotuisilla lehmillä maidon pitoisuudet olivat korkeammat. Ayrshirelehmien rasvaprosentti oli 0.36 %-yksikköä ja valkuaisprosentti 0.10 %-yksikköä korkeampi kuin friisiläislehmillä. Valkuaispitoisuuden keskijajonta on vain puolet rasvapitoisuuden keskijajonnasta ja ay-lehmillä hieman suurempi kuin friisiläisillä. Rasvapitoisuuden hajonnassa ei ollut eroa rotujen välillä.

TAULUKKO 13: Ominaisuuksien keskiarvot (\bar{X}) ja keskijajonnat (s).

Rotu	Ominaisuus	\bar{X}	s	v-%	min	max
Ay	Maito kg	5012	936	18.7	2004	10273
	Rasva kg	224	41.9	18.7	77	457
	Rasva-%	4.48	0.46	10.3	2.70	7.13
	Valk. kg	162	29.8	18.4	58	39
	Valk.-%	3.23	0.21	6.5	2.22	4.48
	4-% maito kg	5060	937	18.5	2017	10928
	Valk./rasva	0.73	0.07	9.6	0.41	1.37
	Neste	4652	876	18.8	1851	9880
Fr	Maito kg	5035	962	19.1	2004	10515
	Rasva kg	206	40.6	19.7	73	480
	Rasva-%	4.12	0.42	10.2	2.41	6.35
	Valk. kg	157	30.1	19.2	60	310
	Valk.-%	3.13	0.19	6.1	2.37	4.25
	4-% maito kg	5111	960	18.8	2017	10928
	Valk./rasva	0.77	0.07	9.1	0.43	1.37
	Neste	4671	899	19.2	1847	9880

Korkeammista rasva- ja valkuaispitoisuuksista johtuen ay-lehmien rasva- ja valkuaiskilotuotokset olivat korkeampia kuin fr-lehmien vastaavat kilotuotokset. Ero on suurempi rasvatuotoksessa kuin valkuaisituotoksessa. Friisiläisrodulla oli hieman parempi valkuais-rasva -suhde kuin ayrshirellä.

Liitteessä 2 on esitetty ominaisuuksien keskiarvot ja keskihajonnat kummankin rodun nuorsonnien ja valiosonnien jälkeläisaineistoista laskettuina. Valiosonnien jälkeläisten tuotokset ovat korkeampia kuin nuorsonnien jälkeläisten tuotokset, mutta maidon rasva- ja valkuaispitoisuudet hieman alhaisempia kuin nuorsonnien jälkeläisten vastaavat pitoisuudet. Ay-rotuisten valiosonnien jälkeläisten tuotokset ovat korkeampia kuin fr-rotuisten.

Kummallakin rodulla oli maidontuotannossa valiosonnien jälkeläisillä keskihajonta hieman suurempi kuin nuorsonnien jälkeläisillä, mutta maidon pitoisuuksien keskihajonnassa ei ollut eroa valiosonnien ja nuorsonnien jälkeläisten välillä. Friisiläisillä oli tosin pieni ero rasvaprosentin hajonnassa.

2. YMPÄRISTÖTEKIJÖIDEN VAIKUTUKSET

Yksittäisistä tekijöistä karjan keskimääräinen kuiva-ainetuotostaso selitti yksinään yli 30 % maitotuotoksen vaihtelusta, ja vaikutti merkittävästi kaikkiin ominaisuuksiin. Rotujen välillä oli niin merkittäviä eroja eri ominaisuuksissa, että ne analysoitiin erikseen.

2.1 Poikima-ajan vaikutus

Poikimavuodenaika vaikutti erittäin merkittävästi ($p < 0.001$) kaikkiin tutkittuihin ominaisuuksiin kummallakin rodulla (TAULUKOT 14 ja 15). Korkeimmat maitotuotokset tuottivat marras-joulukuussa poikineet ja heikoimmat touko-kesäkuussa poikineet lehmät. Eri vuosien välillä on jonkin verran eroja mm. joulutammikuussa poikineilla, mikä viittaa mahdolliseen vuosi - vuodenaika yhdysvaikutukseen. Yleensä syksyllä poikineet ovat lypsäneet eniten ja kesäkuukausina poikineet vähiten. Samansuuntainen tulos on esitetty myös useissa muissa tutkimuksissa (Danell, 1981; Pedersen, 1985).

Alhaisimmat rasvapitoisuudet oli talvella poikineilla ja korkeimmat kesällä poikineilla lehmillä. Erot eivät ole selkeitä joka vuonna, vaan vuonna 1984 poikineet poikkeavat kevätkuukausien osalta joukosta. Syys-lokakuussa poikineiden rasvapitoisuudet ovat olleet yllättävän korkeita, sillä esim. Danell (1981) totesi rasvapitoisuuden ruotsalaisella lypsykarjalla olevan alhaisin syksyllä poikineilla. Toisaalta Lintukangas (1977) totesi omassa tutkimuksessaan kotimaisesta aineistosta rasvapitoisuuden olevan korkein syyspoikivilla lehmillä. Ilmeisesti suomalainen kausivaihtelu poikkeaa tässä suhteessa ruotsalaisesta.

Valkuaisprosentti oli alhaisin syyspoikivilla ja korkein kesällä poikineilla. Touko-kesäkuussa poikineilla lehmillä oli korkein valkuaisprosentti, mutta myös heikoimmat maitotuotokset. Touko-kesäkuussa poikineilla oli paras valkuaisrasva suhde.

TAULUKKO 14: Poikima-ajan vaikutus tuotoksiin ay-rotuisilla lehmillä (LS-poikkeamat)

	hav.	maito kg	rkg	rasva-%	vkg	valk.-%	v/r
LS-ka.		5010	223	4.482	162	3.234	0.727
vuosi 1983							
tammi-helmi	2 898	117.42	4.77	-0.014	5.67	0.035	0.011
maalis-huhti	5 564	-74.09	-3.77	-0.013	-0.40	0.041	0.011
touko-kesä	5 224	-205.08	-9.89	-0.015	-5.07	0.035	0.009
heinä-elo	7 096	-50.98	-2.28	0.002	-2.38	-0.016	-0.003
syys-loka	9 502	111.25	5.44	0.012	1.76	-0.037	-0.009
marras-joulu	7 755	174.07	5.76	-0.038	4.20	-0.029	0.001
vuosi 1984							
tammi-helmi	6 492	40.00	0.11	-0.033	1.03	-0.007	0.004
maalis-huhti	6 942	-132.87	-7.34	-0.032	-3.00	0.025	0.010
touko-kesä	5 392	-205.98	-10.29	-0.023	-4.88	0.038	0.011
heinä-elo	6 835	-17.74	0.32	0.022	-0.92	-0.008	-0.006
syys-loka	9 686	166.30	9.15	0.035	3.52	-0.037	-0.014
marras-joulu	7 007	199.34	9.29	0.007	5.20	-0.026	-0.007
vuosi 1985							
tammi-helmi	9 872	72.91	3.48	0.001	1.63	-0.016	-0.004
maalis-huhti	8 859	-152.43	-5.49	0.025	-4.08	0.016	-0.001
touko-kesä	6 051	-302.72	-12.33	0.025	-7.36	0.052	0.006
heinä-elo	7 694	-110.10	-4.15	0.018	-3.61	-0.002	-0.003
syys-loka	8 858	132.75	7.21	0.030	2.70	-0.031	-0.011
marras-joulu	6 055	237.94	10.00	-0.009	5.98	-0.033	-0.005
F-testi		***	***	***	***	***	***

*** = erittäin merkitsevä (p<0.001)

** = merkitsevä (p<0.01)

* = huomattava (p<0.05)

ns = ei tilastollisesti merkitsevä

TAULUKKO 15: Poikima-ajan vaikutus tuotoksiin fr-rotuisilla eläimillä (LS-poikkeamat)

	hav.	maito kg	rkg	rasva-%	vkg	valk.-%	v/r
LS-ka.		5034	206	4.116	157	3.131	0.766
vuosi 1983							
tammi-helmi	687	164.72	6.34	-0.007	6.24	0.020	0.007
maalis-huhti	1 223	-71.21	-2.42	0.010	-0.77	0.031	0.005
touko-kesä	995	-190.73	-7.95	-0.003	-5.10	0.020	0.004
heinä-elo	1 354	-37.91	-2.19	-0.012	-2.43	-0.025	-0.004
syys-loka	1 955	106.17	4.59	0.009	1.30	-0.039	-0.010
marras-joulu	1 720	211.45	6.42	-0.040	5.30	-0.026	0.003
vuosi 1984							
tammi-helmi	1 436	71.25	1.32	-0.033	2.32	0.001	0.007
maalis-huhti	1 438	88.57	-5.52	-0.037	-1.89	0.018	0.010
touko-kesä	1 081	-257.68	-11.82	-0.024	-6.59	0.032	0.011
heinä-elo	1 428	-50.01	-1.63	0.009	-1.89	-0.007	-0.003
syys-loka	2 071	167.92	7.90	0.021	3.40	-0.037	-0.011
marras-joulu	1 638	197.17	8.93	0.014	5.72	-0.010	-0.004
vuosi 1985							
tammi-helmi	2 205	44.53	2.67	0.014	1.71	0.004	-0.002
maalis-huhti	1 946	-180.54	-5.49	0.037	-4.47	0.023	-0.003
touko-kesä	1 153	-313.21	-11.70	0.020	-7.43	0.049	0.006
heinä-elo	1 702	-141.61	-6.42	-0.012	-4.63	-0.006	0.001
syys-loka	1 955	148.16	7.12	0.022	3.25	-0.027	-0.010
marras-joulu	1 310	220.10	9.85	0.011	5.97	-0.019	-0.007
F-testi		***	***	***	***	***	***

*** = erittäin merkitsevä (p<0.001)

** = merkitsevä (p<0.01)

* = huomattava (p<0.05)

ns = ei tilastollisesti merkitsevä

2.2 Poikimaiän vaikutus

Poikimaiäkä vaikutti ayrshirelehmillä erittäin merkitsevästi ($p < 0.001$) kaikkiin tutkittuihin ominaisuuksiin (TAULUKKO 16), mutta friisiläislehmillä sen vaikutus rasvapitoisuuteen ja valkuais-rasva -suhteeseen ei ollut merkitsevä (TAULUKKO 17). Poikimaiän vaikutuksesta rasvapitoisuuteen onkin esitetty tutkimustuloksia sekä puolesta (Danell, 1981) että vastaan (Meisterjahn, 1981). Poikimaiän vaikutuksesta valkuaispitoisuuteen on myös saatu ristiriitaisia tutkimustuloksia, mutta tässä tutkimuksessa vaikutus oli aivan selvä.

