

Pässien yksilökokeen käyttöarvo kasvuominaisuuksien arvostelussa

Becher Mroué
Kotieläinten jalostustieteen laitos

Helsinki 1979

Julkaisijat:

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

PÄSSIEN YKSILÖKÖKEEN KÄYTTÖARVO
KASVUOMINAISUUKSIEN ARVOSTELUSSA

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

	Sivu
A. JOHDANTO	1
B. YKSILÖKOE	3
1. Koejärjestelmä	5
2. Ruokinta	6
3. Mittaukset	7
4. Soveltaminen	7
C. TESTATTUJEN OMINAISUUKSIEN YKSILÖARVOSTELU	10
1. Kasvuominaisuudet	10
1.1. Sikiön kasvu	10
1.2. Syntymäpaino ja kasvu ennen vieroitusta	11
1.3. Isän vaikutus syntymäpainoon	14
1.4. Emän maitotuotoksen vaikutus karitsan kasvuun	16
1.5. Vieroituspaino	21
1.6. Vieroituksen jälkeinen kasvu	26
2. Elävän eläimen mittaaminen	31
3. Rehunkäytön tehokkuus arvosteluperusteena lampaiden yksilökokeissa	36
D. GENOTYYPIN JA YMPÄRISTÖN YHDYSAVAIKUTUS JA NIIDEN VAIKUTUKSET	
VALINTAAN	39
1. Korjaustekijöiden käyttö ympäristövaikutusten elimi- noinnissa	45
E. RUHONPIIRTEET	49
F. LAMPAIDEN JALOSTUKSEEN SOPIVAT VALINTAMENETELMÄT	54
1. Yksilövalinta	55
2. Perhevalinta	56
2.1. Perheen sisäinen valinta	57
3. Valinta suomenlampaan jalostuksessa	58
O M A T T U T K I M U K S E T	
A. AINEISTO JA MENETELMÄT	60
1. Koepässit ja niiden kasvattaminen	60
2. Tilastolliset menetelmät	64

B. TULOKSET	69
1. Koepässien fenotyyppi-arvostelun tulokset	69
2. Jälkeläisten fenotyyppi-arvostelun tulokset	76
3. Jälkeläisten fenotyyppi-arvostelun tulokseen vaikuttavat tekijät	78
3.1. Sukupuoli	78
3.2. Syntymäpaikka	85
3.3. Ruokinta	90
3.4. Muut vaikuttaneet tekijät (emän ikä, alkuikä, kasvutyyppi ja loppuikä)	95
4. Isäryhmien välinen muuntelu	96
5. Elävän eläimen mittausten toistaminen	104
6. Askeltavan regressioanalyysin tulokset	105
7. Eri ominaisuuksien heritabiliteetit sekä niiden väliset fenotyyppiset ja geneettiset korrelaatiot	110
TULOSTEN TARKASTELU	121
YHTEENVETO	128
KIRJALLISUUSLUETTELO	129

A. JOHDANTO

Suomessa aikaisemmin tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että suomenlampaiden kasvuominaisuuksissa on suurta perinnöllistä vaihtelua ja että mahdollisuudet sen perinnöllisen kasvukyvyn parantamiseen ovat suhteellisen hyvät muihin rotuihin verrattuna. Suomessa on maitokarjanjalostuksessa pystytty saamaan aikaan huomattavaa edistystä, ja lampaiden geneettisen muutoksen pitäisi olla toteutettavissa yhtä helposti kuin nautakarjan. Suomenlampaat ovat hedelmällisempiä kuin nautakarja ja sukupolvivälit ovat pienempiä. Taloudellisesti tärkeiden ominaisuuksien heritabiliteetit ovat lampailla vähintäänkin yhtä korkeat kuin naudoilla, ja näiden kahden lajin tärkeimpien taloudellisten ominaisuuksien muuntelukertoimet ovat samansuuruisia. Ankarat valinta voidaan tehdä yksilöarvostelun perusteella, ja siksi saavutetaan suurempi edistymisnopeus. Yksilökokeeseen yhdistetty jälkeläiskoe vahvistaa pelkän yksilökokeen tuloksia ja antaa tietoa teurastettujen jälkeläisten teurasominaisuuksista. Suomessa suoritettiin vuonna 1962 suppea yksilökoe, ja vuonna 1975 alettiin suorittaa laajemmassa mitassa yhdistettyä jälkeläis- ja yksilökoetta. Molempien tulokset olivat rohkaisevia, mutta suurimpana esteenä ja vaarana sekä tehokkuuden menetyksen syynä on lampaankasvattajien haluttomuus osallistua yhteistoimintaan, joten koe on vaikea suorittaa koko maassa. Norjassa pässirenkaiden jälkeläiskokeista saatujen hyvien tulosten salaisuutena on ollut juuri lampaankasvattajien yhteistoiminta koko

maassa. Olisi edullista suorittaa monia yksilökokeita eri koekeskuksissa käyttäen suurta karitsajoukkoa, jolloin jokainen lampaankasvattaja voi lähettää yhden tai useampia pääsejään keskuksen. Valitut pässit lähetetään takaisin kotiseudulle, jolloin ne muodostavat alueen pässirenkaan. Tämä toiminta edellyttää lampaankasvattajilta yhteistyöhalua ja konsulenteilta tarpeellisen informaation levittämistä lampaankasvattajien keskuuteen.

B. YKSILÖKOE

Sikojen, lihakarjan ja lampaiden yksilökokeen käyttäminen jalostussuunnitelmissa tarjoaa mahdollisuuden lisätä valinnan perusteena olevien tarkkailutulosten täsmällisyyttä. Standardoiduissa tai yhtäläisissä oloissa pidettyjen eläinten yksilökoe sisältää eläinten arvostelun niiden kasvukyvyyn, rehunkäyttöön, rakenteen sekä villantuotanto- ja lisääntymisominaisuuksien suhteen. Yksilöarvostelun suurin etu on, että eläin voidaan arvostella paljon nuorempana kuin jälkeläisarvostelua käytettäessä. Se lyhentää sukupolvien välistä aikaa ja mahdollistaa pässin käytön siitokseen sen parhaina lisääntymisvuosina. Yksilöarvostelun ansiosta valinta- ja jalostusteho on suurempi (DICKERSON ja HAZEL 1944, SMITH 1965).

Monien tutkimusten mukaan pässien yksilöarvostelu tuottaa hyvin periytyvien ominaisuuksien suhteen ($h^2 \geq 0,25$) nopeamman perinnöllisen edistymisen kuin jälkeläisarvostelu (DICKERSON ja HAZEL 1944, SHELTON ym. 1960, BROADBENT 1962, GJEDREM 1963, HANRAHAN 1976).

Tutkiessaan yksilökoetta lihantuotokseen käytettyjen pässien valintamenetelmänä BROADBENT (1962) teki johtopäätöksen, että kasvukyky ja ruhon laatu ovat tärkeimmät huomioitavat ominaisuudet. Ympäristö, jossa yksilökoe voitiin suorittaa, oli melko rajoitettu verrattuna jälkeläisarvostelun olosuhteisiin. Kun valittavilla ominaisuuksilla on ollut alhaiset periyty-

misasteet tai ne ovat olleet sukupuoleen sitoutuneita, on käytetty mieluummin jälkeläisarvostelua kuin yksilöarvostelua.

GJEDREM (1967) kokosi yleisiä edellytyksiä, joilla jälkeläisarvostelusta saadaan lisätietoa arvosteluun verrattuna muihin valintamenetelmiin:

- 1) arvostelu pidentää sukupolvien välistä aikaa vain hiukan
- 2) tarkasteltavilla ominaisuuksilla on pieni periytymisaste
- 3) ominaisuudet ilmenevät vain toisessa sukupuoleessa
- 4) ominaisuuksia ei voida mitata elävillä eläimillä
- 5) lisääntymiskyky on heikko
- 6) jalostusyksiköt ovat suuria

Isossa Britaniassa on tutkittu ylänkömaan (skotlantil.) lammasta (WILLIAMS 1953, DONEY 1955, ROBERTS ja WILLIAMS 1956) kokeessa, jossa jälkeläisarvostelu villan painon, maitotuo-
toksen ja eläimen vieroituspainon suhteen täydensi yksilö-
valintaa.

COLBURN (1955) tutkiessaan lihantuotantoon soveltuvia (cluns) lampaita käytti valintaperusteena hedelmällisyyttä, maitotuo-
tosta ja kasvukykyä. Koska nämä ominaisuudet periytyvät vain heikosti, hän käytti jälkeläisarvostelua.

Tarve suorittaa valinta lihalampaan ruhon hyvän laadun ja villan tuotoksen suhteen, joilla näyttää olevan alhainen pe-
riytymisaste Uudessa Seelannissa, on ollut jälkeläisarvos-
telun käytön alkuunpanijana (MacMAHON 1940, BARTON ym.
1950, McLEAN 1948). Näiden tutkimusten tulokset ovat useimmissa tapauksissa paljastaneet vain pieniä eroja pässien välillä osoittaen täten, että valinnal-
la voidaan saavuttaa mieluummin tasainen kuin huomattava

edistyminen edellä mainittujen ominaisuuksien jalostuksessa.

Monet tutkijat ovat pohtineet pössien jälkeläisarvostelun käyttämistä valinnan avulla tapahtuvan perinnöllisen edistymisen tehostamisen menetelmänä (WILLIAMS 1953, COLBURN 1955, NICHOLS 1959, COLBURN ja YOUNG 1960, COMMITTEE 1961). Yleinen johtopäätös on jälkeläisarvostelun käytön suosittelu valinnan apukeinona; ajan mittaan jälkeläisarvostelu todennäköisesti lisää tietyssä määrin perinnöllistä edistymistä.

LUSH (1958), DICKERSON ja HAZEL (1944) sekä SKJERVOLD (1968) ovat osoittaneet jälkeläisarvosteluun sisältyvän tiedon tärkeyden, kun periytymisaste on alhainen.

Valinnan käyttöä niin, että se perustuu yksilökokeeseen ja sitä seuraavaan jälkeläisarvosteluun, ovat ehdottaneet

BICHARD ja YALCIN (1964), RØNNIGEN (1970), HANRAHAN (1976) sekä SOLLER ja GENIZI (1967). Viime mainitut päättelivät, että yksilöarvosteluun ja sitä seuraavaan jälkeläisarvosteluun perustuva valinta saattaa lisätä 60 - 70 % valittujen uroseläinten geneettistä paremmuutta, kun periytymisaste on alhainen, mutta lisää sitä vain 20 - 30 %, kun periytyminen on voimakasta.

FIELD ym. (1963) havaitsivat, että yksilöarvostelun ja jälkeläisarvostelun tulosten välillä on voimakas vuorosuhde, kun kyseessä on lisäkasvukyky.

1. Koejärjestelmä

Koeolosuhteissa pässejä voidaan arvostella tietyin aikavä-

lein tehdyin mittauksin. Useimmat kokeet alkavat vieroitettaessa tai pian sen jälkeen ja päättyvät määrätyn ajan kulluttua, tavallisesti eläinten ollessa 150 päivän ikäisiä. Kalifornialaisten jalostajien aloittamaan yksilökoeohjelmaan sisältyy 45 päivän ruokintakoe (BRADFORD 1967). BRADFORD (1967) havaitsi, että 60 päivän iässä tapahtuneen vieroituksen jälkeen pitäisi eri ominaisuuksia mitata 5 - 6 kuukauden iässä. Tulokset, joita arvioivat OLSON ym. (1976) osoittivat, että päivittäinen lisäkasvu 14 - 22 viikon iässä ja ruumiin paino 22 viikon iässä olisivat tärkeimmät valintaperusteet parannettaessa vieroituksen jälkeen tapahtuvaa kasvua. THIELE-WITTIG (1975) totesivat, että arvosteluajanjakson pidentäminen koskemaan eläimiä aina 55 kilon painoisiksi saakka, ei tuonut tärkeää tietoa merkittävästi enemmän kuin eläinten arvostelun rajoittaminen 42 kilon painoon. Karitsoiden varhaisvierotus 6 - 7 viikon ikäisinä ja säännölliset mittaukset viiden kuukauden ikäisiksi mahdollistavat ruotsalaisissa yksilökoeohjelmissa parhaiden pässien käytön 6 - 7 kuukauden ikäisinä (SJÖDIN 1966). WILLIAMS (1968) on koeasemalla testannut pässejä elopainon suhteen 195 - 224 päivän ikään asti. GUTSCHE (1974) tutki Wittenberg-merino-lampaan villan ominaisuuksia yli vuoden ajan. Pääasiallinen kritiikki, joka kohdistui tähän pitkäaikaiseen kokeeseen, johtui kokeen suurista kustannuksista ja valittujen pässien käytöstä melko vanhoina.

2. Ruokinta

Yksilöarvosteluun liittyvien ruokintamenetelmien vaihtelevuus on huomattava paitsi koeasemien välillä myös niiden sisällä.

ROLLINS ym. (1962) esimerkiksi käyttivät koerehuna heinää, mutta kylmällä säällä, tai heinän ollessa huonolaatuista, annettiin lisäksi viljaa. Rajoitettuun ruokintaan perustuvat menetelmät ovat erityisen sopimattomia, koska muuntelu tällöin vähenee (TAYLOR ja YOUNG 1966). Yksilökokeen päämääränä pitäisi olla eläinten välisten perinnöllisten erojen mahdollisimman nopea ja tehokas arviointi fenotyyppin ilmaisemissa puitteissa. Mitä suuremmat ovat erot kokeessa olevien pässien ympäristöolojen välillä, sitä vaikeampaa on saavuttaa tämä päämäärä, koska ominaisuuden periytyminen pienenee.

BROADBENT ja WATSON (1967) havaitsivat kenttäoloissa tehdyissä kokeissaan periytyvyyden alentumista. BROADBENT (1967) osoitti, että koekaritsoihin kenttäoloissa vaikuttaa huomattavasti emän maitotuotos.

3. Mittaukset

Alku- ja loppupaino, keskimääräinen päivittäinen lisäkasvu kokeessa, ikä, rehun syönti ja rehun käyttökyky ovat olennaisia parametrejä. Aika ajoin tapahtuva punnitus auttaa arvioimaan kasvukäyrän muotoa. Koska elopainon ja yksilöarvostelun tulosten välillä on merkittävä yhteys, näitä ominaisuuksia kannattaa mitata.

4. Soveltaminen

Yksilöarvostelusta on hyötyä vain silloin, kun se on yhdistetty valintaan. Ei riitä, että muita paremmat pässit tunniste-

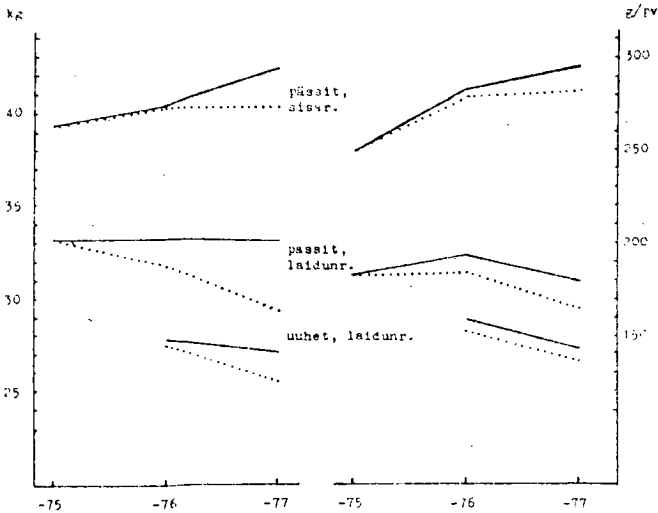
tetaan, vaan niitä täytyy käyttää laajalti ja heikot pässit on poistettava. Suomessa suoritettiin suppeahko yksilöarvostelukoe vuosina 1962 - 1963 ja tulokset olivat lupaavia (MAIJALA 1974). Samantyyppinen koe, mutta laajempaan, aloitettiin Suomessa vuonna 1975. Kokeeseen liittyy myös jälkeläisarvostelu. Ennakkotulokset vuodelta 1977 osoittivat eroja isien ryhmien välillä (kuvio 1) (HELLMAN 1978).

Ruotsissa aloitettiin yhdistetty yksilö- ja jälkeläisarvostelukoe vuonna 1961. Jälkeläisarvosteltavat pässit paritettiin 15 - 20 uuhun kanssa. Kaksosina syntyneet pässikaritsat kuljetettiin koeasemalle ja parhaat niistä valittiin siitokseen kokeen jälkeen, samalla valitut pässit hyödyttivät isien jälkeläisarvostelua ruhon laadun suhteen. Jälkeläisryhmien rinnalla arvosteltiin yksittäisiä pässikaritsaita kokeen ulkopuolelta. Mikäli joku näistä ulkopuolisista pässeistä menestyi kokeessa olevia paremmin, hyväksyttiin se siitokseen kokeen jälkeen (SJÖDIN 1966).

Ryhmä kalifornialaisia jalostajia aloitti vuonna 1963 yksilö- ja jälkeläisarvosteluohjelman. Siihen sisältyi 45 päivän ruokintakoe vähintään viidellä pässikaritsalla jalostajaa kohti ja valinta suoritettiin kasvun perusteella ruokintakokeen lopussa. Parhaista pässeistä 40 % paritettiin kukin 10 uuhun kanssa. 50 % parhaista isistä valittiin saatujen tulosten perusteella.

Vuonna 1965 keskusteltiin Iso-Britanniassa siitä, pystytäänkö yksilökoesuunnitelmia järjestämään tarkoituksenmukaisiksi. Suunnitelman mukaan piti huhtikuussa syntyneitä, mahdollisimman monesta katraasta olevia pässikaritsaita laiduntaa yhdesä yli kahdeksan kuukauden ajan, lokakuun alusta toukokuun

loppuun saakka. Kokeessa arvosteltiin 249 pässivuonaa 130:sta katraasta. Kokeeseen tulevia pässejä ei oltu valittu niin, että ne täyttäsivät normit ja kukin jalostaja sai itse valita eläimensä. WILLIAMS (1968) totesi, että kullakin koeasemalla pitäisi arvostella enemmän karitsoita ja että joko yhdellä tai kahdella koeasemalla pitäisi arvostella yhdessä kaikkien viiden kreivikunnan pässejä. Keskitettyä arvostelua on tutkittu Bangorin yliopiston maatilalla. Kokeessa oli 50 pässivuonaa, 10 kustakin viidestä kreivikunnasta. Kokeen tulokset olivat mielenkiintoisia kreivikuntien välillä olevien eroavuuksien vuoksi.



Kuvio 1. Jälkeläisryhmien keskimääräiset painot ja lisäkasvut vuosittain ja isäryhmittäin. Isien valintatason mukaan: ————— parhaiden isien ja keskin-kertaisten isien jälkeläiset (HELLMAN 1978).

C. TESTATTUJEN OMINAISUUKSIEN YKSILÖARVOSTELU

1. Kasvuominaisuudet

1.1. Sikiön kasvu

Sikiön kasvu johtuu tapahtumasarjasta, joka muuttaa yksisoluisen tsygootin lajille ominaiseksi organismiksi. Alkion kasvaessa solujen määrä kasvaa solujen koon muuttumatta. Hedelmöitymistä seuraavan viikon aikana lampaiden ja naudon sikiöt kehittyvät samalla tavoin (GREEN ja WINTERS 1945). Sen jälkeen sikiöiden kehityksessä eri eläimillä on havaittavissa selvä ero. Voimakkain kasvu sikiökaudella on sikiökalkvojen muodostumisen jälkeen (HAFEZ 1963). Sikiön kasvuun vaikuttavat sikiön genotyyppi ja kohtuympäristö. HAFEZ (1963) totesi kokeissaan, että karitsan genotyypillä oli suurin vaikutus syntymäpainoon, vaikka sikiö-emä-yhdysvaikutus on myös havaittavissa. Emän osuus sikiön koon vaihteluihin on suurempi kuin isän vaikutus. On arvioitu, että emän osuus sikiön koon vaihteluihin on 50 - 75 % (LUSH ym. 1934, VENGE 1950). Suuri emän koko näyttää olevan merkitsevästi korreloitunut sikiön nopean kasvun kanssa. Tämä ilmiö on todettu lampaalla (HUNTER 1956, DICKINSON ym. 1962) ja naudalla (JOUBERT ja HAMMOND 1958, KING ja DONALD 1955). Vertailu risteytettyjen ja puhdassiitetyjen karitsoiden välillä, joiden emät olivat suuria tai pieniä, osoitti, että pienikokoisella pässillä on vähemmän vaikutusta karitsan kokoon, kun emä on suuri, kuin suurella pässillä emän ollessa pieni. Pieni emän koko saattaa alentaa suuren sikiön painoa enemmän kuin suuri

emä sitä lisää, jos perinnöllinen ero koon suhteen on riittävän suuri (DONALD ym. 1962). Emän iän vaikutus on myös ilmeinen. Karitsan syntymäpaino suurenee emän tiineyksien määrän lisääntyessä erityisesti toisena karitsoimiskertana (DICKINSON ym. 1962). Nuoret emät, jotka eivät ole vielä täysikokoisia, tarvitsevat ravintoa myös kasvuunsa sikiön kasvatuksen ohella. Emän rajoitettu ruokinta estää sikiön kasvua. Ravinnon saannilla tiineyden myöhäisessä vaiheessa on huomattava vaikutus karitsan syntymäpainoon (WALLACE 1948, HAMMOND 1932). Pässisikiöt kilpailevat ravinnosta emän kanssa enemmän kuin naaraspuoliset sikiöt (DICKINSON 1960, DONALD ja PURSER 1956). Sikiöiden määrän lisääntyminen tiineysaikana alentaa sikiöajan kasvua yksilöiden välisen kasvukilpailun vuoksi. Yksin syntyneiden karitsoiden syntymäpaino saattaa olla 120 % ja kolmosina syntyneiden paino 90 % kaksosina syntyneiden syntymäpainosta (HAMMOND 1932). Emän ruokintataso tiineyden loppuvaiheessa vaikuttaa enemmän kaksossikiöiden kasvuun kuin yhden sikiön kasvuun (WALLACE 1948, PALSSON ja VERGES 1952)

1.2. Syntymäpaino ja kasvu ennen vieroitusta

Syntymäpainoon vaikuttavat monet tekijät, joita tarkasteltiin sikiöajan kasvua käsiteltäessä. Siihen liittyy läheisesti elinvoimaisuus (WATSON ja ELDER 1961, MOULE 1954) tai emän heikohko maitotuotos alussa (OWEN 1957). DAWES ja PARRY (1965) ovat osoittaneet, että karitsan alhaisella syntymäpainolla on ilmeisesti ratkaisevampi merkitys eloonjäätymisessä kuin muilla eläinlajeilla. Eräs syy miksi syntymäpainon mittaaminen sisällytetään tarkkailuohjelmiin on se, että syntymäpai-

nosta voidaan päätellä kasvu ennen syntymää. Syntymäpainon yhteys sitä seuraavaan kasvuun riippuu huomattavasti syntymäpainon vaihtelun ensisijaisistasyistä. LASLEY ym. (1961) ovat otaksuneet, että monet niistä geeneistä, jotka aiheuttavat vaihtelua kasvussa hedelmöittymisestä syntymään saakka, aiheuttavat vaihtelua myös kasvussa syntymästä vieroitukseen. PHILLIPS ja DAWSON (1937), DEBACA ym. (1956), BROADBENT ja WATSON (1966), BOYD (1969), BERNEY ym. (1975) ja BONATTI ym. (1976) osoittivat, että syntymäpaino on hyvin tärkeä karitsan kasvun vaihtelun syy. BERNEY ym. (1975) havaitsivat, että syntymäpaino ja lisäkasvu ensimmäisen elinkuukauden aikana määräävät vastaavasti 17 ja 30 % kasvun vaihtelusta 90 päivän iässä. Syntymäpainon merkitys vähenee karitsan ikääntyessä. BOYD (1969) osoitti, että syntymäpaino selitti 43,5 % muuntelusta 28 päivän iässä, 31,4 % 56 päivän ja 27,04 % 100 päivän iässä. Syntymäpainon vaikutus on osittain geneettinen. BONATTI ym. (1976) osoittivat, että syntymäpaino selitti vain 18 % geneettisestä muuntelusta 90 päivän iässä. BROADBENT ja WATSON (1966) esittivät, että syntymäpaino selitti 13,8 % muuntelusta teurastusiässä. Yhden naulan lisäys syntymäpainossa alentaa teuraskypsyyssikää neljä päivää. Tämä voimakas yhteys syntymäpainon ja teurasiän välillä voidaan selittää sillä, että karitsat teurastettiin jo neljän kuukauden ikäisinä tai että emillä oli ollut vaikutusta karitsoiden kasvuun. Jotkut niistä geeneistä, jotka aiheuttavat vaihtelua kasvussa hedelmöittymisestä syntymään saakka, vaikuttavat myös kasvutulosten vaihteluun syntymästä vieroitukseen. CJEDREM (1967) totesi syntymää edeltävien vaikutusten vähenevän karitsan kasvaessa. Syntyessä näiden vaikutusten osuus on 100 % ja vieroitettaessa vain 20 %.