Poikimaiän noustessa maitotuotos kasvoi. Friisiläislehmien maitotuotoksen nousu lakkasi 33 kuukauden iässä ja tuotos laski hieman. Rasvaprosentti kohoaa poikimaiän noustessa, samoin valkuaisprosentti, joskin erot valkuaisessa ovat hyvin pieniä. Poikkeavan ryhmän valkuaispitoisuudessa muodostavat hyvin nuorena poikineet (15 - 20 kk), joilla valkuaisprosentti oli korkea. Toisaalta samojen eläinten maitotuotokset olivat kaikkein heikoimmat.

TAULUKKO 16: Poikimaiän vaikutus ay-rodulla.

Ikä kk	hav.	maitokg	rasvakg	rasva-%	valk.kg	valk.-%	v/r
LS-ka.		5010	223	4.482	162	3.234	0.727
15 - 20	859	-503.03	-23.75	-0.026	-15.39	0.025	0.010
21 - 22	12 825	-138.81	-7.23	-0.021	-4.96	-0.010	0.001
23 - 24	52 263	-55.16	-3.08	-0.013	-2.47	-0.015	-0.002
25 - 26	34 394	13.97	0.32	-0.006	-0.31	-0.017	-0.003
27 - 28	17 192	83.44	3.79	0.003	2.24	-0.010	-0.003
29 - 30	7 122	170.28	8.65	0.019	5.69	0.001	-0.003
31 - 32	2 587	207.94	10.41	0.022	7.07	0.006	-0.002
33 - 36	1 037	221.37	10.90	0.022	8.13	0.021	0.001
F-testi		***	***	***	***	***	***

*** = erittäin merkitsevä ($p < 0.001$)

** = merkitsevä ($p < 0.01$)

* = huomattava ($p < 0.05$)

ns = ei tilastollisesti merkitsevä

TAULUKKO 17: Poikimaiän vaikutus fr-rodulla.

Ikä kk	hav.	maitokg	rasvakg	rasva-%	valk.kg	valk.-%	v/r
LS-ka.		5034	206	4.116	157	3.131	0.767
15 - 20	399	-473.14	-20.27	-0.020	-14.16	0.017	0.008
21 - 22	3 739	-138.13	-6.19	-0.009	-4.86	-0.012	-0.002
23 - 24	11 557	-41.49	-2.24	-0.010	-2.08	-0.017	-0.003
25 - 26	6 674	23.58	0.83	-0.004	-0.00	-0.017	-0.004
27 - 28	3 012	110.09	4.41	-0.001	2.99	-0.010	-0.002
29 - 30	1 257	153.50	6.67	0.010	4.58	-0.005	-0.003
31 - 32	459	217.58	9.38	0.004	7.14	0.006	0.001
33 - 36	200	148.00	7.42	0.031	6.39	0.037	0.004
F-testi		***	***	ns.	***	***	ns.

*** = erittäin merkitsevä (p<0.001)

** = merkitsevä (p<0.01)

* = huomattava (p<0.05)

ns = ei tilastollisesti merkitsevä

2.3 Tyhjäkauden vaikutus

Poikimisen jälkeisen tyhjäkauden pituus vaikutti ay-rodulla erittäin merkitsevästi (p<0.001) kaikkiin tutkittuihin ominaisuuksiin rasvapitoisuutta lukuunottamatta, johon sen vaikutus oli merkitsevä (p<0.01) (TAULUKKO 18). Friisiläisrodulla tyhjäkauden pituuden vaikutus rasvapitoisuuteen ei ollut merkitsevä ja vaikutus valkuais-rasva-suhteeseen oli merkitsevä (p<0.01) (TAULUKKO 19). Tyhjäkauden pituudella ei kirjallisuuden mukaan yleensä ole todettu olevan vaikutusta maidon valkuaispitoisuuteen (Meisterjahn, 1981), mutta tässä tutkimuksessa vaikutus oli erittäin merkitsevä kummallakin rodulla.

Maitotuotokset nousevat tyhjäkauden pituuden kasvaessa. Tässä kohtaa täytyy muistaa, että kyseessä ovat ensimmäiset 305-päivän maitotuotokset eikä vuosituotokset, mikä selittää muutoin oudolta vaikuttavan tuloksen. Rasvaprosentti on korkein kaksi - kolme kuukautta tyhjinä olleilla eläimillä, ja heikoin liian lyhyen ja ylipitkän tyhjäkauden pitäneillä lehmillä. Valkuaisprosentti laskee

tyhjäksiä pidentyessä, mikä on täysin yhtenevä Bergmann'in (1969) saaman tuloksen kanssa. Korkeimmat kilotuotokset keräsivät ylipitkän tyhjäksiä pitäneet eläimet.

TAULUKKO 18: Tyhjäksiä vaikuus ay-rodulla (LS-poikkeamat).

Tyhjäksi. vrk	hav. maitokg	rasvavg	rasva-%	valk.kg	valk.-%	v/r	
LS ka.	5010	223	4.482	162	3.234	0.727	
0 - 42	1 321	-500.87	-23.07	-0.020	-15.78	0.009	0.005
43 - 60	11 570	-281.82	-12.37	0.003	-8.92	0.004	0.000
61 - 90	42 403	-26.48	-0.79	0.009	-0.52	0.007	0.000
91 - 120	30 369	148.23	7.08	0.010	5.03	0.004	-0.001
121 - 150	18 124	257.12	11.40	0.000	8.11	-0.005	-0.001
yli 150	23 995	403.83	17.74	-0.002	12.08	-0.018	-0.003
F-testi		***	***	**	***	***	***

*** = erittäin merkitsevä (p<0.001)

** = merkitsevä (p<0.01)

* = huomattava (p<0.05)

ns = ei tilastollisesti merkitsevä

TAULUKKO 19: Tyhjäksiä vaikuus fr-rodulla (LS-poikkeamat).

Tyhjäksi. vrk	hav. maitokg	rasvavg	rasva-%	valk.kg	valk.-%	v/r	
LS-ka.	5033	206	4.116	157	3.131	0.766	
0 - 42	433	-509.69	-22.03	-0.028	-15.69	0.006	0.006
43 - 60	3 066	-284.63	-11.39	0.007	-8.83	0.003	-0.001
61 - 90	10 009	-22.79	-0.44	0.011	-0.48	0.004	-0.001
91 - 120	6 395	163.51	7.26	0.011	5.39	0.005	-0.001
121 - 150	3 454	260.70	10.47	-0.004	8.14	-0.001	0.001
yli 150	3 940	392.89	16.13	0.003	11.46	-0.016	-0.004
F-testi		***	***	ns.	***	***	**

*** = erittäin merkitsevä (p<0.001)

** = merkitsevä (p<0.01)

* = huomattava (p<0.05)

ns = ei tilastollisesti merkitsevä

2.4 Ruokinnan vaikuus

Erilaisilla ruokintavaihtoehdoilla olleiden eläinten tuotokset erosivat erittäin merkitsevästi toisistaan luukuunottamatta friisiläislehmien maidon valkuaispitoisuutta (TAULUKOT 20 ja 21).

TAULUKKO 20: Ruokinnan vaikutus ay-rodulla (LS-poikkeamat).

Ruokintal. hav. maitokg		rasvavg	rasva-%	valk.kg	valk.-%	v/r	
LS-ka.	5010	223	4.482	162	3.234	0.727	
1	725	-447.41	-19.95	-0.007	-15.28	-0.021	-0.004
2	3 741	-217.05	-10.52	-0.023	-7.02	-0.001	0.003
3	6 511	57.63	-1.93	-0.088	1.38	-0.008	0.013
4	3 425	-291.68	-10.86	0.042	-9.64	-0.005	-0.009
5	15 105	2.09	1.16	0.020	0.16	0.003	-0.003
6	10 674	248.19	8.48	-0.048	8.04	0.002	0.009
7	20 490	-64.74	0.98	0.078	-2.12	-0.001	-0.013
8	48 555	198.74	11.41	0.051	7.09	0.014	-0.005
9	18 559	514.24	21.24	-0.025	17.39	0.017	0.008
F-testi		***	***	***	***	***	***

*** = erittäin merkitsevää (p<0.001)

** = merkitsevää (p<0.01)

* = huomattava (p<0.05)

ns = ei tilastollisesti merkitsevää

TAULUKKO 21: Ruokinnan vaikutus fr-rodulla (LS-poikkeamat).

Ruokintal. hav. maitokg		rasvavg	rasva-%	valk.kg	valk.-%	v/r	
LS-ka.	5033	206	4.116	157	3.131	0.766	
1	166	-438.03	-19.19	-0.043	-14.29	-0.011	0.005
2	815	-225.56	-10.34	-0.025	-7.51	-0.008	0.002
3	1 436	94.13	-0.68	-0.086	2.49	-0.008	0.015
4	804	-234.61	7.74	0.039	-7.87	-0.014	-0.012
5	2 884	-53.85	-0.99	0.022	-1.66	0.000	-0.004
6	1 845	256.29	7.97	-0.043	8.20	0.006	0.009
7	5 248	-62.16	1.24	0.075	-1.97	-0.002	-0.014
8	10 607	168.14	10.31	0.069	5.84	0.012	-0.009
9	3 492	495.66	19.42	-0.008	16.77	0.025	0.008
F-testi		***	***	***	***	ns.	***

*** = erittäin merkitsevää (p<0.001)

** = merkitsevää (p<0.01)

* = huomattava (p<0.05)

ns = ei tilastollisesti merkitsevää

Väkirehutasen noustessa nousee myös maidontuotanto. Rasva-prosentti on korkeimmillaan alhaisella väkirehutasolla laskien sitä mukaa kun ruokintaa nostetaan. Valkuais-

prosentti taas kohoaa väkirehutasen noustessa alhaisesta keskimääräiseen väkirehumäärään. Säilörehuvaltaisella ruokinnalla valkuaispitoisuuden nousu jatkui vielä siirryttäessä keskimääräisestä runsaaseen väkirehumäärään, mutta erot olivat hyvin pieniä.

Säilörehun osuuden noustessa kohoavat kaikki tuotanto-ominaisuudet, myös valkuaispitoisuus. Valitettavasti ai-
neistossa oli hyvin vähän heinävaltaisesti ruokittuja eläimiä.

Maitotuotos oli korkein säilörehuruokinnalla ja runsaalla väkirehulla. Säilörehuruokinnalla päästään jo keskimääräisellä väkirehumäärällä parempiin tuloksiin kuin heinävaltaisella ruokinnalla ja runsaalla väkirehumäärällä. Rasva-
prosentti alenee väkirehun osuuden noustessa ja on heinävaltaisella ruokinnalla alempi kuin säilörehuruokinnalla. Korkeimmat rasvapitoisuudet ovat runsaalla säilörehulla ja alhaisella väkirehumäärällä ruokituilla lehmillä. Valku-
aisprosentti nousee väkirehuprocentin noustessa ja säilörehun osuuden kasvaessa.

2.5 Isän syntymävuoden vaikutus

Tutkittaessa ympäristötekijöiden vaikutusta maidontuotantoon otettiin kiinteisiin tekijöihin myös isän syntymävuoden mukainen luokittelu, joka samalla jakoi sonnit myös valiosonneihin ja nuorsonneihin. Sonnit luokiteltiin vuosina 1965 - 73 syntyneisiin vanhoihin valiosonneihin, vuosina 1974 - 77 syntyneisiin valiosonneihin ja vuosina 1978 - 81 syntyneisiin nuorsonneihin. Taulukossa 22 on esitetty isien luokittelun vaikutusta maidontuotantoon.

TAULUKKO 22: Isien syntymävuoden vaikutus ay-rodulla
Luvut ovat LS-poikkeamia, ja ne on laskettu ay-rotuisille
eläimille.

Sonniryhmä	hav.	mkg	rkg	r-%	vkg	v-%
	LS-ka	5010	223	4.48	162	3.23
vanhat valios.	20 581	-3.58	0.89	0.020	-0.07	-0.001
valiosonnit	38 965	93.48	2.36	-0.034	2.08	-0.017
nuorsonnit	68 236	-89.89	-3.25	0.014	-2.01	0.018

Valiosonnien jälkeläisillä oli selvästi parhaat maito-
tuotokset ja alhaisimmat rasva- ja valkuaispitoisuudet.
Vanhojen valiosonnien jälkeläisillä puolestaan oli kaik-
kein korkeimmat rasvapitoisuudet. Korkeimmat valkuaispi-
toisuudet olivat nuorsonnien jälkeläisillä, joilla oli
samalla alhaisimmat maitotuotokset. Suurimmat valkuaiski-
lotuotokset oli korkeammasta maitomäärästä johtuen kuiten-
kin valiosonnien jälkeläisillä. Myös rasvakilotuotokset
olivat suurimmat valiosonnien jälkeläisillä.

Friisiläisrodulla jakoperusteena oli syntymävuoden lisäksi
myös syntymämaa, eli isät jaettiin tuontisonneihin, koti-
misiin valiosonneihin ja nuorsonneihin.

TAULUKKO 23: Isien luokittelun vaikutus fr-rodulla
(LS-poikkeamat).

Isäluokka	hav.	mkg	rkg	r-%	vkg	v-%
	LS-ka	5033	206	4.12	157	3.13
Tuontisonnit	461	183.40	4.05	-0.053	2.78	-0.052
Valiosonnit	10 064	-90.06	0.30	0.073	-0.37	0.045
Nuorsonnit	16 772	-93.34	-4.35	-0.021	-2.41	0.007

Friisiläisrodulla tuontisonnien jälkeläisten maitotuotok-
set sekä rasva- ja valkuaisstuotokset olivat selvästi muita
korkeammat (TAULUKKO 23). Sen sijaan valio- ja nuorsonnien
jälkeläisten maitotuotoksissa ei ollut samanlaista selvää
eroa kuin ay-rotuisilla. Rasva- ja valkuaispitoisuudet
olivat alhaisimmat tuontisonnien jälkeläisillä, ja kor-
keimmat valiosonnien jälkeläisillä.

3. PERIYTYMISASTEET JA NIIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Ominaisuuksien periytymisasteet laskettiin erikseen kummallekin rodulle rotujen kokonaisaineistoista (TAULUKKO 24). Maidontuotannon periytymisasteeksi saatiin 0.31 \pm 0.02 ay-rodulla ja 0.21 \pm 0.02 fr-rodulla. Rasvatuotoksen periytymisasteiksi tuli vastaavasti 0.21 \pm 0.1 ja 0.18 \pm 0.02. Valkuaistuotoksen periytymisaste oli samansuuruinen kummallakin rodulla eli 0.19, mutta friisiläisillä keskivirhe on hieman suurempi. Rasvapitoisuuden periytymisasteeksi tuli ay-rodulla 0.40 \pm 0.02 ja fr-rodulla 0.35 \pm 0.04. Saadut periytymisasteet valkuaispitoisuudelle olivat varsinkin ay-rodulla rasvapitoisuuden periytymisasteita selvästi korkeampia eli ay-rodulla 0.51 \pm 0.02 ja fr-rodulla 0.40 \pm 0.04.

Edellämainittujen periytymisasteiden lisäksi laskettiin myös 4-prosenttiseksi muunnetun maidon, valkuais-rasva-suhteen ja nestemäärän periytymisasteet.

TAULUKKO 24: Periytymisasteet (h^2) ja keskivirheet (Se) (tulokset on laskettu kokonaisaineistosta)

Ominaisuus	Ay		Fr	
	h^2	Se	h^2	Se
Maito kg	0.31	0.02	0.21	0.02
Rasva kg	0.21	0.01	0.18	0.02
Rasva-%	0.40	0.02	0.35	0.04
Valk. kg	0.19	0.01	0.19	0.02
Valk.-%	0.51	0.02	0.40	0.04
4%-maito kg	0.23	0.01	0.18	0.02
valk./rasva	0.24	0.01	0.29	0.03
neste*	0.32	0.02	0.22	0.02

* neste = maito kg - rasva kg - valk. kg

Periytymisasteet laskettiin erikseen myös nuorsonnien jälkeläisille ja valiosonnien jälkeläisille. Nuorsonnien jälkeläisille lasketut periytymisasteet on esitetty taulukossa 27 ja valiosonnien jälkeläisille saadut arvot liitessä 3.

Ay-rodulla nestemäärän ja maitomäärän, joiden korrelaatio onkin lähes 100 %, periytymisasteet olivat nuorsonnien jälkeläisaineistosta laskettuna hieman kokonaisaineistosta saatuja arvoja alhaisemmat. Muissa periytymisasteissa ei ollut huomattavia eroja. Fr-rodun nuorsonnien jälkeläisaineistosta lasketut periytymisasteet olivat huomattavan alhaisia. Alhaiset arvot selittyvät ainakin osittain aineiston pienuudella.

Laskettaessa periytymisasteita valiosonnien jälkeläisille keskivirheet nousivat. Ay-rodulla periytymisasteet olivat lähellä kokonaisaineistosta laskettuja arvoja, joskin yleensä hieman näitä alhaisempia. Fr-rodun rasvatuotokselle saatiin periytymisasteen arvoksi 0.12 ± 0.03 . Tämä arvo ei ole luotettava, vaan sen täytyy johtua aineiston koosta ja eläinten valinnasta. Friisiläisrotuisten valiosonnien jälkeläisille lasketut periytymisasteet eivät olleet kuitenkaan kaikissa ominaisuuksissa kokonaisaineistosta saatuja arvoja alhaisempia, vaan maitomäärälle ja rasvapitoisuudelle saatiin huomattavasti korkeammat arvot kuin kokonaisaineistosta laskettuna. Toisaalta keskivirheet olivat myös suurempia.

TAULUKKO 25: Periytymisasteet (h^2) ja keskivirheet (Se) (tulokset on laskettu nuorsonnien jälkeläisille)

Ominaisuus	Ay		Fr	
	h^2	Se	h^2	Se
Maito kg	0.25	0.02	0.17	0.03
Rasva kg	0.21	0.01	0.19	0.03
Rasva-%	0.43	0.02	0.27	0.04
Valk. kg	0.17	0.01	0.16	0.02
Valk.-%	0.52	0.03	0.36	0.04
4%-maito kg	0.20	0.01	0.18	0.03
valk./rasva	0.27	0.02	0.27	0.04
neste*	0.26	0.02	0.18	0.03

* neste = maito kg - rasva kg - valk. kg

Periytymisasteet isäluokkamallilla (malli 2) laskettuna

Isäluokkamallia käytettäessä saatiin periytymisasteiksi

maitotuotos	0.27	±.01
rasvatuotos	0.19	±.01
rasva-%	0.40	±.02
valkuaisuotos	0.17	±.01
valkuais-%	0.50	±.02
4-% maito	0.20	±.01
valk./rasva	0.24	±.01
neste	0.28	±.01

Isien luokittelun ottaminen mukaan analyysihin ei muuttanut merkittävästi saatuja periytymisasteita. Maitotuotoksen periytymisaste 0.27 on hieman alhaisempi kuin mallilla 1 saatu arvo. Nestemäärän periytymisaste poikkeaa samoin hieman alaspäin perusmallilla lasketusta arvosta. Molemmat periytymisasteet ovat lähempänä nuorsonnien jälkeläisille saatuja arvoja.

Tuotostason vaikutus periytymisasteisiin

Tutkittaessa tuotostason vaikutusta ominaisuuksien periytymisasteisiin eläimet jaettiin karjojen keskimääräisten kuivaaine (= rasva + valkuainen) kilojen mukaan kolmeen luokkaan.

Taulukossa 26 on esitetty periytymisasteet erilaisilla tuotostasoilla. Tuotostason noustessa myös periytymisasteet kohoavat, kuten monet tutkijat (mm. Meisterjahn, 1981) ovat todenneet. Rasvaprosentin ja valkuais-rasva-suhteen periytymisasteiden nousu hidastui siirryttäessä keskitasolta korkealle tuotostasolle. Muissa ominaisuuksissa nousu oli hyvin suoraviivaista lukuunottamatta valkuaispitoisuutta, jossa periytymisasteen nousu alhaiselta keskitasolle siirryttäessä oli hyvin pieni, mutta siirryttäessä keskitasolta korkealle tuotostasolle jo huomattava.

TAULUKKO 26: Periytymisasteet eri tuotostasoilla

Ominaisuus	Tuotostaso					
	alle 413 kg (19 466)		413 - 470 kg (26 089)		yli 470 kg (20 383)	
	h ²	Se	h ²	Se	h ²	Se
Maito kg	0.20	0.02	0.27	0.02	0.33	0.02
Rasva kg	0.15	0.02	0.23	0.02	0.27	0.02
Rasva-%	0.38	0.03	0.46	0.03	0.48	0.03
Valk. kg	0.13	0.01	0.19	0.02	0.24	0.02
Valk.-%	0.48	0.03	0.50	0.03	0.59	0.04
4%-maito kg	0.15	0.02	0.21	0.02	0.26	0.02
valk./rasva	0.24	0.02	0.29	0.02	0.31	0.02
neste*	0.21	0.02	0.28	0.02	0.34	0.02

Yhteenveto saaduista periytymisasteista

Luotettavimmat periytymisasteen arviot saadaan valitsemattomasta aineistosta, mikä puoltaa nuorsonnien jälkeläisille laskettuja arvioita. Kuitenkin tämä aineisto oli huomattavasti pienempi kuin kokonaisaineisto ja lisäksi ominaisuuksien hajonta oli myös valiosonnien jälkeläisillä samaa suuruusluokkaa kuin nuorsonnien jälkeläisillä. Näistä syistä johtuen päädyttiin laskemaan varsinaiset tulokset kokonaisaineistoista. Ay-rodun kokonaisaineistoa analysoitiin myös isäluokkamallilla, jolloin myös isien syntymävuoden ja valinnan vaikutusta kokonaisaineistosta laskettuihin periytymisasteen arvoihin saatiin ainakin osittain poistetuksi.