Syntymä- ja hoitotyyppi ovat muut ympäristötekijät, jotka aiheuttavat vaihtelua syntymäpainossa (HUNTER 1956, HARRINGTON ja WHITEMAN 1967, DICKERSON ym. 1972, OLSON ym. 1976, THIEFT ja WHITEMAN 1968 ja BOTKIN ym. 1969). Hoitomeneelmästä johtuvat erot karitsoiden painossa pyrkivät lisääntymään neljän kuukauden ikään saakka (HUNTER 1956). Yksin syntyneen karitsan 0,9 kg suurempi syntymäpaino kaksoskaritsoiden syntymäpainoon verrattuna lisääntyi nopeasti 4,5 kilon kasvueroksi vieroituskään mennessä. Samanlaisia tuloksia saivat kokeissaan myös HARRINGTON ja WHITEMAN (1967), THIEFT ja WHITEMAN (1968) ja BOTKIN ym. (1969). OLSONin ym. (1976) koe-tulokset osoittivat, että karitsat, jotka syntyivät ja hoidettiin yksin ja joiden emät olivat 3 - 7-vuotiaita, olivat painavimmat kaiken ikäisinä; ne kasvoivat nopeasti vieroitukseen saakka sekä 10 - 18-viikkoisina, mutta kasvu hidastui 18 - 22-viikkoisina. Kaksos- ja kolmoskaritsoilla, tai joko hyvin nuorien tai vanhojen uuhien karitsoilla, kasvu tasoitui varhaisen iän hitaan kasvun jälkeen. Syntymä-,hoitotyypin ja emän iän absoluuttiset vaikutukset 10-viikkoisen karitsan elopainoon pysyivät myöhemmällä iällä jokseenkin muuttumattomina.

Emän ikä

Emän iän käyräviivaisia vaikutuksia kasvuun syntymästä 10 viikon ikään saakka ovat esittäneet HARRINGTON ym. (1958), HARRINGTON ja WHITEMAN (1967), THIEFT ja WHITEMAN (1968), BOTKIN ym. (1969), DICKERSON ym. (1972), OLSON ym. (1976) se-

kä DASS ja ACHARYA (1970). Viime mainitut havaitsivat, että yli neljävuotiaiden Bikaneri-uuhien karitsoilla oli kaikkein suurin syntymäpaino. OLSON ym. (1976) tutkimusten mukaan Hampshire-rotuisten karitsoiden syntymäpaino lisääntyi emän ikääntyessä viisivuotiaaksi saakka ja pysyi sitten muuttumattomana siihen saakka, kunnes emä saavutti 10 vuoden iän.

Sukupuolen aiheuttamat erot

DONALD ym. (1962) korjasi monia tekijöitä, joilla oli suuri vaikutus syntymäpainoon. Näitä olivat sukupuolten välinen ero, 0,6 naulaa, kaksoset 2,1 naulaa ja ensikaritsointi 2,3 naulaa. Nämä sukupuolen aiheuttamat vaikutukset syntymäpainoon ja kasvukykyyn ovat yhtäpitäviä monien muiden tutkijoiden saamien tulosten kanssa (SINGH ym. 1967, HOLTMAN ja BERNARD 1969, DASS ja ACHARYA 1970, RUTTLE 1971, SIDEWELL ja MILLER 1971, CARTER ym. 1971, DICKERSON ym. 1972, HOHENBOKEN ym. 1976). Pässikaritsat olivat keskimäärin 0,4 naulaa painavampia syntyessään kuin uuhikaritsat. Myös varhaisiän kasvu syntymän ja 24-päivän iän välillä oli pässikaritsoilla voimakkaampaa kuin uuhikaritsoilla (DALTON 1962). Vuosien vaikutukset ovat tärkeitä karitsoiden syntymäpainon vaihtelun lähteitä (SIDEWELL ja MILLER 1971, CARTER ym. 1971, DICKERSON ym. 1972 ja HOHENBOKEN ym. 1976).

1.3. Isän vaikutus syntymäpainoon

Isien vaikutusta syntymäpainoon ovat useinkin sekoittamassa

eroavuudet rotujen välillä, näin on laita esimerkiksi vertailtaessa Hampshire- ja Southdown-rotujen pässejä (KINCAID 1943). Samanrotuisia pässejä keskenään verrattaessa on isien vaikutus todettu, mutta ei samassa määrin kuin eri rotuisia keskenään verrattaessa. BUKENOV (1970) osoitti, että isien osuus karitsoiden syntymäpainon vaihteluun oli 13,3 %. Isänpuoleisten puolisisarten välinen vuorosuhde osoittaa isien vaikutuksen olemassa olon (NELSON ja VENKATACHALAM 1949, YAO ym. 1953, DONEY 1958 ja KARAM 1959). MacLEAN (1952) oli myös havainnut pieniä eroavuuksia isien jälkeläisryhmien välillä, mutta ne olivat hänen tiedonantojensa mukaan merkittäviä vain tiettyinä vuosina. Isän ja emän suhteellista merkitystä karitsan syntymäpainoon vaikuttavina tekijöinä voidaan jossain määrin päätellä erilaisten syntymäpainoa koskevien geneettisten tutkimusten perusteella (NELSON ja VENKATACHALAM 1949, YAO ym. 1953, DONEY 1955, KARAM 1959, BICHARD ja YALCIN 1964, BUTCHER ym. 1959, CHOPRA ym. 1971).

Emällä on yhtä suuri osuus karitsan genotyypin muodostumiseen kuin isällä, lisäksi karitsa kehittyy emän kohdussa. Koska kohtuympäristöön vaikuttaa jossain määrin emän oma genotyyppi, emällä on täten kahdenlainen vaikutus karitsaan oman perimänsä kautta. Tämä ilmenee syntymäpainon h^2 -arvoista emä-jälkeläiskorrelaatiossa tai -regressiossa. Nämä ovat yleensä suurempia kuin isänpuoleisella puolisisarkorrelaatiolla saadut tulokset (NELSON ja VENKATACHALAM 1949, YAO ym. 1953, RAGAB ym. 1954, DONEY 1958, BLACKWELL ja HENDERSON 1955, DALTON 1962). Täten isänpuoleisen puolisisarkorrelaation pitäisi määrätä täysin tyydyttävästi h^2 -estimaatti ilman emän vaikutusta. Syntymäpaino lampaalla on kohtalaisen periy-

tyvä (taulukko 1) ja toistuva ominaisuus (TERRIL 1958, KARAM 1959, BOWMAN 1966, HARRINGTON ja WHITEMAN 1967, MacNAUGHTON 1957, FAHMY ym. 1969, CHOPRA ym. 1971).

Taulukko 1. Kahdella eri menetelmällä laskettujen syntymäpainon heritabiliteettien vertailu.

Tekijät	Rotu	Syntymäpainon heritabiliteetti	
		PS	ET
BLACKWELL ja HENDERSON 1955	Down-rotu		0,33+0,11
BICHARD ja YALCIN 1964	Down-pässit	0,08+0,05	
BUTCHER ym. 1964		0,10	
ENSMINGER ym. 1943	Shorpsshire	0,08	0,10
" "	Southdown	0,10	0,40
DONEY 1958	Welsh Mountain		0,30
KARAM 1959	Rahmani	0,16+0,12	
FAHMY 1969		0,22	
MacNAUGHTON 1957	Rambouillet		0,27
" "	Corriedale		0,36
OSMAN ja BRADFORD 1965	Targhee	0,45+0,17	
CHOPRA ym. 1971	Magra	0,10+0,03	
RACAB ym. 1953	Ossimi		0,34+0,13
TALLIS 1960	Merino	0,34	

1.4. Emän maitotuotoksen vaikutus karitsan kasvuun

Karitsoiden kasvu ennen vieroitusta riippuu suuresti emän maitotuotoksesta. Lihalampaalla tämä on emän tärkein vaikutus ja selittää suurimman osan karitsan varhaisiän kasvun vaihtelusta (OWEN 1957). Jos karitsan kasvua käytetään emän maitotuotoksen mittana, on ilmeistä, että karitsan kasvu 4-5 ensimmäisen elinviikon aikana osoittaa sen parhaiten. Useimmissa tutkimuksissa on todettu vähintään +0,85 suuruinen

korrelaatio maitotuotoksen ja karitsan kasvun välillä tässä vaiheessa (BARNICOT ym. 1949, OWEN 1957, RICORDEAU ja BOCCARD 1961). Maidon ja lisärehun syönti muuttuu karitsan ikääntyessä. WALLACE (1948) on tutkinut, miten se liittyy kasvuun. Hän laski maitotuotoksen ja lisäkasvun välisen korrelaation sekä lisärehun syönnin ja lisäkasvun ensimmäisten neljän, kahdeksan, kahdentoista ja kuudentoista laktatioviikon aikana. Taulukossa 2 olevat tulokset osoittavat, miten maitomäärä vaikuttaa kasvuun, joka vähenee sitä mukaa, mitä enemmän lisärehua syödään.

Taulukko 2.

Ajanjakso	Havaintojen lukumäärä	Maidon juonnin ja lisäkasvun korrelaatiokerroin	Lisärehujen ja lisäkasvun korrelaatiokerroin
0 - 28 päivää	25	0,919	-
0 - 56 "	23	0,852	0,517
0 - 84 "	25	0,723	0,560
0 - 112 "	21	0,709	0,871

Kun tiedetään syntymäaika, syntymäpaino ja paino eri ikäisenä voidaan arvioida kasvu ennen vieroitusta, kun otaksutaan, että kasvu ennen vieroitusta on suoraviivaista.

HAMMOND (1932) osoitti, että suffolk-karitsan kasvu lisääntyy suunnilleen kolmannen elinkuukauden alkuun saakka nouden 3,8 naulan lisäkasvumäärästä ensimmäisen viikon aikana 4,6 naulaan kahdennentoista viikon aikana, jonka jälkeen kasvu asteittain heikkenee.

Emän maitotuotokseen vaikuttavat tekijät

Emän maitotuotos on riippuvainen imevien karitsoiden luku-

määrästä, mutta riippumaton syntyneiden karitsoiden lukumäärästä (DAVIES 1958, DONEY ja MUNRO 1962, SACKER ja TRAIL 1966). Monet niistä tekijöistä, jotka vaikuttavat karitsan syntymäpainoon, kuten emän ikä ja ravitseminen tiineyden aikana, vaikuttavat myös emän maitotuotokseen. BONSMAN (1939) osoitti, että emän maitomäärä lisääntyi 25 prosentilla ensimmäisestä laktaatiosta kolmanteen. MONTANARO (1940) havaitsi kokeissaan, että emän maitotuotos kasvoi tasaisesti viidenteen laktaatioon saakka, jonka jälkeen tuotanto aleni. BARNICOT ym. (1949) havaitsivat, että "iän vaikutus on todettu selvimmäksi laktaation alkuvaiheessa". Lypsykarjalla on havaittu, että eri rotuisilla eläimillä maitotuotos on yleensä suhteessa eläimen painoon, ts. painavilla lehmillä on suurempi tuotos kuin kevyemmällä (GAINES ym. 1947). Lampailla BONSMAN (1939) katsoi, että 25 % maitotuotoksen vaihteluista rotujen sisällä johtuu emien elopainon eroista, mutta BARNICOT ym. (1949) eivät kokeissaan havainneet mitään merkitsevää korrelaatiota elopainon ja maitotuotoksen välillä. Yrittäessään sovittaa yhteen näitä ristiriitaisia tuloksia he ovat päättäneet olettaa, että tutkimuksessa käytetty elopaino saattaa melkoisessa määrin heijastaa kehon ravitsemuksellista tilaa.

Ravinnon tärkeää merkitystä maitotuotokseen ei turhaan korosteta. WALLACE (1948) tutki tiineyden aikaisen ruokinnan vaikutusta uuhien maitotuotokseen. Hän piti yhtä uuhiryhmää voimakkaalla ruokinnalla, ja toinen uuhiryhmä sai heikompaan rehua tiineyden viimeisen viikon ajan. Voimakkaalla ruokinnalla olleiden uuhien maitotuotos oli puolta suurempi kuin toisella ryhmällä. WALLACEN mukaan nämä erot johtuivat siitä, että voimakkaalla ruokinnalla uuhien utareet kehittyi-

vät hyvin tiineyden aikana. Ero maitotuotoksen määrässä on tulos ruokinnallisista eroista, ei vain ennen synnytystä vaan myös sen jälkeen. BARNICOT ym. (1949) esittivät, että laktatiokauden aikaisen ruokinnan merkitys on tiineyskauden ruokinnan merkitystä suurempi. Tässä kokeessa käytettyjen ruokintatasojen välinen ero ei kuitenkaan ollut niin suuri kuin WALLACEn (1948) kokeessa. COOP (1950) päätteli samantyyppisessä kokeessaan, että voimakas ruokinta karitsoimisen jälkeen vaikuttaa paljon voimakkaammin emän maitomäärää lisäävästi kuin voimakas ruokinta tiineyden aikana. Näistä koetuloksista ilmenee, että on olemassa tiineysajan ruokintatason minimi, jonka alittaminen vaikuttaa haitallisesti sekä karitsan syntymäpainoon että emän maitotuotokseen.

Suomalaisella maatiaisuuhella maitotuotos on tärkeä karitsoihin vaikuttava ympäristötekijä. Edellä mainitut tekijät, jotka vaikuttavat maitotuotokseen, ovat asiaan kuuluvia, mutta ainoastaan ympäristöllisinä tekijöinä. Suomenlammaskatraassa, jossa pässit valitaan sekä puhdassiitokseen että risteytykseen, maitotuotos on huomion arvoinen tekijä valintakriteerinä. Tämä johtuu siitä, että emän täytyy tarjota karitsoille nopea kasvumahdollisuus, jos niitä käytetään ensimmäisen elinvuoden aikana siitokseen.

Katraiden ja rotujen sisällä samoissa ympäristöoloissa on uuhien maitotuotoksessa havaittu melko laajaa vaihtelua. BONSMAN (1939) havaitsi tutkimuksissaan, että parhaat uuhet antoivat 2,5 kertaa niin paljon maitoa kuin huonoimmat uuhet. BARNICOT ym. (1949) havaitsivat, että tilanne oli sama myös Romney-rotuisilla uuhilla. Maitotuotoksen heritabiliteetti-

arviot on saatu pääasiassa maitoroduilta. BETTINI (1952) sai Sardinian uuhilla 0,24 suuruisen arvon maitotuotoksen periytyvyydelle. DASSAT (1950) sai Visso-rodulle arvion 0,29, DASSAT ja MASON (1954) Sopravissana-rodulle arvion 0,36. Welsh Mountain-lampaalle, joka ei ole maitorotu, OWEN (1957) sai 0,50 suuruisen arvion. Hän katsoi, että tämä melko korkea arvo johtui riittämättömästä eläinmäärästä ja lisäksi se on laskettu emä-tytär-regressiolla, johon sisältyy emän vaikutus.

GJEDREM (1967) on arvioinut heritabiliteetit vieroitusta edeltävälle painolle eri ikäisillä karitsoilla. Hän laski nämä arviot ykkös- ja kaksoskaritsoille. Yksin syntyneiden arviot ovat suhteellisen korkeita ja kaksosten melko alhaisia kaikille painoille. Yksin syntyneet karitsat voidaan luokitella eläimiksi, jotka ovat korkealla ruokintatasolla ja kaksoset matalalla ruokintatasolla. GJEDREM (1967) toteusi, että ympäristön eroavuus saattaa olla tärkein vaikuttaja heritabiliteettien eroon näillä kahdella eläinryhmällä.

MASON ja ROBERTSON (1956) saivat alhaisempia heritabiliteettiarvoja maitotuotokselle matalatuotoksisissa kuin korkeatuottoisissa karjoissa. SYRSTAD (1966) tutki lypsykarjan tuotostuloksia ja havaitsi, että tulosten h^2 kasvoi, kun karjan keskituotos parani. Korkeatuottoisen ryhmän arviot olivat keskimäärin kaksi kertaa niin suuret kuin matalatuottoisella ryhmällä. ROBERTSON ym. (1960), BURNSIDE ja RENNIE (1961), ja LEGATES (1962) eivät kuitenkaan havainneet merkittävää yhteyttä h^2 -arvojen ja maitotuotostasojen välillä. Suhteelliset h^2 -arvot ruumiinpainoille ennen vieroitusta eivät osoita niiden olevan yhdenmukaisia. Selityk-

sinä tälle ristiriidalle saattavat olla ikä vieroitettaessa ja karitsan riippuvaisuus emän maidosta. Ravinnon saanti saattaa olla erilainen eri roduilla, samoin ympäristö, jossa tiedot on kerätty. Jonkinlaisia todisteita tästä h^2 :n varhaisesta alenemisesta syntymän jälkeen ja sitä seuraavasta heritabiliteettiarvioiden kasvamisesta vähän ennen vieroitusta on esitetty taulukossa 3. CASSARDin ja WEIRin (1956) saamat estimaatit olivat korkeammat kasvulle syntymästä 70 päivän ikään saakka kuin ikävälillä 70 - 120 päivää. Toiset tutkimukset taas osoittavat heritabiliteettiarvojen laskua heti syntymän jälkeen. BOWMAN (1968) totesi, että vieroituksen jälkeisen painon additiivinen perinnöllinen muuntelu on melko suurta, mutta painoa syntymän ja vieroituksen välillä tai vain 6 - 8-viikkoisena alentaa vaihtelu emäympäristössä.

1.5. Vieroituspaino

Verrattaessa eri rotujen tuotannollisia piirteitä havaitaan vieroitusiässä suuria eroja eri rotujen välillä sekä erilaisissa ympäristöissä saman rodun sisällä. Vieroitusikä saatetaan vaihdella maitoa tuottavan rodun 30 päivästä (BOYAZOGLU 1963) toisen rodun 150 päivään. Vieroitusikä määriteltynä noin 150 päivän iäksi on tärkein tekijä määriteltäessä lammastuotannon tuottavuutta. EIKJE (1971) on esittänyt painon ja iän välisen suhteen olevan käyräviivaisen. Useissa vieroituspainoa käsittelevissä tutkimuksissa saadut vieroitusikä koskevat regressiokertoimet vaihtelevat suuresti. GJEDREM (1965) arvelee rotujen välisten erojen johtuvan

Taulukko 3. Emen vieroitusta olevan painon ja kasvun heritabiliteetin vertailu samoilla eläimillä eri ikäisinä.

Lähde	Rotu	Painon heritabiliteetti eri ikäisinä			
BROADBENT ja WATSON 1967	Suffolk, Welsh	2 - 16 vk	0,32±0,21	8 - 16 vk	0,52±0,28
RICHARD ja YALCIN 1964	Suffolk, rist.	Syntymä	6 viikkoa	0 viikkoa	12 viikkoa
		0,08±0,05	0,02±0,04	0,08±0,05	0,09±0,06
CASSARD ja WEIR 1956	Suffolk	0 - 70 päivää	70 - 120 päivää		
		0,40	0,18		
GJEDREM 1968	Dala	Syntymä	14 päivää	28 päivää	42 päivää
		0,12±0,05	0,12±0,04	0,12±0,05	0,13±0,05
					0,18±0,06
HARRINGTON ym. 1962	Rambouillet	0 - 50 naulaa	0 - 90 naulaa	50 - 90 naulaa	
		0,10±0,07	0,35±0,12	0,38±0,13	

siitä, että

- 1 varhain ja myöhään syntyneiden kasvukäyrät eivät ole yhdemukaiiset (yhdensuuntaiset),
- 2 varhain syntyneiden karitsojen kasvu ei ole tasaista sisäruokintakaudella ja kiihtyy vasta laidunkaudella,
- 3 kasvu ei ole suoraviivaista.

Taulukko 4. Vieroituspainon ja iän regressiokertoimet.

Tekijä	Rotu	Vieroitusikä	Vieroituspainon ja iän regressiokerroin
JOHANSSON (1932)	OXFORDDOWN	150 pv	0,090
"	SHORPSHIRE	150 "	0,059
"	SHEVIOT	150 "	0,070
"	RUOTS. MAATIAINEN	150 "	0,099
HAZEL ja TERRIL (1945)	RAMBOUILLET	124 "	0,18
KARAM (1953)	SHORPSHIRE	155 "	0,123
DONALD (1962)	risteytys	116 "	0,16
SKJERVOLD ja GJEDREM (1958)	DALA	148 "	0,18
EIKJE (1971)	DALA	160 "	0,16
"	RYGJA	160 "	0,15
"	CHEVIOT	160 "	0,14
"	SPAELSAU	160 "	0,09
"	STEIGAR	160 "	0,14

Ei-geneettisten tekijöiden vaikutusta vieroituspainoon on tutkittu paljon. Emän ikä, syntymä- ja kasvutyyppi sekä karitsan sukupuoli ja ikä vaikuttavat vieroituspainoon merkittävästi. Yhdessä nämä tekijät aiheuttavat 30 - 35 % vieroituspainon kokonaisvaihtelusta (EIKJE 1971). Samanlaisiin tuloksiin on päätyneet myös GJEDREM (1965), FIMLAND ym. (1969) sekä SANGOLT (1969). BOTKININ (1964) suorittama vertailu puoli- ja täysisarkorrelaatioiden välillä osoittanee jälkimmäisen olevan kaksi kertaa voimakkaamman, joka osoittaa huomattavaa dominanssia sekä ei-additiivista geneettistä varianssia ja emän suurta vaikutusta vieroituspainoon.

Eri tutkijoiden saamat tulokset heritabiliteetin suhteellisesta vaikutuksesta vieroitukseen eivät ole kaikki yhtäpitäviä. Eräs selitys tähän epäjohtonmukaisuuteen on se, että vieroituskä ja karitsan riippuvuus emän maidontuotosta saattaa vaihdella eri roduilla ja eri ympäristöissä. BOWMANin (1968) mukaan vieroituspainon h^2 saattaa olla Down-rodulla alhaisempi kuin Merino-lampaalla.

Merino-lampaita on jalostettu villan tuotantoon, muita rotuja sen sijaan etupäässä karitsoimaan ja kasvamaan nopeasti, RAE (1956) onkin todennut vieroituspainon korkean heritabiliteetin hienovillalaisilla lampailla kuten Rambouillet- ja Merino-rotuisilla. Hän olettaa tämän johtuvan siitä, että vieroituspainoa on aina pidetty tärkeänä ominaisuutena valinnassa. Pattie (1964 ja 1966) on tutkinut 95 - 165 päivän ikäisiä karitsoja, jotka hän luokitteli korkean tai alhaisen vieroituspainon mukaan. Hän sai korkeamman heritabiliteetin uuhille kuin pässeille; ensinmainituille $0,31 \pm 0,05$ ja viimeksi mainituille $0,19 \pm 0,05$. Johtopäätöksensä hän esittää, ettei näitä sukupuolten välisiä eroja voida selittää siitoksen vaikutuksella.

Kun valinta tapahtui korkean vieroituspainon perusteella, oli seurauksena muutos uuhien maidontuotossa ja geneettinen muutos karitsan painossa (Pattie 1964). Vieroituspainoon perustuva valinta aiheutti vastaavan muutoksen painoon 17 kuukauden iässä ja tuotti $0,72$ suuruisen geneettisen korrelaation. Tämä osoittaa, että vieroituspainoon perustuva valinta voitaisiin korvata 17 kuukauden ikäisten painoon perustuvalla valinnalla. OSMAN ja BRADFORD (1965) havaitsivat suuren ge-

Taulukko 5. Vieroituspainon heritabiliteettiarviot.

Tekijä	h^2 -arvio	Lukumäärä	Menetelmä
HAZEL ja TERRIL (1945)	0,34	8183 paria	emä-jälkeläinen regr.
" "	0,27	2183 karitsaa	puolisisaruskorrelaatio
MORLEY (1955)	0,36	466 paria	emä-jälkeläinen regr.
KARAM ym. (1953)	0,34	593 karitsaa	puolisisaruskorrelaatio
PAGAB ym. (1953)	0,10	218 paria	emä-jälkeläinen regr.
BLACKWELL ja HENDERSON (1955)	0,07	784 paria	""
WARWICK ja CARIWRIGHT (1957)	0,56	1281 paria	emä-jälkeläinen korrel.
""	0,41	105 paria	regr. ka jälkeläinen - vanh. ka
""	0,27	19 paria	regr. ka jälkeläinen-isä
WARWICK ja CARIWRIGHT (1957)	0,77	123 paria	jälkeläis-emä ka:n regress.
SKJERVOLD ja GJEDREM (1958)	0,49	78 karitsaa	puolisisaruskorrel.
DONEY (1958)	0,26	-	jälkel.-emä korrel.
TALLIS (1960)	0,08	1283 karitsaa	puolisisaruskorrel.
VESELY ja SIEN (1961)	0,28	694 paria	jälkel.-emä ka:n regress.
CARTER ja McCLURE (1962)	0,08	-	""
" "	0,12	-	puolisisaruskorrel.
BICHARD ja YALCIN (1964)	0,13	922 karitsaa	""
BOTKIN (1955)	0,59	890	täyssisaruskorrel.
"	0,21	-	puolisisaruskorrel.
PATTIE (1964)	0,16	1052 karitsaa	puolisisaruskorrel. (uuhikaritsoita)
""	0,15	329 "	"" (pässikaritsoita)
OSMAN ja BRADFORD (1965)	0,40 & 0,19	-	puolisisaruskorrel.
YOUNG ym. (1965)	0,34	3000 paria	jälkeläis-emä korrel.
""	0,10	2000 karitsaa	puolisisaruskorrel.
GJEDREM (1966)	0,37	-	" (emän puol.)
"" (1967)	0,18	-	puolisisaruskorrel.
BOTKIN ym. (1969)	0,10	802 karitsaa	""
SALAH ym. (1970)	0,26	374 "	" (puhdas rotu)
""	0,12	476	" (risteytys)

neettisen korrelaation vallitsevan vieroituspainon ja täysikasvuisen lampaan painon välillä.