Maitotuotoksen periytymisasteen arvoiksi saatiin kokonaisaineistosta 0.31 ja nuorsonnien jälkeläisaineistosta 0.25. Isäluokkamallilla laskettu arvo 0.27 lienee luotettavin arvio, joskin korkealla tuotostasolla saatu arvo 0.33 tukee kokonaisaineistosta mallilla 1 saatua arvoa 0.31. Fr-rodulla maidontuotannon periytymisasteeksi saatu arvo 0.21 on todennäköisesti liian alhainen.

Valkuaisen ja rasvan - niin kilotuotosten kuin prosenttien - periytymisasteet ovat ay-rodulla melkein samat riippumatta mallista tai aineistosta. Rasvatuotoksen periyty-

misasteeksi saatiin 0.21, rasvapitoisuuden periytymisasteeksi 0.40, valkuaistuotoksen periytymisasteeksi 0.17 ja valkuaispitoisuuden periytymisasteeksi 0.50. Friisiläisrodulle saadut arviot olivat yleensä hieman alhaisempia ja keskivirheet olivat suurempia.

Valkuais-rasva -suhteen periytymisasteeksi saatiin nuorsonnien jälkeläisaineistosta sekä isämällillä kokonaisaineistosta 0.24. Neliprosenttisen maidon periytymisasteeksi saatiin 0.20. Nestemäärän periytymisasteen arvoista luotettavin lienee isäluokkamällillä saatu arvo 0.28.

Valkuaispitoisuuden periytymisaste oli kaikissa analyyseissä noin 0.10 -yksikköä korkeampi kuin rasvapitoisuuden. Sen sijaan valkuaistuotoksen periytymisaste oli hieman alhaisempi kuin rasvatuotoksen periytymisaste kaikissa analyyseissä.

Tästä aineistosta lasketut periytymisasteet eivät juurikaan poikkea kirjallisuudessa esitetyistä periytymisasteiden estimaateista ay-rotuisilla lehmillä. Sen sijaan friisiläislehmille lasketut periytymisasteet ovat alhaisempia kuin kirjallisuudessa esitetyt arvot. Saatu maidontuotannon periytymisaste vastaa hyvin kirjallisuudessa esitettyjä arvoja (Maijala ja Hanna, 1974: 0.27; Strandberg, 1985: 0.23), mutta fr-rodulla saatu arvo on hieman näitä alhaisempi. Rasva- ja valkuaistuotosten periytymisasteet olivat lähes yhtäsuuret eikä niissä ollut huomattavaa eroa rotujen välillä. Yleensä kirjallisuudessa esitetyt arvot ovat olleet saatuja arvoja jonkin verran korkeampia.

Rasvapitoisuuden periytymisasteet ovat lähempänä Strandbergin (1985) esittämää arvoa 0.41 kuin Maijalan ja Hannan (1974) esittämää keskiarvoa 0.47. Suurin ero rotujen välillä oli valkuaispitoisuuden periytymisasteessa, mutta kummallakin rodulla se oli selvästi rasvapitoisuuden periytymisastetta korkeampi.

Piennemmästä aineistosta johtuen periytymisasteiden keskivirheet ovat friisiläisrodulla jonkin verran suuremmat kuin ayrshirella varsinkin maidon pitoisuuksien periytymisasteissa.

4. OMINAISUUKSIEN VÄLISET KORRELAATIOIT JA NIIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Ominaisuuksien väliset korrelaatiot ovat vähintään yhtä mielenkiintoisia kuin periytymisasteet, varsinkin kun tavoitteena on maidon koostumuksen jalostuksellinen muuttaminen. Jalostuksen pääpainon ollessa valkuaiskilojen tuottamisessa, nousee mielenkiintoisimmaksi korrelaatioiksi valkuaisuotoksen ja valkuaisprosentin välinen korrelaatio. Mikäli kyseinen korrelaatio on negatiivinen johtaa valinta valkuaiskilojen suhteen alhaisempaan valkuaispitoisuuteen, mitä ei todellakaan haluta tapahtuvan.

Geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot laskettiin puolisisarkorrelaatioina perusmallia (malli 1) käyttäen. Lisäksi korrelaatioita laskettiin mallilla 2, jossa oli mukana isäluokka (kuten periytymisasteissa).

TAULUKKO 27: OMINAISUUKSIEN VÄLISIÄ KORRELAATIOITA AY-RODULLA
Fenotyypiset (alakolmio) ja Genotyypiset (yläkolmio)

	Mkg	rkg	R-%	vkg	V-%	Mkg4%	V/R	neste
Mkg	.65 ±.02	-.58 ±.03	.84 ±.01	-.66 ±.02	.88 ±.01	.17 ±.04	.99 ±.00	
Rkg	.75	.24 ±.04	.76 ±.02	-.13 ±.04	.94 ±.01	-.46 ±.03	.62 ±.02	
r-%	-.34	.34	-.26 ±.04	.69 ±.02	-.11 ±.04	-.71 ±.02	-.61 ±.03	
Vkg	.91	.79	-.16	-.07 ±.04	.87 ±.01	.23 ±.02	.82 ±.01	
v-%	-.30	-.00	.44	.12	-.38 ±.03	.01 ±.04	-.67 ±.02	
Mkg4%	.87	.96	.09	.89	-.12	-.21 ±.04	.86 ±.01	
V/R	.17	-.38	-.79	.26	.19	-.18	.19 ±.04	
neste	.99	.73	-.38	.89	-.33	.88	.19	

TAULUKKO 28: OMINAISUUKSIEN VÄLISIÄ KORRELAATIOITA FR-RODULLA
Fenotyyppiset (alakolmio) ja genotyyppiset (yläkolmio)

	Mkg	rkg	r-%	vkg	v-%	Mkg4%	V/R	neste
Mkg		.62 ±.05	-.46 ±.07	.83 ±.03	-.41 ±.07	.85 ±.02	.22 ±.08	.99 ±.00
Rkg	.78		.41 ±.07	.70 ±.04	.05 ±.08	.94 ±.01	-.45 ±.07	.59 ±.06
R-%	-.27	.38		-.17 ±.08	.54 ±.06	.07 ±.08	-.77 ±.03	-.49 ±.06
Vkg	.92	.80	-.12		.16 ±.08	.84 ±.03	.32 ±.08	.82 ±.03
V-%	-.27	-.01	.39	.13		-.15 ±.08	.13 ±.08	-.44 ±.07
Mkg4%	.91	.97	.14	.89	-.12		-.20 ±.08	.83 ±.03
V/R	.12	-.41	-.80	.21	.22	-.22		.24 ±.08
neste	.99	.76	-.30	.91	-.29	.90	.14	

Ensin analysoitiin kummankin rodun kokonaisaineistot, joista saadut tulokset on esitetty taulukoissa 27 ja 28. Maitotuotoksen ja valkuaistuotoksen välinen fenotyyppinen korrelaatio (ay-rotu 0.91, fr-rotu 0.92) oli kummallakin rodulla selvästi korkeampi kuin maitotuotoksen ja rasvatuotoksen välinen vastaava korrelaatio (ay-rotu 0.75, fr-rotu 0.78). Neliprosenttiseksi muunnetun maitotuotoksen fenotyyppinen korrelaatio rasvatuotokseen puolestaan on kummallakin rodulla suurempi kuin sen korrelaatio maitotuotokseen. Geneettiset korrelaatiot käyttäytyivät em. ominaisuuksien välillä aivan samalla tavalla, ja olivat lähes samansuuruiset.

Tarkastelun helpottamiseksi esitetään tässä erikseen kummaltakin rodulta mielenkiintoisimpia geneettisiä korrelaatioita.

rG	ay	fr
Vkg --Mkg	.84 ±.01	.83 ±.03
Vkg - V-%	-.07 ±.04	.16 ±.08
Mkg - V-%	-.66 ±.02	-.41 ±.07
V-% - R-%	.69 ±.02	.54 ±.06
V-% - Mkg4%	-.38 ±.04	-.15 ±.08

Tällä hetkellä tärkeimmäksi noussut korrelatio eli valkuais-
tuotoksen ja valkuaispitoisuuden välinen korrelaatio on
friisiläisrodulla selvästi positiivinen, mutta ay-rodulla
hieman negatiivisen puolella. Muutenkin rotujen välillä on
korrelaatioissa huomattavia eroja. Maitotuotoksen ja valku-
aispitoisuuden välinen korrelaatio on ayrshirellä voimak-
kaammin negatiivinen (-.66) kuin friisiläisellä (-.41),
vaikka otetaan huomioon friisiläisten suuremmat keskivir-
heet. Maitotuotoksen ja rasvapitoisuuden välinen geneettinen
korrelaatio (-.42) on friisiläisellä enemmän negatiivinen
kuin maitotuotoksen ja valkuaispitoisuuden välinen korrelaa-
tio (-.39), mutta ayrshirellä päinvastoin, eli -.55 ja -.64.
Kummallakin rodulla on maitotuotoksen ja valkuaisuotoksen
välinen geneettinen korrelaatio suurempi kuin maitotuotoksen
ja rasvatuotoksen välinen korrelaatio.

Kokonaisaineistojen analysoinnin jälkeen laskettiin korre-
laatiot samalla mallilla myös nuorsonnien jälkeläisille.
Saadut tulokset on esitetty taulukoissa 29 ja 30.

Tulokset muuttuivat jonkin verran käytettäessä nuorsonnien
jälkeläisiä. Ay-rodulla valkuaisuotoksen ja valkuaispitoi-
suuden välinen geneettinen korrelaatio muuttui positiivisek-
si.