1.6. Vieroituksen jälkeinen kasvu

Vieroituksen jälkeisellä kasvulla on enemmän taloudellista merkitystä kuin vieroitusta edeltäneellä kasvulla tai vieroituspainolla. Se vaikuttaa suuresti eläimen teurasikään ja -painoon ja riippuu rehunkäytön tehokkuudesta (BOTKIN 1955, BROADBENT, 1962). Samat tärkeät ympäristötekijät, jotka vaikuttavat vieroitusta edeltäneeseen kasvuun, vaikuttavat suhteellisen vahvasti myös vieroitusta seuranneina vuosina, kuten BOWMAN (1966), DICKERSON ym. (1972), BRADFORD ja SPURLOCK (1972) sekä OLSON ym. (1976) ovat havainneet. OLSON ym. (1976) totesivat, että yksittäiset karitsat painoivat syntyessään 0,9 kg enemmän kuin kaksoset, ja että tämä ero kasvoi nopeasti 4,5 kiloon 10 viikon vieroituskään ehdittäessä, jonka jälkeen se kasvoi vielä hieman, 5,5 kiloon 14 viikon ikäisillä. Ero vakiintui tälle tasolle myöhemmällä vieroituksen jälkeisellä ajalla. DICKERSON ym. (1972) sekä OLSON, DICKERSON ja GLIMP (1976) totesivat emän iän vaikuttavan paljon vieroituksen jälkeiseen painoon. Jälkimmäiset havaitsivat vahvan ja käyräviivaisen riippuvuuden vallitsevan emän iän ja jälkeläisten painon välillä (kuvio 2).

Kaksosilla tai kolmosilla sekä hyvin nuorten tai hyvin vanhojen uuhien karitsoilla saattaa tapahtua kompensoivaa, tavallista nopeampaa syntymän jälkeistä kasvua. OLSON ym. (1976) havaitsivat tämän tapahtuvan 18 - 22 viikon iässä. Tänä kasvukautena on karitsan sukupuoli vaikuttavin tekijä

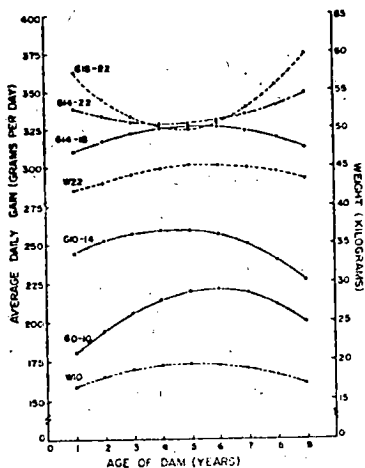


Figure 1. Curvilinear regression of age-of-dam effects on postweaning daily gains (G) and body weights (W) by periods (See table of OLSON *ym.* 1976).

Kuvio 2.

FREDRIKSEN *ym.* (1967) totesivat, että sukupuoli vaikuttaa lopulliseen painoon enemmän kuin syntymäpainoon. HODGSONin ja BELLin (1975) suorittamassa tutkimuksessa ilmeni, että sukupuoli vaikutti eniten vuoden ikäisten lampaiden painoon. YOUNG, TUNER ja DOLLING (1960) tarkastelivat heritabiliteetin vaikutusta eri sukupuolta olevien, 15 - 16 kuukauden ikäisten austraaliaalaisten Merino-lampaiden painoon, mutta eivät havainneet minkäänlaisia eroja. PALSSON ja VERGES (1952) esittävät, että eri sukupuolten väliset kasvuerot tulevat esiin vasta silloin, kun eläinten ravitsemustaso edellyttää normaalia kasvua.

Näiden vaikutusten eliminoimiseksi olisi kehitettävä korjaustekijöitä, jotta voitaisiin tehdä päteviä perinnöllisiä

analyysejä. Heritabiliteettiarvioita voidaan laskea kolmella eri menetelmällä, jotka ovat puolisisar- ja täyssisar-korrelaatiot sekä jälkeläisvanhemmaisregressio. Vertailtaessa kahden sukupolven yksilöpareja havaitaan, että täyssisaruskorrelaation estimaatioita suurettavat kaikki emän puolelta tulevat vaikutukset, ja vanhemmais-jälkeläis-regressiota, varsinkin emä-tytär-regressiota, suurettavat kaikki emän ja ympäristön aiheuttamat vaikutukset. Puolisisaruskorrelaation antama arvio on yleensä vähiten vaikutteille altis, sillä puolisisarusryhmässä esiintyy tavallisia ympäristövaikutuksia harvemmin kuin muissa ryhmissä.

On olemassa useita tutkimuksia, joissa heritabiliteetti on samasta aineistosta laskettu erilaisin menetelmin. Näistä käy hyvin ilmi additiivisen ja ei-additiivisen geneettisen vaihtelun sekä ympäristön ja emän yhteisvaikutuksen merkitys eläimen painoon. BOTKINin (1964) suorittama täys- ja puolisisarkorrelaation arviointi osoittaa ensinmainitun olevan voimakkuudeltaan kaksinkertaisen jälkimmäiseen verrattuna. Tämän perusteella voidaan täyssisarkorrelaatiolla olettaa olevan huomattavaa dominanssia ja ei-additiivista muuntelua sekä suurta emän aiheuttamaa vaikutusta painoon vieroituksen jälkeisissä kasvuvaiheissa. Näitä johtopäätöksiä tukevat myös puolisisarkorrelaatiosta saatujen arvioiden vertailu jälkeläis-emä-regressioista saatujen arvioiden kanssa (HAZEL ja TERRIL 1945, NELSON ja VENKATACHALAM 1949, WARWICK ja CARTWRIGHT 1957). BOWMAN (1968) on tarkastellut heritabiliteettiarvioita, joita eri tutkijat ovat laskeneet eri menetelmin. Hän tuli siihen johtopäätökseen, että syntymä- ja vieroituksen jälkeisen painon additiivinen geneetti-

tinen vaihtelu on suuri, mutta geneettisen vaihtelun osuus vieroitusta edeltävässä painossa on pienempi johtuen samanaikaisesta maternaalivaikutuksesta. Koska emä vaikuttaa eniten painoon ja koska tämä vaikutus saattaa vaihdella eri ikäkausina, geneettiset variaatiot muuttuvat eri kasvukausina. Vieroituksen jälkeistä lisäkasvua koskevat heritabiliteetti-arvot ovat korkeampia kuin vieroitushetkeä koskevat, sillä maidontuoton ja muiden emästä johtuvien tekijöiden vaikutusten arvellaan olevan pienimmillään tuona aikana. Syntymän jälkeistä varhaista heritabiliteetin vähentymistä seuraa arvioiden kasvu vieroitushetkeä lähestyittäessä ja vielä suurempi kasvu vieroituksen jälkeisessä painon lisääntymisessä (DONEY 1958, MacNAUGHTON 1957, OSMAN ja BRADFORD 1965, RAGAB ym. 1953, VESELY ja SLEN 1961, BROWN ja TURNER 1968). Tämä osoittaa, että additiivinen geneettinen muuntelu on huomattavan suuri vieroituksen jälkeisen painon kohdalla.

Tarkasteltaessa eri lähteistä saatuja heritabiliteettiarvioita keskimääräinen vieroituksen jälkeisen painon heritabiliteettiarvio on korkeampi kuin vieroituspainoa koskeva. Ensin mainittu keskimääräinen arvio laskettuna puolisisaruskorrelaationa on 0,37 ja regressiona laskettuna 0,42 (taulukko 6). Saksalaiset tutkijat ovat saaneet 0,47 ± 0,13 suuruisen heritabiliteettiarvon Blackface-lampaiden vieroituksen jälkeiselle painolle vieroituksen tapahduttua varhain ja 0,56 ± 0,17 suuruisen keskiarvon Merino-lampaille. BROADBENT ja WATSON (1967) ovat osoittaneet, että painoa koskevat heritabiliteettiarviot, jotka koskevat yli kahden kuukauden ikäisiä lampaita, ovat korkeammat kuin sitä nuorempia koskevat. Ensin mainitussa tapauksessa tulos oli $h^2 = 0,50$ ja jälkim-

Taulukko 6. Vieroituksen jälkeisen painon ja kasvun heritabiliteettiarviot laskettuna vanhempien keskiarvon ja jälkeläisen välisenä regressiona (menetelmä 1) tai puolisisaruskorrelaationa (menetelmä 2).

Tutkimus	Tutkittava piirre	h^2	Menetelmä	Rotu
RAGAB ym. 1953	paino 6 kk	0,29	1	OSSIMI
MORLEY 1955	paino 16-16 kk	0,36	1	AUSTR.MERINO
"	"	0,09	2	"
MORLEY 1956	paino 6 kk	0,44	2	"
"	paino 1 v.	1,44-1,16	2	"
"	paino 17 kk	1,04-1,66	2	"
DONEY 1958	paino 18 kk	0,55	1	WELSH
"	"	0,14	2	"
YOUNG ym. 1960	paino 16-16 kk	0,64	1	AUSTR.MERINO
"	"	0,58	1	AUSTR.MERINO
VESELY ja SLEN 1961	paino 1 v.	0,37	1	ROMNELET
BEATHLE 1962	paino 15-16 kk	0,54	-	AUSTR.MERINO
DALTON 1962	paino 18 kk	0,39	1	WELSH
HALL ym. 1964	paino 1 v.	0,36	1	NAVAJO ja rist.
BOIKIN 1964	vieroituksen jälk.painon lis.	0,12-0,24	2	"
OSMAN ja BRADFORD (1965)	paino 450 pv.	0,40-1,06	2	CORRIEDALE- TARGHEE
"	painonlis. kesä- marraskuussa	0,22-1,20	2	RAMBOILLET- MERINO
"	painonlis. joulu- huhtikuussa	0,34-0,75	2	"
WIIT ym. 1967	päivittäinen painonlisäys	0,11	2	SCHWARTZKOPF
"	" 20-35 kg	0,29	2	"
RÖNNIGEN ym. 1966	paino 1 v.	0,32-0,35	1	DALA, RYGJA
BROWN ja TURNER 1968	paino 15-16 kk	0,65	1	AUSTR.MERINO
WENIGER ym. 1968	päivittäinen pai- nonlisäys	0,55	2	MERINO LANDSCHAF
SYVÄJÄRVI JA VARO 1972	paino 150 pv.	0,63	2	SUOMENLAMMAS
"	"	0,00	2	SUOMENLAMMAS
"	paino 150 pv.	0,27	2	SUOMENLAMMAS
"	kasvu 0-120 pv.	0,08	2	SUOMENLAMMAS
"	kasvu 0-150 pv.	0,26	2	SUOMENLAMMAS
"	kasvu 120-150 pv.	0,16	2	SUOMENLAMMAS

mäisessä $h^2 = 0,22$. Tutkimuksia, jotka koskevat lihalammastuotannon tätä puolta, tapahtuu hyvin harvoin. Keskimääräisen heritabiliteettiärvion 0,40 perusteella voidaan tehdä se johtopäätös, että valinta on varmempaa perustaa yksilöarvostelun tuloksiin kuin jälkeläistesteihin.

2. Elävän eläimen mittaaminen

Kasvukautena eläimissä tapahtuu koonlisäyksen ohella muodonmuutoksia, jotka johtuvat niiden ruhon ruumiinosien erilaisesta kasvunopeudesta (BRODY 1945). Kehityksessä tapahtuvat muutokset määräävät eläimen kunkinhetkisen muodon, rakenteen ja ruhonsuhteet. Näitä kehitysmuutoksia voidaan arvioida joko eläimen tai ruhon mittauksilla tai punnitsemalla eri elimiä tai ruhonosia. Eläimen ruumiinrakenne muuttuu sen vanhetessa ja koon kasvaessa (HAMMOND 1932, PALSSON 1955).

Jotta voitaisiin tutkia eläimen kunkinhetkistä kehitysvaihetta, joudutaan eläimelle tuolloin suorittamaan useita mittauksia. HAMMOND (1932) on tutkimuksessaan havainnut, että eläimet, joilla oli suuri rintakehän syvyys ja rinnanleveys (syvä ja leveä rinta) olivat ruholtaan keskimääräistä painavampia. PALSSON (1940) osoitti, että eläimet, joilla oli suhteellisen lyhyt sääriluu, olivat varhaiskypsä ja ruhon laadultaan hyviä, kun taas pitkä sääriluu merkitsi hitaampaa kehitystä ja huonompaa ruhonlaatua. WALKER ja McMEEKAN (1944) ovat tukeneet tätä hypoteesia tutkimuksessaan, joka käsitteli neljää eri rotua ja risteytystä olevia uusseelantilaisia lampaita. He huomasivat olettamuksen pitävän

paikkansa niin eri rotujen sisällä kuin niiden välilläkin. Mittaaminen ei ole tärkeää pelkästään eläimen rakenteen arvioinnin kannalta. JEFFREY ja BERG (1972) osoittivat, että lihakarjassa lehmien koko oli suhteessa niiden vasikoiden kokoon ja kuntoon, kun taas BROWN ja SCHRODE (1971) käyttivät mittauksia ennustaakseen vasikoiden mittauksen jälkeistä kasvua. Kaikesta huolimatta ruhon koostumuksen arviointia pidetään vielä kaikkein tärkeimpänä.

Elävän eläimen mittaaminen on jokseenkin hankalaa, ja niinpä tulosten luotettavuus on usein kyseenalainen. Joskus mittauksien tulokset saattavat vaihdella eläimen seisomistavasta riippuen. Eläimen saman osan mittaustulosten vaihtelu saattaa johtua useasta syystä:

- a) yleensä keskiarvon molemmiin puolin oleva eri mittaajien tulosten vaihtelu, joka johtuu siitä, ettei tarkalleen samaa lukemaa voida helposti toistaa. Tämä vaihtelu suurenee silloin, kun eläin pystyy itse vaikuttamaan mittaustuloksiin, sillä korkeuden mittaamistulos riippuu eläimen seisomistavasta ja pituuden mittaustulos siitä, köyristääkö vai suoristaako eläin selkäänsä.
- b) mittaajasta johtuvat samansuuntaiset erot. Tämä saattaa johtua siitä, että eri mittaajat mittaavat hieman eri paikoista.
- c) eri eläinyksilöiden välinen vaihtelu, minkä pitäisi selittää suurin osa vaihtelusta, mikäli mittaustuloksille voidaan antaa mitään arvoa. Mikäli näin on, minkä tahansa eläimen koko voidaan määritellä mittaamalla. Eri mittaajien väliset erot voidaan saada selville kokeilemalla. Voi kuitenkin

olla hyödyllisempää määrittää yhdenmukainen mittaustapa ja laskea jokaisen mittaajan mittausrvojen keskihajonta.

Soveltamalla mittaamista kasvukokeeseen voidaan päästä selville siitä, miten kasvunopeus vaikuttaa tietyn tyyppisten eläinten kehittymiseen. BROADBENT (1962) huomasi, että eläimen koon kasvu on yhteydessä sen kasvunopeuden kasvuun, mikä merkitsee sitä, että kasvunopeuden lisääntyessä 0,1 naulaa päivässä voidaan vastaavasti odottaa keskikorkeuden lisääntyvän 2,5 cm:llä, pituuden 5,4 cm:llä ja leveyden 1,1 cm:llä. Hän havaitsi myös, että keskimääräinen korkeus, pituus ja säären leveys korreloivat positiivisesti kasvunopeuden kanssa. BROADBENTin (1962) johtopäätös oli, että valitsemalla nopeakasvuisia eläimiä voidaan saada kooltaan suurempia täysikasvuisia eläimiä. CAMPBELL ym. (1967) havaitsi mittaustulosten välillä vallitsevan positiivisen korrelaation mitattuaan eläimet ensimmäisen kerran 5 kuukauden ikäisinä ja jatkettuaan mittauksia 10 kuukauden ikään saakka. 5 kuukauden ikäisiltä eläimiltä otettiin seuraavat mitat: rintakehän syvyys, rinnan ympäryys, rinnan leveys ja pään leveys.

TANEJA (1958) havaitsi positiivisen korrelaation vallitsevan eläimen pituuden, leveyden, syvyyden, sääriluun pituuden ja painon välillä eläinten ollessa 5, 11 ja 17 kuukauden ikäisiä. Mittauksia toistettaessa hän havaitsi tulosten tilastollisen merkitsevyyden lisääntyvän. BATTAGLINI (1956) sai 1 1/2-vuotiaita eläimiä tutkiessaan rinnan ympäryksen ja painon väliseksi korrelaatioksi 0,68 - 0,80. LINDSTRÖM ja MAIJALA (1970) havaitsivat keinosiemennyssonnien yksilökokeen käyttökoetuloja tarkastellessaan, että rinnan ympäryys on painon paras arvio. Samanlaisiin tuloksiin on päätynyt myös RUOHOMÄKI (1978).

Painon ja kasvunopeuden ennustamisen lisäksi mittauksia on käytetty myös teurasominaisuuksien ennustamiseen. ORME ym. (1962) havaitsivat elävän eläimen rinnan leveyden ja rinnan ympäryksen sekä teuraspainon välisen korrelaation olevan 0,6. He olivat myös sitä mieltä, että juuri näistä mittaushetkeistä saatujen tulosten avulla voitiin tarkimmin ennustaa teuraspaino. VARO (1968) on laajalti käsitellyt tätä olettamusta tutkiessaan suomalaisen lampaan lisääntymisalttiutta. Hän esittää, että käytettäessä kokoarviota, joka perustuu tiettyjen mittaustulosten lisäksi elopainoon, fenotyyppitestin arvo lisääntyy. VARO (1968) havaitsi 0,65:n suuruisen geneettisen korrelaation ja 0,80:n suuruisen fenotyyppikorrelaation vallitsevan elopainon ja koko lihamäärän välillä. Samoin hän huomasi 0,88:n suuruisen geneettisen korrelaation ja 0,86:n suuruisen fenotyyppikorrelaation vallitsevan koko lihamäärän sekä elopainon ja neljän mittaus-tuloksen muodostaman summamuuttujan välillä. HELLMAN ym. (1976) mukaan elopainon avulla voidaan suhteellisen luotetavasti arvioida teuraspaino ja lihamäärä. MLD-alan ja mitausten mukaan ottaminen korottaa merkittävästi selitystasetta. He havaitsivat, että pään leveys määrittää paremmin kuin muut mitat teuraspainon ja lihamäärän.

TALLIS ym. (1964) osoittivat, että syötäväksi kelpaavan lihan kokonaismäärä korreloituu voimakkaasti (0,95) elopainon kanssa ja että kun kerrannaiskorrelaatiota laskettaessa otettiin mukaan eläimen mittoja, korrelaatioarvo ei tästä enää noussut.

JORDAN ym. (1964) ovat tutkineet ruhonosien ja elävän eläimen mittojen välistä suhdetta. He havaitsivat lapojen levey-

den ja rasva-proteiinisuhteen välillä vallitsevan voimakkaan korrelaation.

Useat tutkijat ovat tarkastelleet nautakarjan mittaustulosten ja ruhonosien välistä suhdetta. ORME ym. (1959) havaitsivat suhteellisen korkean korrelaation ($r = 0,43 - 0,80$) elävän eläimen mittojen ja ruhon vastaavien osien välillä.

RUOHOMÄKI (1975) on tutkimuksessaan pyrkinyt määrittämään tarkasti mittaustuloksiin perustuvien arviointien avulla ruhon painon ja koostumuksen. Hän havaitsi, että näitä ominaisuuksia voidaan parhaiten estimoida rinnan leveyden, rinnan ympäryksen ja pituuden mittojen avulla. WOODWARD ym. (1959) havaitsivat, että eri mittatulosten ja ruho-ominaisuuksien välinen korrelaatio ei ollut niin voimakas, että sillä olisi ollut ennustusvoimaa. Useat tutkijat ovat esittäneet tuloksia, joiden perusteella tällaiset mittaukset selittävät ainoastaan 19 - 34 % syötävän lihan määrän vaihtelusta. CUNDIFF ym. (1967) puolestaan päätyivät tulokseen, että eläimen paino oli I-luokan lihan painoa arvioidessa parempi kuin mikään yhdestätoista lineaarisesta mittatuloksesta. Syötävän lihan määrää ennustettaessa BUSCH ym. (1969) tulivat siihen johtopäätökseen, että mittatuloksista oli vain vähän hyötyä, sillä teuraspaino ja 11 mittatulosta selittivät ainoastaan 2 - 4 % enemmän syötävän lihan määrän vaihtelusta kuin teuraspaino yksinään. Tehdessään kokeita suurelle määrälle sonneja GREEN ym. (1971) havaitsivat kuitenkin, että elävästä eläimestä otettujen mittojen avulla voitiin paremmin ennustaa tukkumyyntipalojen paino kuin teuraspaino, ja että teuraspainon ottaminen mukaan vapaana muuttujana ei parantanut ennustavuutta. Näyttääkin siltä, että LUSHin ja

COPELANDin (1930) jo varhain esittämä lausunto: "suurin syy siihen, ettei eläimistä otettuja mittoja pitäisi ylemäärin käyttää ei ole se, että ne ovat epätarkkoja, vaan että niiden avulla ei eläintä pystytä kyllin tarkasti kuvaamaan", osuu oikeaan. Toisaalta eläinten mitat näyttävät olevan huomattavan perinnöllisiä. VARO (1968) sai tutkimuksessaan 0,46 - 0,66:n suuruisen periytymisastearvion suomenlampaiden pituudelle, rinnanleveydelle ja lapojen leveydelle. Hän on myös havainnut merkittävän arvion (0,51) ruhon painon ympäryksen periytyvyydelle. Identtisiä nautakaksosia tutkittaessa on voitu todistaa, että mittojen periytymisaste lisääntyy iän lisääntyessä (CHRISTIAN ym. 1965, TAYLOR ja CRAIG 1967), mutta tämä saattaa johtua osaltaan mittaus-tarkkuuden kasvusta suuria eläimiä mitattaessa (TAYLOR 1963).

3. Rehunkäytön tehokkuus arvosteluperusteena lampaiden yksilökokeissa

Rehunkäyttökyky ilmaistaan rehunkulutuksen ja painon lisäyksen välisenä suhteena. Geneettisiä parametreja lampaiden rehunkulutustehosta esitetään vain harvoissa tutkimuksissa. PRESTON ja WILLIS (1975) ovat nautakarjaa koskeneissa tutkimuksissaan havainneet, että painonlisäyksen ja rehunkäyttötehon välinen geneettinen korrelaatio on suhteellisen heikko. PATTIE ja WILLIAMS (1966), jotka valitsivat tutkittavakseen alhaisen tai korkean vieroituspainon omanneita Merino-lampaita, havaitsivat vain heikon korrelaation vallitsevan kasvun ja rehunkäyttötehokkuuden välillä vieroituksen jälkeisenä

kautena, kun lampaista ruokittiin vapaasti. OWEN ja MORTON (1969) ovat osoittaneet, että nämä korrelaatiot voivat olla huomattavasti alhaisempia sioilla, joita on ruokittu vapaasti, kuin sellaisilla, joiden rehun saantia on rajoitettu. BOTKIN (1955), FREDRICKSON ym. (1959) sekä BROADBENT (1962) totesivat lampaalla rehunkäytön tehokkuuden ja elopainon lisäyksen välisen fenotyypikorrelaation olevan voimakkaan. BROWN ja FRAHM (1975) ovat esittäneet, että rehunkäytön tehokkuutta voidaan lisätä huomattavasti valitsemalla eläimet elopainon lisäyksen perusteella vieroituksen jälkeen. Samanlaisiin tuloksiin ovat sioilla tehdyissä kokeissa päätyneet DICKERSON ja GRIMES (1947). Kaksoset, jotka kasvavat hitaammin kuin yksinäiset karitsat, ovat saaneet alhaisempia rehunkäytön tehokkusarvoja kuten SPEDDING (1968) on osoittanut. Verrattaessa yksinäisten karitsojen ja toisaalta kaksosten muodostamia koeryhmiä havaittiin rehunkäytön tehokkuudessa huomattavaa vaihtelua, mutta lisäkasvun vaihtelu oli suhteellisen vähäistä (SPEDDING 1968). SPEDDING (1966) on myös havainnut, että jos astuttamattoman emän rehunkäytön tehokkuutta verrataan synnytyksen jälkeiseen joko puolen vuoden tai vuoden ajalta, ovat arvot korkeammat sellaisilla uuhilla, jotka ovat synnyttäneet kaksoset, vaikkakin puolen vuoden koeajalta saatujen tulosten erot ovat pienemmät. Rehunkäytön tehokkuuteen voivat useat tekijät vaikuttaa merkittävästi. Eri rotujen sisällä koko ja paino näyttävät vaikuttavan vain vähän rehunkäyttökykyyn (COOP ja HAYMAN 1962, OWEN ym. 1967, OWEN ja INGLETON 1963), mutta näiden tutkimusten tulokset perustuvat hyvin pieniin tutkimusaineistoihin. On kuitenkin selvää, että lammastuotannossa yhdellä ruokintatasolla liikuttaessa pienet uuhet ovat tehokkaampia. On myös voitu osoittaa, että pienikokoisemmilla roduilla koon ja painon vaikutus rehunkäyttö-

kykyyn on vähäisempi kuin rasvalampailla (OWEN 1971).