TAULUKKO 29: OMINAISUUKSIEN VÄLISIÄ KORRELAATIOITA
AY-RODULLA
Fenotyyppiset (alakolmio) ja Genotyyppiset (yläkolmio)
(nuorsonnien jälkeläisille laskettuna)

	Mkg	rkg	r-%	vkg	v-%	Mkg4%	V/R	neste
Mkg	.56 ±.03	-.53 ±.03	.78 ±.02	-.61 ±.03	.82 ±.02	.15 ±.05	.99 ±.00	
Rkg	.75	.41 ±.04	.72 ±.02	.02 ±.05	.93 ±.01	-.54 ±.03	.52 ±.03	
r-%	-.34	.36	-.13 ±.05	.68 ±.02	.05 ±.05	-.73 ±.02	-.56 ±.03	
Vkg	.90	.79	-.16	.02 ±.05	.84 ±.01	.19 ±.05	.76 ±.02	
v-%	-.29	.01	.44	.13	-.25 ±.04	-.00 ±.05	-.63 ±.03	
Mkg4%	.90	.97	.10	.88	-.11	-.30 ±.04	.80 ±.02	
V/R	.17	-.38	-.79	.26	.20	-.18	.18 ±.05	
neste	.99	.73	-.37	.89	-.32	.88	.19	

TAULUKKO 30: OMINAISUUKSIEN VÄLISIÄ KORRELAATIOITA FR-RODULLA
Fenotyyppiset (alakolmio) ja genotyyppiset (yläkolmio)
(nuorsonnien jälkeläisille laskettuna)

	Mkg	rkg	r-%	vkg	v-%	Mkg4%	V/R	neste
Mkg	.69 ±.06	-.29 ±.10	.83 ±.03	-.42 ±.09	.87 ±.03	-.00 ±.10	.99 ±.00	
Rkg	.78	.50 ±.08	.71 ±.05	-.07 ±.10	.96 ±.01	-.57 ±.07	.66 ±.06	
R-%	-.26	.40	-.05 ±.11	.42 ±.08	.22 ±.10	-.75 ±.04	-.33 ±.10	
Vkg	.92	.79	-.11	.15 ±.10	.82 ±.04	.17 ±.10	.81 ±.04	
V-%	-.26	-.02	.36	.14	-.22 ±.10	.28 ±.09	-.45 ±.08	
Mkg4%	.91	.97	.15	.89	-.12	-.39 ±.09	.85 ±.03	
V/R	.11	-.42	-.80	.21	.25	-.23	.02 ±.10	
neste	.99	.76	-.29	.91	-.28	.90	.13	

Liitteissä 4 ja 5 on esitetty vastaavat korrelaatiot ainoastaan valiosonnien jälkeläisille laskettuina. Tällöin aineistossa valkuaistuotoksen ja valkuaispitoisuuden välinen korrelaatio on selvästi negatiivinen.

Korrelaatiot isäluokkamallilla (malli 2) laskettuina

Ay-rodun kokonaisaineistosta laskettiin fenotyyppiset ja geneettiset korrelaatiot myös mallilla 2. Tavoitteena oli, samoin kuin periytymisasteita laskettaessa, poistaa isien syntymävuoden ja valinnan vaikutusta saaduista arvoista ilman havaintomäärän pienentämistä.

Isäluokkamallilla saadut fenotyyppiset korrelaatiot olivat lähes samat kuin mallilla 1 lasketut arvot (TAULUKKO 31).

TAULUKKO 31: OMINAISUUKSIEN VÄLISTÄ KORRELAATIOITA AY-RODULLA Fenotyyppiset (alakolmio) ja Genotyyppiset (yläkolmio)
Tulokset on laskettu kokonaisaineistosta mallilla 2.

	Mkg	rkg	r-%	vkg	v-%	Mkg4%	V/R	neste
Mkg	.60 ±.03	-.58 ±.03	.81 ±.01	-.64 ±.02	.85 ±.01	.19 ±.04	.99 ±.00	
Rkg	.75	.31 ±.04	.73 ±.02	-.06 ±.04	.93 ±.01	-.48 ±.03	.57 ±.03	
r-%	-.34	.35	-.23 ±.04	.69 ±.02	-.07 ±.04	-.72 ±.02	-.61 ±.03	
Vkg	.91	.79	-.16	-.05 ±.04	.85 ±.01	.25 ±.02	.79 ±.01	
v-%	-.30	.00	.44	.12	-.33 ±.04	.00 ±.04	-.66 ±.02	
Mkg4%	.90	.96	.10	.88	-.12	-.22 ±.04	.83 ±.01	
V/R	.17	-.38	-.79	.26	.19	-.18	.21 ±.04	
neste	.99	.73	-.38	.89	-.33	.88	.19	

Genotyypistien korrelaatioiden arvot muuttuivat mallilla 1 lasketuista arvoista, mutta muutokset olivat hyvin pieniä. Isäluokkamallin käyttö muutti eniten niitä korrelaatioita, joissa oli suurimmat erot vertailtaessa kokonaisaineistosta ja nuorsonnien jälkeläisaineistosta laskettuja arvoja.

Yhteenveto lasketuista korrelaatioista

Fenotyypiset korrelaatiot

Fenotyypisissä korrelaatioissa oli pieniä eroja rotujen välillä. Samoille rodulle eri osa-aineistoista tai eri malleilla lasketut arvot eivät eronneet toisistaan lukuunottamatta ay-rodun maitotuotoksen ja valkuaispitoisuuden välistä korrelaatiota.

Maitotuotokselle ja rasvatuotokselle saadut korrelaatiot (ay-rotu 0.75, fr-rotu 0.78) ovat selvästi pienempiä kuin yleensä kirjallisuudessa esitetyt arvot. Tosin de Jager ja Kennedyn (1986) esittämä arvo 0.57 on tässä esitettyjä arvoja selvästi alhaisempi. Maitotuotoksen ja rasvapitoisuuden väliseksi korrelaatioksi saatiin ay-rodulle -0.34 ja fr-rodulle -0.27.

Maitotuotoksen ja valkuaisuotoksen väliseksi fenotyypiseksi korrelaatioksi saatiin kummallakin rodulla ja kaikissa analyyseissä 0.90 - 0.92. Maitotuotoksen ja valkuaispitoisuuden väliseksi korrelaatioksi saatiin ay-rodulla kokonaisaineistosta -0.30 ja nuorsonnien jälkeläisaineistosta -0.29. Isäluokkamallilla kokonaisaineistosta saatiin myös arvo -0.30. Fr-rodulla vastaavaksi korrelaatioksi saatiin -0.27.

Valkuaisuotoksen ja rasvatuotoksen väliseksi fenotyypiseksi korrelaatioksi saatiin 0.79 - 0.80 kaikissa analyyseissä. Yleensä kirjallisuudessa esitetyt arvot ovat olleet tätä korkeampia. Poikkeuksena on tässäkin tapauksessa de Jager ja Kennedyn (1986) esittämä arvo 0.66.

Valkuaistuotoksen ja rasvapitoisuuden välisen korrelaation arvoiksi saatiin ay-rodulla -0.16 ja fr-rodulla -0.12 eli arvot olivat selvästi negatiivisia. Valkuaistuotoksen ja valkuaispitoisuuden välinen fenotyyppinen korrelaatio oli kummallakin rodulla lähes yhtäsuuri ja selvästi positiivinen eli noin 0.12 . Valkuaispitoisuuden ja rasvapitoisuuden välinen korrelaatio oli ay-rodulla hieman suurempi kuin fr-rodulla. Arvoiksi saatiin ay-rodulle 0.44 ja fr-rodulle 0.39 .

Geneettiset korrelaatiot

Maitotuotoksen ja rasvatuotoksen välisen geneettisen korrelaation arvot vaihtelivat välillä $0.56 - 0.65$. Isäluokkamallilla saatua arvoa 0.60 ± 0.03 voidaan pitää luotettavana arvona. Fr-rodulle saatu arvo 0.62 ± 0.05 on likimain sama. Maitotuotoksen ja valkuaiustuotoksen välisen korrelaation arvoiksi saatiin ay-rodulla eri malleilla ja eri osa-aineistoista $0.78 - 0.84$. Käyttökelpoisin arvio lienee isäluokkamallilla saatu arvo 0.81 ± 0.01 . Fr-rodulle saatiin lähes sama arvo eli 0.83 ± 0.03 .

Tästä aineistosta lasketut geneettiset korrelaatiot poikkesivat jonkin verran kirjallisuudessa yleisimmin esitetyistä arvoista. Maitotuotoksen ja rasvatuotoksen välinen geneettinen korrelaatio oli huomattavasti alhaisempi kuin Majjalan ja Hannan (1974) kirjallisuustutkimusten keskiarvo 0.81 . Sen sijaan maitotuotoksen ja valkuaiustuotoksen välinen geneettinen korrelaatio oli lähes sama kuin em. kirjallisuustutkimuksessa esitetty arvo 0.85 .

Maitotuotoksen ja rasvapitoisuuden välisissä geneettisissä korrelaatioissa oli huomattava ero rotujen välillä. Ay-rodulle saadut arvot $-0.53 - -0.58$ olivat selvästi voimakkaammin negatiivisia kuin fr-rodulle saatu arvo -0.29 . Maitotuotoksen ja valkuaispitoisuuden välisen korrelaation arvona voidaan ay-rodulla käyttää isäluokkamallilla saatua arvoa -0.64 . Fr-rodulla vastaava arvo on -0.42 eli lievemmin negatiivinen.

Maidon rasvapitoisuudella ja valkuaistuotoksella oli tässä tutkimuksessa selvästi negatiiviset keskinäiset geneettiset korrelaatiot eli ay-rodulla -0.23 ± 0.04 ja fr-rodulla -0.17 ± 0.08 . Valinnan valkuaistuotoksen perusteella pitäisi siis laskea maidon rasvapitoisuutta varsinkin ay-rodulla.

Maidon valkuaispitoisuuden ja valkuaistuotoksen välisistä korrelaatioista päätellen ainakin friisiläislehmien maidon valkuaispitoisuuden pitäisi kasvaa. Ay-rodulla valkuaispitoisuutta ei voida nostaa valkuaistuotoksen mukaan valittaessa.

Tarkasteltaessa neliprocenttiseksi muunnetun maidon ja muiden ominaisuuksien välisiä suhteita huomataan, että sen ja valkuaispitoisuuden välinen negatiivinen korrelaatio on ay-rodulla ($-.33$) suurempi kuin fr-rodulla ($-.15$). Näin suuret negatiiviset korrelaatiot osoittavat, että valinta neliprocenttiseksi muunnetun maidon suhteen on todennäköisesti alentanut maidon valkuaispitoisuutta.

YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää erilaisten ympäristötekijöiden vaikutusta maidontuotantoon sekä maidontuotanto-ominaisuuksien periytymisasteita ja keskinäisiä yhteyksiä. Aineistona käytettiin vuosina 1981- 83 syntyneiden ay- ja fr-rotuisten ensikkojen ensimmäisen 305-päivän tuotostietoja.

Rodut analysoitiin erikseen. Analysoitavia muuttujia olivat maitotuotos, rasvatuotos, rasvapitoisuus, valkuaisuus, valkuaispitoisuus, neliprosenttiseksi muutettu maitotuotos, valkuais-rasva -suhde sekä nestemäärä.

Tutkittavia kiinteitä tekijöitä olivat poikimavuosi ja -vuodenaika, poikimaikä, tyhjäkauden pituus ja erilaiset ruokinnat sekä ay-rodulla isän syntymävuosi ja fr-rodulla isän alkuperä. Kiinteiden tekijöiden vaikutusta tutkittiin pienimmän neliösumman varianssianalyysillä ja vaikutusten tilastollinen merkitsevyys testattiin F-testillä.

Periytymisasteita ja keskinäisiä korrelaatioita laskettiin rotujen kokonaisaineistojen lisäksi myös nuorsonnien jälkeläisille sekä kokeeksi myös valiosonnien jälkeläisille. Lisäksi tutkittiin karjan tuotostason vaikutusta periytymisasteisiin.

Poikima-aika vaikutti erittäin merkittävästi kaikkiin maidontuotanto-ominaisuuksiin molemmilla roduilla. Syyspoikivilla eläimillä oli odotetusti korkeimmat kilotuotokset ja kevätpoikivilla alhaisimmat. Kesällä poikineilla lehmillä oli korkein valkuaispitoisuus. Valkuais-rasva -suhde oli paras touko-kesäkuussa poikineilla lehmillä.

Poikimaikä vaikutti ay-rodulla erittäin merkittävästi kaikkiin tutkittuihin ominaisuuksiin. Poikimaiän noustessa kaikki kilotuotokset nousivat aina 33 kuukauden ikään saakka. Samoin maidon pitoisuudet kohosivat poikimaiän noustessa.

Tyhjäkauden pituus vaikutti rasvapitoisuutta ja valkuaisrasva -suhdetta lukuunottamatta merkitsevästi eri ominaisuuksiin.

Eri ruokinnoilla oli erittäin merkitsevä vaikutus kaikkiin maidontuotanto-ominaisuuksiin lukuunottamatta friisiläislehmien maidon valkuaispitoisuutta. Väkirehutasen noustessa nousivat myös kilotuotokset, mutta rasvapitoisuus oli korkein alhaisella väkirehutasolla. Valkuaispitoisuus kohosi väkirehumäärän noustessa. Säilörehun osuuden kasvaessa suhteessa heinä määrään kohosivat kaikki tuotanto-ominaisuudet.

Valiosonnien jälkeläisillä oli korkeimmat maitotuotokset, mutta samalla alhaisimmat valkuaispitoisuudet. Fr-rodun tuontiosonnien jälkeläisillä oli rotunsa parhaat maitotuotokset, mutta myös alhaisimmat valkuaispitoisuudet.

Tästä aineistosta saadut periytymisasteet olivat ay-rodulla seuraavat: maitotuotos 0.27, rasvatuotos 0.21, valkuais-
tuotos 0.17, rasvapitoisuus 0.40 ja valkuaispitoisuus 0.50. Fr-rodun periytymisasteen arviot olivat näitä hieman alempia. Tuotostaso vaikutti odotetusti periytymisasteisiin eli tuotostason noustessa myös periytymisasteet nousivat.

Tässä tutkimuksessa saadut korrelaatiot eri ominaisuuksille poikkesivat jonkin verran kirjallisuudessa esitetyistä arvoista. Varsinkin maitotuotokselle ja maidon pitoisuuksille saatiin tavallista suuremmat negatiiviset korrelaatiot.

Nykyisin valintaperusteena käytetyn valkuaiustuotoksen ja muiden maidontuotanto-ominaisuuksien välisistä geneettisistä korrelaatioista voidaan päätellä, kuinka eri ominaisuudet tulevat tulevaisuudessa muuttumaan. Korrelaatioista johtuen todennäköinen kehitys on sellainen, että valkuaiustuotoksen kasvaessa myös maitotuotos ja rasvatuotos kasvavat. Maidon rasvapitoisuus alenee ja ainakin fr-rotuisten lehmien maidon valkuaispitoisuus nousee. Ay-rodulla valkuaispitoisuuden

muuttumista on vaikea ennustaa. Kokonaisaineistosta lasket-
tuna valkuaistuotoksen ja valkuaispitoisuuden välinen ge-
neettinen korrelaatio oli lievästi negatiivinen, mutta nuor-
sonnien jälkeläisille laskettuna positiivinen.

Maidon pitoisuuksiin vaikuttavat monet eri tekijät, joihin vaikuttamalla olisi mahdollista muuttaa maidon koostumusta haluttuun suuntaan. Laktaatiokauden vaiheen aiheuttamille muutoksille ei luonnollisestikaan voi mitään, eikä juuri vuodenaikaisvaihtelullekaan, mutta ruokinnalla voidaan vai-
kuttaa varsinkin rasvaprosenttiin. Valkuaispitoisuuden ko-
hottaminen ruokintaa muuttamalla on vaikeaa, jolleivät eläi-
met ole kärsineet valkuaisen tai energian puutetta. Maidon
pitoisuuksien periytymisasteet ovat melko korkeita, mikä
mahdollistaa niiden muuttamisen jalostusvalinnalla. Valinta
valkuaispitoisuuden mukaan olisi ainoa varma tapa kohottaa
maidon valkuaispitoisuutta. Valitettavasti tällainen valinta
korrelaatioista johtuen alentaishi voimakkaasti maito- ja
valkuaistuotoksia.

KIRJALLISUUS

- Ali-Yrkkö, S. 1982. Maitorasva ravitsemuksessa. Viri Lactis 4/82. s. 28 - 39.
- Anon., 1986. Avelsvärdering av tjurar i Danmark, Finland, Norge och Sverige. En redogörelse från NBCs arbetsgrupp angående samordning av avelsvärdering av tjurar 1986. Nordes Bondeorganisationers centralråd branschkommitte husdjur. Rapport 1.
- Antila, P. 1980. Uusinta tietoa maidosta. Karjatalous 9/80: 42 - 45.
- Antila, V. 1974. Maidon proteiinit. Valtion ravitsemusneuvottelukunnan proteiiniseminaarissa pidetty esitelmä. Karjantuote 6-7/74. s. 10 - 11.
- Barnard, C. S., Halley, R. J. ja Scott, A. H. 1970. Milk production. Lontoo. 254 s.
- Bartsch, B. D., Graham, E. R. B. ja Mc Lean, D. M. 1979. Protein and fat composition and some manufacturing properties of milk from dairy cows fed on hay and concentrate in various rations. Austr. J. Agric. Res. 30: 191 - 199.
- Bergmann, J. 1969. Der Eiweissgehalt in der Milch des schweizerischen Braunviehs. Zuchterische Grundlagen für die Einbeziehung des Eiweissgehaltens in die Selektion. Diss., Kiel. 133 s.
- Butcher, D. F., Sargent, F. D. ja Legates, J. E. 1967. Estimates of genetic parameters for milk constituents and yields. Ibid., 50: 185 - 193.
- Castle, M. E. ja Watson, J. N. 1984. Silage and milk production: a comparison between concentrates containing different amounts of protected protein as supplements for silage of high digestibility. Grass and Forage Science 39, 93 - 99.
- Chalmers, J. S. ja Thomas, P. C. 1978. The effect of the level of feeding and composition of the diet on the yield and composition of protein in the milk of Ayrshire cows. Proc. 20th Int. Dairy Congress (Paris), 59.
- Chamberlain, D. G. ja Thomas, P. C. 1982. Effect of intravenous supplements of L-methionine on milk yield and composition in cows given silage cereal diets. J. Dairy Res. 49. 25 - 28.
- Christensen, K. 1968. Relationship between milk composition and yield of milk, fat and protein in Red Danish cattle. Anim. Prod. 10: 445 - 450.

- Danell, B. 1981. Evaluation of sires of first-lactation yield of swedish dairy cattle. Sveriges lantbruksuniversitetets rapport 51. Uppsala.
- Davies, D. T., Holt, C., ja Christie, W. W. 1983. The composition of milk. Teoksessa: Biochemistry of lactation. Toim. Mepham, T. B., s. 80 - 117. Elsevier, Amsterdam.
- Emery, R. S. 1978. Feeding for increased milk protein. J. Dairy Sci. 61: 825 - 828.
- Ettala, E. 1976. Factors affecting the composition of milk. Annales Agric. Fenniae, vol. 15: 196 - 213.
- Evans, E., Buchanan-Smith, J. G., MacLeod, G. K. ja Stone, J. B. 1975. Glucose metabolism in cows fed low- and high-roughage diets. J. Dairy Sci. 58: 672 - 677.
- Foley, R., Bath, D. L., Dickinson, F. N. ja Tucker, H. A. 1972. Dairy cattle: principles, practices, problems, profits. 693 s.
- Gacula, M. C., Gaunt, S. N. ja Damon, R. A. 1968. Genetic and environmental parameters of milk constituents for five breeds II. Some genetic parameters. J. Dairy Sci. 51: 438 - 444.
- Gordon, J. F. ja Forbes, T. J. 1970. The associative effect of level of energy and protein intake in the dairy cow. J. Dairy Res. 37, 481 - 491.
- Ha, J. K. ja Kennelly, J. J. 1984. Effect of Protein on Nutrient Digestion and Milk Production by Holstein Cows. J. Dairy Sci. 67: 2302 - 2307.
- Hayes, J. F., Ng-Kwai-Hang, K. F. ja Moxley, J. E. 1984. Heritability of milk casein and genetic and phenotypic correlations with production traits. J. Dairy Sci. 67, 841 - 846.
- Hodgson, J. C. ja Thomas, P. C. 1976. A relationship between the molar proportion of propionic acid and the clearance rate of the liquid phase in the rumen of the sheep. Br. J. Nutr: 33: 447 - 456.
- Jager, D. de ja Kennedy, B. W. 1986. Genetic parameters of milk yield and composition and their relationships with alternative breeding goals. J. Dairy Sci. 70: 1258 - 1266.
- Kaartinen, L. 1986. Utaretulehduksen aiheuttamat muutokset maidossa. Teoksessa: Utareen sairaudet (toim. M Sandholm ja L. Kaartinen). s. 77 - 79.
- Karras, K. ja Schlote, W. 1982. Ergebnisse von Populationsanalysen für die Milchleistung in verschiedenen Laktationen beim Fleckvieh. Zuchtungskunde 54: 165 - 172.

- Kossila, V. 1974. Ruokinnan vaikutus maidon koostumukseen ja ravintoarvoon. Karjantuote 8/74. s. 10 - 12.
- Lindström, U. B. 1969. Genetic change in milk yield and fat percentage in artificially bred populations of Finnish dairy cattle. Acta Agric. Fenn. 114, 128 s.
- Lintukangas, S. 1977. Erilaisten virhelähteiden ja erityisesti maantieteellisen alueen vaikutus ay-sonnien jälke läisarvosteluun. Kotieläinjalostuksen tiedote no 15. 114 s.
- Maatilahallitus, 1987. Tilastoa Suomen karjantarkkailutoiminnasta
- Maatilahallitus, 1988. Karjantarkkailutilasto 1987. Helsinki.
- Maatilahallitus, 1989. Karjantarkkailutilasto 1988. Helsinki.
- MacLeod, G. K., Grieve, D. G. ja MacMillan, I. 1983. Performance of first lactation dairy cows fed complete rations of several rations of forage to concentrate. J. Dairy Sci. 66. 1668 - 1674.
- Maijala, K. 1974. Maidon valkuais-rasva -suhde jalostustavoitteena. Karjatalous 2/75.
- Maijala, K. ja Hanna, M. 1974. Reliable phenotypic and genetic parameters in dairy cattle. Proc. 1st world congress on genetics applied to livestock production. Madrid 7. -11. October 1974.
- Mantere-Alhonen, S. 1986. Maidon koostumus. Teoksessa: Utareen sairaudet (toim. M Sandholm ja L Kaartinen.) s. 31 - 38.
- Meisterjahn, R. 1981. Umweltabhängigkeit, genetische Parameter und Selektionswürdigkeit des Eiweißgehalt der Milch. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Landwirtschaft (Dr. agr.) der Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn.
- O'Connor, L. K. 1969. Genetic improvement of milk protein in dairy cattle. Proc. 2nd World Conf. Anim. Prod. 1968: 498 - 499.
- Oldham, J. D. ja Sutton, J. D. 1979. Milk composition and the high yielding cow. Teoksessa: Feeding strategy for the high yielding dairy cow. (toim. W H Broster ja H Swan). s. 114 - 147. Butterworth, Lontoo.
- Pape, H. C., Claus, J. ja Kalm, E. 1983. Schätzung genetischer Parameter in aufeinanderfolgenden Laktationen beim Angler Rind in Schleswig-Holstein. 1. Mitteilung: Schätzung von Heritabilitäten. Zuchtungskunde 55: 14 - 23.