Yleisenä johtopäätöksenä edellä mainituista tutkimustulok-
sista voidaan sanoa, että valitsemalla painonlisäyksen pe-
rusteella voidaan rehunkäyttötehokkuutta parantaa vähintään
yhtä nopeasti kuin tekemällä valinta itse tehokkuusarvojen
perusteella.

D. GENOTYYPIN JA YMPÄRISTÖN YHDYSVAIKUTUS JA NIIDEN
VAIKUTUKSET VALINTAAN

Koska jokainen maatila on erilainen elinympäristö, ei voida odottaa, että yhdessä paikassa saatuja valintatuloksia voitaisiin suoraan soveltaa toiseen ympäristöön. HAMMOND (1947) ehdottaakin, että eläimet tulisi valita optimaalisten ympäristöolosuhteiden vallitessa, sillä vasta tällöin käy ilmi täydellisimmin niiden geneettinen potentiaali. Tämä teoria oletti, että eläimen paremmus säilyisi vielä huonommissakin ympäristöoloissa. Tätä HAMMONDin hypoteesia on käsitellyt FALCONER ja LATYSZWESKI (1952), joiden mielestä vaaditaan ensinnäkin, että valittavan tyyppin ilmiäisiä määräävät geenit ovat samat tai ainakin erittäin samantapaiset sekä edullisissa että huonoissa ympäristöissä. Tämä teoria ei ota huomioon mahdollista genotyypin ja elinympäristön yhdysvaikutusta, missä paremmat fenotyypit saavat ilmiäisensä näiden kahden ympäristön vaikutuksesta. Toiseksi tapahtuu myös toisenlaista yhdysvaikutusta niin, että epäedullinen elinympäristö vaikuttaa parempaan genotyyppiin voimakkaammin kuin huonompaan. Tällöin fenotyypin frekvenssijakauma olisi vino, jolloin ylärajalle on sijoittunut monia yksilöitä, joihin ympäristö on vaikuttanut. Ainoastaan hyvässä elinympäristössä voi näiden yksilöiden geneettinen potentiaali tulla ilmi. Toisin sanoen heritabiliteetti on suurempi hyvässä kuin huonossa ympäristössä. FALCONER ja

LATYSZWESKI (1952) ovat tutkineet tätä genotyyppin ja elinympäristön vuorovaikutuksen muodostamaa ongelmaa. He valitsivat hiiriä painon perusteella kahteen ryhmään, joista toisia ravittiin enemmän ja toisia vähemmän. Kummassakin tapauksessa tulokset olivat hyvin erilaisia. Vähemmän ravittujen hiirten kohdalla valinta vaikutti hiirten kykyyn kasvattaa kudosta, kuten lihaksia tai luuta, muttei niiden kykyyn tuottaa rasvaa. Hyvin ravittujen hiirten kohdalla rasvantuotossa tapahtui enemmän valintaa. Kahdeksan valintasukupolven jälkeen paremmin ravittujen linjan rasvakudos oli 24 % suurempi kuin huonosti ravittujen linjan, vaikka tämän sukupolven molempien linjojen eläimiä oli ravittu yhtä hyvin. Vaikka paremmin ruokitussa linjassa valinta ilmeni selvämmin, kävi kuitenkin ilmi, että kun näitä eläimiä alettiin ravita heikommin, ne eivät pystyneet ylläpitämään saavutettua tulosta, kun taas saavutettu parannus oli pysyvä silloin, kun huonosti ravittuja alettiin ravita paremmin. Huonoissa olosuhteissa tapahtuneen valinnan tuloksena saatiin siis eläimiä, jotka selvisivät hyvin sekä hyvissä että huonoissa olosuhteissa. Arvostellessaan HAMMONDia (1947) FALCONER ym. (1952) ehdotti, että sen sijaan että tarkasteltaisiin yhden tyyppin kasvua kahdella ravitsemustasolla, täytyisi tarkastelu suorittaa ikään kuin kahden eri tyyppin ollessa kyseessä. Vasta sitten voidaan genotyyppin ja elinympäristön yhdysvaikutus ilmaista geneettisen korrelaation avulla. Hän esitti johtopäätöksensä, että valinta epäedullisessa ympäristössä voi olla edullista vain silloin, kun heritabilitetti kasvaa, mutta että tämän kasvun täytyy olla tarpeeksi huomattavaa, jotta se korvaisi erilaisen geneettisen perustan omaavien ominaisuuksien valinnasta aiheutuvan tehokkuuden

menetyksen. Tästä syystä vaikutti epävarmalta, kannattako valintaa harjoittaa huonoissa olosuhteissa. Mikäli asia on näin, sillä on suuri vaikutus karjankasvatukseen, sillä monet eläimet syntyvät aivan erilaisessa elinympäristössä kuin missä ne tai niiden jälkeläiset joutuvat elämään. Varsinkin urosten kohdalla tämä on yleistä.

Saatavilla olevista tuloksista ilmenee, että genotyypin ja elinympäristön yhdysvaikutus on todennäköisempää tiettyjen tyyppien kohdalla. Esimerkiksi MORLEY (1956) kasvatti Merinolampaiden puoliveljeksiä kahdella eri ruokintatasolla, eikä saanut tuloksena minkäänlaisia eroja heritabiliteetissä eikä havainnut minkäänlaista genotyypin ja elinympäristön yhdysvaikutusta villanmäärään ja eläimen painoon kuuden kuukauden ikäisillä lampailta, mutta 12 ja 17 kuukauden ikäisillä eläimillä yhdysvaikutus ilmeni painon kohdalla. Kun sanaa "ruokinta" käytetään sen laajassa merkityksessä, KING ja YOUNG (1955) ovat havainneet genotyypin ja ravitsemuksen yhdysvaikutusta lampaiden lisäkasvussa. BUDATSEV (1973) havaitsi vallitsevan merkitsevän yhdysvaikutuksen genotyypin ja ruokinnan sekä genotyypin ja elinympäristön välillä lisäkasvussa, rehunkäyttökyvyssä, teuraspainossa, teurasprosentissa ja lihanlaadussa sellaisilla jälkeläisillä, joiden isä oli ruokittu joko sisällä tai ulkona. HOHENBOKEN ym. (1976) ovat havainneet huomattavan yhdysvaikutuksen vallitsevan eläimen isän rodun ja emän rodun lisäkasvun välillä. Viimeksi mainitut ovat havainneet huomattavan suuren vuorovaikutuksen isän rodun ja vieroituspainon ja päivittäisen kasvun välillä. GLIMP (1971) havaitsi huomattavan vaikutuksen rodun ja väkirehun kulutuksen välillä. KRISTIANSSON (1957) ja SALMELA ym. (1960) ovat havainneet genotyypin ja ravitsemuksen vaikut-

tavan lisäkasvuun sioilla, ja LILJEDAHL ym. (1973) ovat tehneet saman toteamuksen siipikarjalla. WARWICK ym. (1964) ovat tehneet havaintoja, että lihakarjan lisäkasvuun saattaisi vaikuttaa se, sisältääkö eläinten rehu väkirehua runsaasti vai vähän. MALTOS ym. (1961) ovat tietyissä tapauksissa havainneet lisäkasvun riippuvan siitä, onko karjaa ruokittu sisällä vai ulkona. GOLISBLAN ym. (1973) eivät kuitenkaan onnistuneet havaitsemaan genotyypin ja elinympäristön yhdysvaikutuksen vaikuttavan lisäkasvuun tai rehunkäyttökykyyn kolmessa uuhikoeryhmässä.

Yleinen käsitys on, että genotyypin ja elinympäristön yhdysvaikutus lampaiden taloudellisiin piirteisiin on vähäinen eikä se suuresti vaikuta esiintyvään vaihteluun edes suuresti eroavissa ravitsemusoloissa, kuten DUNLOP (1963) sekä OSMAN ja BRADFORD (1967) esittävät. Useat tutkijat ovat tarkastelleet ja laskeneet genotyypin ja ravitsemuksen ohella useiden muiden seikkojen vaikutusta lisäkasvuun ja havainneet vaikutuksen olevan ei-huomattavaa tai vähäistä FELTS ym. 1957, YALCIN ja BICHARD 1964, YOUSSEF 1956 ja SHARAFELDIN 1960). SHARAFELDIN (1960) havaitsi Texel-lampaiden vuonuekokoa tarkastellessaan vuosien ja uuhien iän välisen yhdysvaikutuksen olevan merkityksettömän. MAIJALA (1967) havaitsi tutkiessaan suomenlampaiden vuonuekokoa emän iän ja vuosien välillä olevan yhdysvaikutusta, joka aiheutti vähemmän kuin 2 % koko muuntelusta. BICHARD ja COOPER (1966) ovat tarkastelleet, mitkä eri ympäristötekijät vaikuttavat 112 päivän ikäisten lampaiden painoon. He havaitsivat näiden tekijöiden välillä olevan yhdysvaikutuksen aiheuttavan 7 - 10 % koko vaihtelusta.

Toisaalta on suoritettu useita kokeita eri linjoilla, jotta saataisiin selville lisäkasvun ja erilaisten ravitsemustasojen välinen yhdysvaikutus. FALCONER (1960) suoritti FALCONERin ja LATYSZEWSKIn (1952) kokeen uudessa muodossa testatakseen näiden saamia aikaisempia tuloksia hiirillä. Hän valitsi sekä nopea- että hidaskasvuisia kolmen ja kuuden viikon ikäisiä hiiriä, joita taas ravittiin hyvin ja huonosti. Yleisesti ottaen nämä tulokset vahvistivat aiemmin saatuja, eli että paras lisäkasvu saatiin aikaan valinnalla huonommalta tasolla, jossa rehun tehokas hyväksikäyttö oli vaikeaa. Kun valinnan tavoitteena oli lisäkasvun alentaminen, havaittiin, että paras tulos saavutettiin valinnan tapahtuessa korkealla ravitsemustasolla. KIDWELL (1960) suoritti kokeen rotilla, jolloin niitä ruokittiin 70 vuorokauden ajan hyvin tai huonosti, minkä jälkeen tutkittiin tämän vaikutusta eri sisäelinten painoon. He havaitsivat, että suurimmassa osassa tapauksia fenotyypin vaihtelu oli yleisempää paremmin ruokittujen eläinten kohdalla; tutkijat kehittivät havainnon tueksi "ympäristön destabilisaatio"-teorian. Keskeisenä ajatuksena tässä on, että kun eläimet valitaan sellaisessa ympäristössä, mihin ne eivät ole tottuneet, fenotyypivarianssi kasvaa. Tämä vaikuttaa kuitenkin kyseenalaiselta, ja voidaankin arvella, että huonommin ruokituissa eläimissä ilmennyt vähäisempi fenotyypivaihtelu voisi johtua ensisijaisesti heikotasoisen ravinnon vaikutuksesta kasvuun ja kehitykseen. KIDWELL (1960) toteaaakin, että yksilöt jakautuivat asymmetrisesti keskiarvon ympärille, mikä näyttää käyvän yksiin FALCONERin ja LATYSZEWSKIn (1952) esittämän geneettisen ilmiänsun rajoittumisajatuksen kanssa. Tällöin havaittiin useita esimerkkejä genotyypin ja elinympäristön yhdysvaiku-

tukseta moniin havainnoitaviin piirteisiin.

FOWLER ja ENSMINGER (1952,1960) tekivät FALCONERin ja LATYSZEWSKIn (1952) esimerkin mukaisia kokeita sioille, jolloin he mittasivat valinnan aikana genotyypin ja ravitsemuksen tason vaikutusta painon lisääntymisnopeuteen. He havaitsivat, että ylemmällä ravitsemustasolla keskimääräinen lisäkasvu vaihteli 1,19 naulasta 1,53 naulaan päivässä yhdeksässä sukupolvessa, kun taas alemmalla ravitsemustasolla lisäys oli ainoastaan 0,72 - 0,99 naulaa päivässä. Kuitenkin, kun koe-eläimet siirrettiin vastakkaiseen ympäristöön, alemmalla ravitsemustasolla valitut koe-eläimet olivat muita parempia. Nämä tulokset vahvistavat yksityiskohdissaan FALCONERin ja LATYSZEWSKIn (1952) saamia tuloksia. Ensimmäisen valinnan tapahtuessa alemmalle ravitsemustasolle valitut siat olivat parempia kuin ylemmälle ravitsemustasolle valitut, joten voimme tehdä sen johtopäätöksen, että kyseessä on ollut kaksi hieman erilaista tyyppiä, joiden välinen geneettinen korrelaatio on 0,70.