- Pedersen, J. 1980. Forlaengelse af dellaktationer. 503. Beretning fra Statens Husdyrbruksforsog, Kobenhavn, 150 s.
- Pedersen, J. 1985. Miljomaessige og genetiske parametre for proteinydelsen hos RDM, SDM og Jersey. 586. Beretning fra Statens Husdyrbruksforsog, Kobenhavn, 111 s.
- Renner, E. ja Kosmack, U. 1975. Genetische Aspekte zum Eiweissgehalt und zu den Eiweissfraktionen in der Milch. I. Eiweissgehalt Zkne. 47, 182 - 197.
- Rook, J. A. F. ja Thomas, P. C. 1980. Principles involved in manipulating the yield and concentrations of constituents of milk. In international Dairy Federation Bulletin 125, 66 - 72.
- Rook, J. A. F. ja Thomas, P. C. 1983. Milk secretion and its nutritional regulation. In nutritional physiology of Farm Animals. 314 s. Longman, Lontoo.
- Ros, A. 1971. Mjölakens sammansättning ur avelssynpunkt (Composition of milk from a breeding point of view). Swed. with engl. summ. SHS Medd. 41:110 s.
- Schmidt, G. H. ja Van Vleck, L. D. 1974. Principles of Dairy Science. W. H. Freeman and Company. San Francisco. 558 s.
- Spörndly, E. 1986. Effects of diet to dairy cows on milk protein content. Sveriges lantbrukuniversitets rapport 159. Uppsala.
- Strandberg, E. 1985. Estimation procedures and parameters for various traits affecting lifetime milk production: a review. Sveriges lantbruksuniversitets rapport 67. Uppsala.
- Swan, H. 1979. Physiology of lactation and reproduction. Teoksessa: feeding strategy for high yielding dairy cow. (toim. W H Broster ja H Swan) Butterworths, Lontoo.
- Syrjäälä-Qvist, L. 1984. Ruokinnan vaikutus kotieläintuotteiden koostumukseen. Maataloushallinnon Aikakausi Kirja 2: 1 - 8.
- Syrstad, O. 1966. Studies on dairy herd records IV. Estimates of phenotypic and genetic parameters. Acta Agric. Scand. 16: 79 - 96.
- Syväjärvi, J. 1981. Nasta - uusi suomalainen arvostelujärjestelmä. Kotieläinjalostuksen tiedote no 47. Helsinki.
- Tamminga, S. 1982. Protein metabolism in ruminants special reference to forage protein utilization. In Forage Protein Conservation and Utilization. Commission of the European Communities, Bussels.

Tesfa, A. T. 1985. Nutritional influence on fat and protein composition of milk. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen tiedote no 7.

Thomas, P. C. 1983. Milk protein. Proc. Nutr. Soci. 42: 407 - 418.

Van Vleck, L. D. 1966. Change in variance components associated with records with time and increase in mean production. J. Dairy Sci. 49; 36 - 40.

Vilva, V. 1989. WSYS-ohjelmisto. Helsingin Yliopiston Kotieläinten jalostustieteen laitos. Helsinki.

LIITE 1

Eläinten jakautuminen eri maatalouskeskuksiin ja keskimääräiset tuotantotulokset maatalouskeskuksittain (ay-rotuiset ensikot niistä karjoista, joista oli ruokintatiedot saatavilla).

maatalouskeskus	hav	mkg	rkg	r-%	vkg	v-%
1 Uusimaa	4 924	5132	226	4.23	165	3.23
2 Nyland	1 503	5142	226	4.41	165	3.23
3 Varsinais-Suomi	5 777	5199	226	4.38	164	3.17
5 Satakunta	4 869	4936	216	4.39	158	3.20
6 Pirkanmaa	5 197	5203	232	4.47	167	3.21
7 Häme	6 891	5177	229	4.45	167	3.23
8 Itä-Häme	4 666	5322	234	4.41	172	3.25
9 Kymenlaakso	6 173	4836	218	4.53	155	3.21
10 Etelä-Karjala	5 080	5018	223	4.47	162	3.23
11 Mikkeli	9 226	4941	219	4.46	159	3.22
12 Kuopio	16 863	4961	226	4.57	162	3.27
13 Pohjois-Karjala	7 747	4964	222	4.50	161	3.24
14 Keski-Suomi	6 800	4993	225	4.52	163	3.27
15 Etelä-Pohjanmaa	12 846	5017	221	4.43	162	3.23
16 Österbotten	1 097	4951	217	4.41	157	3.17
17 Keski-Pohjanmaa	8 116	5055	227	4.52	163	3.24
18 Oulu	13 078	4842	220	4.56	157	3.25
19 Kainuu	3 157	4966	224	4.53	160	3.22
20 Lappi	3 956	5060	220	4.38	161	3.19
21 Perä-Pohjola	854	4961	213	4.31	157	3.18

LIITE 2: Ominaisuuksien keskiarvot ja keskihajonnat

Rotu	Ominaisuus	Nuorsonnien jälk.			Valiosonnien jälk.		
		lkm	\bar{X}	s	lkm	\bar{X}	s
Ay	Maito kg	65938	4903	887	58845	5141	970
	Rasva kg		219	40		229	43
	Rasva-%		4.49	0.46		4.47	0.46
	Valk. kg		159	28		165	31
	Valk.-%		3.24	0.21		3.22	0.21
Fr	Maito kg	13601	5009	937	10525	5092	995
	Rasva kg		204	40		211	41
	Rasva-%		4.08	0.41		4.17	0.42
	Valk. kg		156	29		160	31
	Valk.-%		3.11	0.19		3.15	0.19

LIITE 3: Periytymisasteet (h^2) ja keskivirheet (Se)
(tulokset on laskettu valiosonnien jälkeläisille)

Ominaisuus	Ay		Fr	
	h^2	Se	h^2	Se
Maito kg	0.28	0.03	0.28	0.06
Rasva kg	0.16	0.02	0.12	0.03
Rasva-%	0.36	0.04	0.41	0.08
Valk. kg	0.17	0.02	0.23	0.05
Valk.-%	0.46	0.05	0.44	0.08
4%-maito kg	0.19	0.02	0.16	0.03
valk./rasva	0.22	0.02	0.30	0.06
neste*	0.30	0.03	0.29	0.06

* neste = maito kg - rasva kg - valk. kg

LIITE 4: OMINAISUUKSIEN VÄLISIÄ KORRELAATIOITA AY-RODULLA
 Fenotyyppiset (alakolmio) ja Genotyyppiset (yläkolmio)
 (tulokset on laskettu valiosonnien jälkeläisille)

	Mkg	rkg	r-%	vkg	v-%	Mkg4%	V/R	neste
Mkg	.64 ±.05	-.66 ±.05	.84 ±.02	-.68 ±.02	.88 ±.02	.26 ±.08	.99 ±.00	
Rkg	.75	.15 ±.08	.73 ±.04	-.18 ±.08	.93 ±.01	-.38 ±.07	.61 ±.05	
r-%	-.35	.34	-.39 ±.07	.70 ±.04	-.24 ±.08	-.72 ±.04	-.69 ±.04	
Vkg	.91	.79	-.17	-.18 ±.08	.86 ±.02	.36 ±.07	.83 ±.03	
v-%	-.31	-.01	.44	.11	-.45 ±.06	.00 ±.08	-.70 ±.04	
Mkg4%	.90	.96	.09	.88	-.13	-.10 ±.08	.87 ±.02	
V/R	.18	-.38	-.79	.26	.18	-.18	.28 ±.07	
neste	.99	.73	-.38	.89	-.34	.88	.20	

LIITE 5: OMINAISUUKSIEN VÄLISIÄ KORRELAATIOITA FR-RODULLA
 Fenotyyppiset (alacolmio) ja genotyyppiset (yläkolmio)
 (Tulokset on laskettu valiosonnien jälkeläisille)

	Mkg	rkg	r-%	vkg	v-%	Mkg4%	V/R	neste
Mkg	.59 ±.11	-.74 ±.08	.86 ±.04	-.49 ±.12	.89 ±.03	.55 ±.11	.99 ±.00	
Rkg	.77	.10 ±.16	.68 ±.09	.01 ±.17	.90 ±.03	-.10 ±.17	.57 ±.11	
R-%	-.31	.35	-.50 ±.12	.60 ±.10	-.35 ±.15	-.78 ±.06	-.76 ±.07	
Vkg	.91	.80	-.15	.03 ±.16	.86 ±.04	.66 ±.10	.84 ±.05	
V-%	-.29	-.01	.42	.11	-.26 ±.15	.02 ±.16	-.51 ±.12	
Mkg4%	.91	.96	.10	.89	-.13	.25 ±.16	.87 ±.04	
V/R	.15	-.38	-.79	.24	.20	-.19	.56 ±.11	
neste	.99	.75	-.34	.90	-.31	.90	.17	

KOTIELÄINJALOSTUKSEN TIEDOTE-SARJASSA ILMESTYNYT:

1. UUSITALO, H. , 1975. Valintaindeksien rakentaminen kanojen jalostusarvostelua varten. *Lisensiaattityö*, 119 s.
2. RUOHOMÄKI, H. , 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 arvioitun 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., PUNTILO, M.-L., VARO, M. ja LAAKSO, P. , 1976. Sonniemittauksia yksilötestausasemilla. 45 s.
10. HELLMAN, T., OJALA, M. ja VARO, M. , 1976. Ultraäänikuvauksen käyttö pössien yksilöarvostelussa. 15 s.
11. LINDSTRÖM, U. , 1976. Voidaanko jalostuksella vaikuttaa utaretulehdusalttiuteen? 19 s.
12. RUOHOMÄKI, H. ja HAKKOLA, H. , 1976. Lihantuotantokokeiden tuloksia. 15 s.
13. Lammaspäivä 2.2.1977. 21 s.
14. JOKINEN, L. ja LINDSTRÖM, U. , 1977. Pillereiden ei-uusintatulokset 4 vuoden säilytyksen jälkeen verrattuna tuloksiin 1 vuoden säilytyksen jälkeen. 12 s.
15. LINTUKANGAS, S. , 1977. Eriolaisten virhelähteiden ja erityisesti tuotoston ja maantieteellisen alueen vaikutus Ay-sonniem jälkeläisarvosteluun. *Pro gradu-työ*, 114 s.

16. MAIJALA, K. ja SYVÄJÄRVI, J. , 1977. Mahdollisuudesta kehittää monisyntyttävää nautakarjaa valinnan avulla. 23 s.
- 17a.-d. Rehuhyötysuhdetta käsittelevät esitelmät. *Suomen Maataloustieteellisen Seuran kokous 26.1.1977,*
18. RUOHOMÄKI, H. , 1977. Erirotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160 kilon teuraspainossa. 12 s.
19. Nauta- ja sikapäivä 14.11.1977. 23 s.
20. LINDSTRÖM, U. , 1978. Maidon valkuainen. 13 s.
21. HELLMAN, T. ja OJALA, M. , 1978. Karjujen ultraäänikuvaus. 23 s.
22. LINDSTRÖM, U. , 1978. Jalostuksella terveempiä eläimiä. 21 s.
23. RUOHOMÄKI, H. , 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, M. , 1978. Kasvatusasematoiminnasta Tanskassa. *Matkakertomus,* 27 s.
27. RUOHOMÄKI, H. , 1978. Lihanautakokeiden tuloksia II. 19 s.
28. LINDSTRÖM, U. , 1978. Pihvisonnien käyttö lypsykarjoissa. 14 s.
29. LAMPINEN, K. , 1978. Poikimaväli ja/tai siemennysten määrä tiineyttä kohti lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa. *Pro gradu-työ,* 86 s.
30. MROUÉ, B. , 1979. Pässien yksilökokeen käyttöarvo kasvuominaisuuksien arvostelussa. *Lisensiaattityö,* 150 s.
31. BONSDORFF, M. VON, NÄSI, M., SEPPÄLÄ, J., HELLMAN, T. ja KENTTÄMIES, H. , 1979. *Selostus nautakarjatalouden jatkokoulutuskurssista "The Management and Breeding of Cattle", Edinburgh - Aberdeen 7.-20.5.1978,* 79 s.
32. RUOHOMÄKI, H. , 1979. Lihanautakokeiden tuloksia III. 26 s.
33. KALLIO, M. , 1979. Sperman määrän ja laadun perinnöllisyydestä Salpausselän Keinosiemennysyhdistyksen sonneilla. *Laudaturtyö,* 110 s.
34. KATAJAMÄKI, U. , 1979. Yksilöarvostelun mahdollisuudet suomenlampaan lihantuotantokyvyn jalostamisessa. *Pro gradu-työ,* 83 s.

35. LAHDENRANTA, M. , 1979. Emien vaikutus oriiden juoksijajälkeläisarvosteluun suomenhevosella. *Pro gradu-työ*, 145 s.
36. LINDSTRÖM, U. , 1979. Kohti pehmeämpää teknologiaa ruoantuotannossa. 11 s.
37. LINDHOLM, S. , 1979. Suomalaisien lehmien lypsettävyys ja siihen vaikuttavat tekijät. *Laudaturtyö*, 51 s.
38. LEUKKUNEN, A. , 1979. Pahnuekoko ja porsimisväli emakon hedelmällisyyden kuvaajina keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelussa kenttäaineiston perusteella arvioituna. *Pro gradu-työ*, 72 s.
39. PUNTILA, M.-L. , 1979. Ultraäänimittaukset nuorten sonnien teuraslaata arvioitaessa. *Pro gradu-työ*, 97 s.
40. RUOHOMÄKI, H. , 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-työ*, 90 s.
44. RUOHOMÄKI, H. , 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, H. , 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, L., BOMAN, M. ja MOISIO, S. , 1981. Lammastalouden rakenne ja merkitys elinkeinona Suomessa. 25 s.
50. LEUKKUNEN, A. , 1982. Keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelu tyttärien porsimistulosten perusteella. *Lisensiaattityö*, 88 s.
51. LAURILA, T. , 1982. Kilpailutulosten käyttö ratsuhevosten suorituskyvyn mittaamisessa. *Pro gradu-työ*, 84 s.
52. LINDSTRÖM, U. , 1982. Merkkigeenien ja -aineiden käyttöarvosta kotieläinjalostuksessa. 13 s.
53. LEUKKUNEN, A. , 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, H. , 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.
59. KUOSMANEN, S. , 1983. 305-pv:n maitotuotoksen ennustaminen osatuo-
tostietojen perusteella. *Pro gradu-työ*, 100 s.
60. HEISKANEN, M.-L. , 1983. Hevosen keinosiemennys tuore- ja pakastes-
permalla. *Pro gradu-työ*, 63 s.
61. MARKKULA, M. , 1984. Kanojen yleiseen sairaudenvastustuskykyyn liit-
tyviä tekijöitä. 24 s.
62. MÄNTYSAARI, E. , 1984. Valintaindeksi jälkeläisarvosteltujen keinosie-
mennyssonnien kokonaisjalostusarvon kuvaajana. *Pro gradu-työ*, 86 s.
63. LAUKKANEN, H. , 1984. Maidon sähkönjohtokykyyn vaikuttavat tekijät ja
johtokyvyn käyttömahdollisuuksista utaretulehduksen vastustamisessa.
Pro gradu-työ, 68 s.
64. SYVÄJÄRVI, J. , 1984. Tutkimuksia maitorotuisten sonnien jälkeläisar-
vostelun varmistamiseksi ja monipuolistamiseksi. *Lisensiaattityö*, 14 s.
*LIITE: Tarkkailulehmien maidon solupitoisuuden vaihtelu ja yhteys mai-
dontuotantoon.* 78 s.
65. MAIJALA, K. , 1984. Ulkomaisia kokemuksia suomenlampaasta ja sen
risteytyksistä. 27 s.
66. ARONEN, P. , 1985. Liharotuisten nautojen painoihin vaikuttavista teki-
jöistä ja painojen korjaamisesta. *Pro gradu-työ*, 80 s.
67. JUGA, J. , 1985. Karjansisäinen lehmien arvostelu. *Pro gradu-työ*, 93 s.
68. HIMANEN, A. , 1985. Tilatason jalostussuunnitelmien toteutuminen. *Pro
gradu-työ*, 45 s.
69. SEVÓN-AIMONEN, M.-L. , 1985. Risteytysvaikutus sikojen tuotanto-
ominaisuuksissa. *Pro gradu-työ*, 89 s.
70. SAASTAMOINEN, M. , 1985. Lypsylehmän karkearehun syönti- ja hyväk-
sikäyttökyvyn jalostusmahdollisuudet. *Pro gradu-työ*, 76 s.
71. FALCK-BILLANY, H. , 1985. Cellalets samt vissa polymorfa proteiners
användbarhet vid avel för mastitresistens. *Pro gradu-työ*, 54 s.

72. FALCK-BILLANY, H. ja MAIJALA, K. , 1985. Jalostusvalinnan mahdollisuudet muuttaa maidon rasva- ja valkuaiskoostumusta. 38 s.
- 73a. OJALA, M. , 1986. Use of race records for breeding evaluation of trotters in Finland. *Väitöskirja*, 18 s. , 4 liitettä.
- 73b. OJALA, M. , 1986. Use of race records for breeding evaluation of trotters in Finland. *Väitöskirjan lyhennelmä*, 18 s.
74. SÄYNÄJÄRVI, M. , 1986. Sukusiitoskertoimet suomalaisessa ayrshirepopulaatiossa ja sukusiitoksen vaikutukset eri ominaisuuksiin. *Pro gradu-työ*, 59 s.
75. PYLVÄNÄINEN, H. , 1987. Ravikilpailuominaisuuksien perinnölliset tunnusluvut eri ikävuosina ja ikävuosien välillä. *Pro gradu-työ*, 87 s.
76. LAMPINEN, A. , 1987. Maitorotuisten keinosiemennyssonnien kasvukyky ja sen arvostelu. *Pro gradu-työ*, 79 s.
77. ALASUUTARI, T. , 1987. Maitorotuisten sonnien tyttären karsiintuminen ja sonnien jalostusarvojen toistuvuus. *Pro gradu-työ*, 127 s.
78. TIKKANEN, S. , 1987. Minkin pentuekoon periytyvyys. *Pro gradu-työ*, 46 s.
79. TUORI, M. , 1987. Lypsykäyrän muotoa kuvaavien tunnuslukujen ja lypsykauden tuotosten toistuvuus Viikin karjassa. *Laudaturtyö*, 65 s.
80. MÄNTYAHO, M. , 1988. Maidon rasvahappokoostumukseen vaikuttavista tekijöistä. *Pro gradu-työ*, 82 s.
- 81a. SIRKKOMAA, S. , 1988. Use of inbreeding to increase the response to selection. *Väitöskirja*, 29 s. , 5 liitettä.
- 81b. SIRKKOMAA, S. , 1988. Use of inbreeding to increase the response to selection. *Väitöskirjan lyhennelmä*, 29 s.
82. SIRKKOMAA, S. ja OJALA, M. , 1988. Geeniteknologian hyväksikäyttömahdollisuudet kotieläinjalostuksessa. 50 s.
83. LIUTTULA, M. , 1988. Lammastarkkailun tulosten käyttömahdollisuudet lampaanjalostuksessa. *Pro gradu-työ*, 92 s.
84. RAJAKANGAS, A.-M. , 1988. Lypsylehmien rakenneominaisuuksien perinnölliset tunnusluvut. *Pro gradu-työ*, 75 s.
85. VOUTILAINEN, U. , 1989. Punnitustarkkailun tulosten käyttömahdollisuudet lihakarjan jalostuksessa. *Pro gradu-työ*, 72 s.
86. UKKONEN, M. , 1989. Lypsettävyysominaisuuksien vaihteluun vaikuttavat tekijät ja perinnölliset tunnusluvut. *Pro gradu-työ*, 79 s.
87. MAIJALA, K. , 1989. Naudan geenikartoitus. 17 s.

88. RAUKOLA, I. , 1990. Sonniem sperman määrä- ja laatutekijöiden yhteydet ja niiden vaihteluun vaikuttavat tekijät. *Pro gradu-työ*, 60 s.
89. KORHONEN, T. , 1990. Maidon laktoosipitoisuuteen vaikuttavat tekijät sekä laktoosipitoisuuden yhteydet solulukuun ja maidon muihin aineisiin. *Pro gradu-työ*, 63 s.
90. TORNIAINEN, P. , 1991. Maidon aineosien vaihteluun vaikuttavat tekijät ja perinnölliset tunnusluvut Suomen lypsykarjaroduissa. *Pro gradu-työ*, 71 s.

ISBN 951-45-5850-2

ISSN 0356-1429

Helsinki 1991

Yliopistopaino