Mainittu genotyyppi ja elinympäristön yhdysvaikutusta käsittelevä tutkimus on tärkeää tämän työn kannalta. Jotta tuloksilla olisi käyttöarvoa, olisi pystyttävä vastaamaan kysymykseen, mikä ympäristö olisi edullisin yksilöarvostelun kannalta.

1. Korjaustekijöiden käyttö ympäristövaikutusten
eliminoinnissa

Eläinjalostuksessa ovat tutkittavista eläimistä saadut tulokset aina alttiina tunnetuille, mutta vaikeasti vältettäville vaikutteille. Tutkimustuloksia edelleen sovellettaessa on tärkeää pystyä arvioimaan eri ympäristötekijöiden todellinen vaikutus. Näiden ei-toivottujen vaikutusten poistaminen tuloksista on monimutkainen tehtävä. Esimerkiksi karitsojen syntymäpainoa tutkittaessa on olemassa useita tuloksiin vaikuttavia ympäristötekijöitä kuten emän ikä, karitsan sukupuoli ja vuonueen koko, minkä lisäksi tulevat näiden tekijöiden väliset yhdysvaikutukset. Niinpä onkin todettu, ettei aritmeettisin menetelmin voida saada todenmukaisia tuloksia ympäristötekijöiden vaikutusmäärästä, eikä näiden merkittävyyttä voida testata tavallisella varianssianalyysillä; tulokset eivät ole orthogonaalisia.

Korjaustekijöiden suuruus ja tärkeys vaihtelee aineiston alkuperästä riippuen, joten samat tekijät voidaan laskea koskemaan ainoastaan muutamaa lähekkäin sijaitsevaa maatilaa. DONALD ym. (1962) osoitti, että korjaustöiden suuruus saattaa vaihdella jopa eri katraiden kohdalla, mikäli näitä on hoidettu ja ruokittu eri tavoin. TURNERin ja YOUNGIN (1969) mukaan yksittäiset ympäristötekijät voidaan jakaa sisäisiin ja ulkoisiin. Ulkoisiin faktoreihin kuuluu esim. seutu, jossa lampaita kasvatetaan. Ilmasto, siltä osin kuin se vaikuttaa

itse eläimeen eikä koko ympäristöön, voidaan ottaa erillisenä huomioon. Eri tilat saattavat samalla seudulla olla hyvinkin erilaisia johtuen hoidosta tai laitumen laadusta, minkä lisäksi vuotuiset vaihtelut on huomioitava. Kaikki mainitut tekijät vaikuttavat hyvin todennäköisesti koko katraan vuotuisen tuoton keskiarvoon. Mikäli katrasta pidetään eri aituksissa, saattaa osassa katrasta esiintyä aituksista aiheutuvia eroavuuksia. Sairaus, joka kohdistuu koko katraaseen tai vain muutamaiin yksilöihin, on laskettava osaksi ulkoiseksi tekijäksi.

Sisäisiä ovat tekijät, jotka vaikuttavat yksilöihin, mutta eivät koko katraaseen. TURNER ja YOUNG (1969) ovat luetelleet sisäisinä ympäristötekijöinä seuraavat: sukupuoli, emän ikä, syntymätyyppi, kasvatustyyppi, eläimen oma ikä vuosina, tai havaintohetkellä vallinnut ikäjakauma ja uuden karitsoimiskyky. Sukusiitosastetta voitaisiin käsitellä samalla tavalla, vaikka sitä ei ole laskettava ympäristötekijäksi (LAX ja BROWN 1967), TURNER ja YOUNG (1969) ovat esittäneet, että ulkoiset tekijät saattavat vaikuttaa eri rotujen tai katraiden välisissä geneettisissä vertailuissa. Sisäiset tekijät saattavat vaikuttaa heritabiliteetin, toistuvuuden tai korrelaation arviointiin. Ne saattavat myös vaikuttaa rotujen tai katraiden välisiin geneettisiin vertailuihin, sillä mikäli esimerkiksi yhdessä katraassa sattuu esiintymään tavallista enemmän kolmosia, on vieroituspainon keskiarvo ja varianssi tämän seurauksena erilainen.

BOWMAN (1966) on tarkastellut lähinnä painonlisäyksen tutkimiseen tarkoitettujen korjaustekijöiden valintamallia. Tällöin korjaustekijöitä on kehitetty seuraaville ominaisuuksille:

syntymäpaino, eläimen sukupuoli, syntymätyyppi, kasvutyyppi, karitsoimisaika, teurasikä, syntymävuosi, emän ikä sekä emän paino (taulukko 7). Blackface-lampaiden syntymäpainoa, vieroituspainoa ja hedelmällisyyttä tutkiessaan DONALD (1962) on kehittänyt yksinkertaiset korjaustekijät seuraaville ominaisuuksille: sukupuoli, kaksosten määrä ja uuhien ikä. Muuttujilla havaittiin olevan huomattavia vaikutuksia: syntymäpainoon vaikuttivat sukupuoli 0,6 naulaa, kaksosten määrä 2,1 naulaa ja karitsoiminen yhden vuoden ikäisenä 2,3 naulaa; vastaavat luvut vieroituspainoon sovellettuina olivat 7 naulaa, 14 naulaa ja 11 naulaa. DONALD (1962) arveli, että tällaisten sovellutusten avulla voitaisiin helpottaa pössien välistä vertailua tai tutkimusta yleensä alueilla, missä katraat ovat pieniä. Muutamat tutkijat ovat syntymäpainon sijasta käyttäneet syntymän jälkeistä painoa. Tämä saattaa olla hyödyllistä silloin, kun valinta tehdään syntymän jälkeisen lisäkasvun perusteella, syntymäpainon ollessa vakioitu. Yksilöarvostelututkimuksissa on tärkeää ymmärtää ympäristötekijöiden ja genotyypin suhteellinen vaikutus eri ominaisuuksiin, joten on tarpeen pystyä arvioimaan näiden eri tekijöiden vaikutuksen suuruus. Näiden arvioiden perusteella voidaan sitten tehdä tarpeelliset korjaukset, jotta geneettiset vertailut voitaisiin suorittaa yhä tarkemmin.

Taulukko 7.

Tutkija	Korjattava muuntelutekijä	Tutkittava ominaisuus
DEBACA ym. (1956) BROTHERS ja WHITHEMAN (1960, 1962) BROWN ym. (1961)	Syntymäpaino, syntymä- tyyppi, sukupuoli.	Vieroituspaino
CAMPBELL (1963)	Syntymäpaino, rotu, suku- puoli, syntymätyyppi, kasvutyyppi, isän linja, emän ikä	Päivittäinen painon lisäys 50:stä 90:een naulaan. Paino syntymä- hetkellä sekä 30:n ja 120:n päivän iässä.
CASSARD ym. (1956)	Sukupuoli, syntymätyyppi	Kasvu 120 päivän ikään asti
DONALD (1962)	Sukupuoli, syntymätyyppi, emän ikä	Kehon mittasuhteet Syntymä- ja vieroi- tuspaino, hedelmäl- lisuus
ERCANBRACK ja HARVEY (1964)	Vuoden, emän iän, synty- mä- ja kasvutyyppin yh- teisvaikutus	39 eri ominaisuutta
GJEDREM (1967)	Syntymä- ja kasvutyyppi, sukupuoli, emän ikä, kan- toaika, syntymäaika, emän paino	Paino syntymähetkel- lä, 14, 28 ja 42 päivän iässä sekä vieroituspaino
HARRINGTON ym. (1958)	Rotu, syntymä- ja kasvu- tyyppi, sukupuoli, syn- tymäpaino	Paino eri ikäisenä
KARAM (1959)	Vuosi, poikimisaika, su- kupuoli, syntymätyyppi, emän ikä	Vieroituspaino sekä paino vuoden ikäi- senä
MORE O'FERRAL ym. (1963)	Sukupuoli, syntymätyyppi, emän ikä	Syntymä- ja vieroi- tuspaino
SIDEWELL (1958)	Sukupuoli, syntymätyyppi	Karitsan imetyspai- no/emä
SMITH ja LINVALL. (1964)	Emän ikä, syntymäkausi, sukupuoli, syntymätyyppi, kasvutyyppi, syntymävuosi	Paino syntymähetkel- lä ja 120 päivän iässä, päivittäinen painonlisäys
SYVÄJÄRVI (1970)	Sukupuoli, emän paino ja ikä, väonueen koko, isä, tila, poikimisaika	Paino 120 ja 150 päivän iässä, ruhon ominaisuudet
TRAIL ja SACKER (1966)	Emän ikä, vuosi, suku- puoli, syntymätyyppi	Karitsan paino syntymä- hetkellä vieroituk- seen
WARWICK ja CARIWRIGHT (1958)	Sukupuoli, kasvutyyppi	Vieroituspaino
YALCHIN ja BICHARD (1964)	Sukupuoli, syntymätyyppi, kasvutyyppi	Paino ja hedelmäl- lisuus

E. RUHONPIIRTEET

Lampaan ruhon teurasprosentti on taloudellisuuden kannalta tärkeä ominaisuus. Jo ennen teurastusta siihen vaikuttavat useat seikat, kuten rehun laatu ja syönti. Siihen vaikuttavat myös pysyvät ominaisuudet, kuten rotu (McCLELLAND ym. 1976, TIMON 1975, BOTKIN ym. 1969), teurasikä sekä ruokintataso, kuten PALSSON ja VERGES (1952) ja PALSSON (1965) ovat osoittaneet. Myös sukupuolen ja kastraation vaikutusta teuraspainoon on tutkittu. BRADFORD ja SPURLOCK (1964) havaitsivat, että elopainoltaan 45-kiloisen kuohitsemattoman pääsin teurasprosentti oli 2 - 3 % alhaisempi kuin kuohitun. Samanlaisia tuloksia ovat saaneet CRESSWELL ym. (1964) ja PRESCOTT (1969). Elopainon ja teuraspainon välinen korrelaatio on joka tapauksessa korkea, kuten TALLIS (1964) ja VARO (1968) ovat osoittaneet.

Ruhon laatu on yleisesti tutkittu ominaisuus. Useimpien tutkimusten tarkoituksena on ollut löytää tarpeeksi objektivisia ruhon laadun mittoja ja pystyä laskemaan niiden vuoro-vaikutukset. EVERITT (1962) on osoittanut, että niin yhden kuin useammankin luokittelijamittajan tulokset elävän eläimen luokittelussa vaihtelevat huomattavasti eikä tämä vaihtelu välittömästi johdu ruhon rasvamäärästä. ROBINSON ym. (1956) ovat tutkineet useita ulkoisia mittoja ja niiden suhdetta vientilampaiden ruhonmittoihin. He havaitsivat, että kevyiden ruhojen kohdalla kaikkien mittaajien tulokset

olivat erittäin subjektiivisia, kun sekä rakenne että rasva-kerros otettiin huomioon, kun taas raskaammat ruhot osattiin arvioida tarkemmin. Yleensä raskaat ruhot arvioitiin suhteessa painavammiksi kuin kevyet.

BOWMAN (1966), CARROL (1967), TIMON (1968), FLAMANT ja BOCCARD (1966) ja PEARSON (1968) ovat tutkineet lampaiden ruhonlaadun arviointia ja siihen vaikuttavia tekijöitä. OWEN (1971) on luetellut lampaan ruhon tärkeimmät laatuvaatimukset, jota ovat:

- a) rasvattoman lihan kokonaismäärä,
- b) rasvattoman lihan optimaalinen sijainti ruhon eri osissa,
- c) rasvan ja lihan määrän optimaalinen suhde,
- d) lihan väri ja rakenne,
- e) lihan maku ja mehukkuus sekä
- f) säilytys- ja valmistusominaisuudet.

Lampaan ruhon rakenteen osoittimien ennustearvoa on usein yritetty määrittää. HAMMOND (1932), PALSSON (1939), WALKER ja McMEEKAN (1944), BARTON ja KIRTON (1958), KIRTON ja BARTON (1962) sekä TIMON ja BICHARD (1965) ovat osoittaneet, että eräitä mittoja voidaan käyttää ruhon arvioinnissa. Nämä mitat olivat seuraavat: eri ruhonosien koostumus, tietyt painomääritykset, ehjän ruhon suhteiden mitat sekä silmämääräinen arviointi.

Viimeksimainitut arvelivat, että eri ruhonosien, ennen kaikkea lanneosan, analysointia voidaan käyttää avuksi ennustettaessa rasvan, lihasten ja luun osuuksia koko ruhossa. KIRTON ja BARTON (1958) sekä TIMON ja BICHARD (1965) ovat tutkineet ruhon eri punnitsemismenetelmiä ja pyrkineet määrittämään

eri menetelmien arvon määriteltäessä rasvan osuutta koko ruhosta. He ovat saaneet tuloksiksi korkeita korrelaatioita, mutta menetelmien käyttökelpoisuutta vähentää niihin liittyvä suuri virhemahdollisuus. TIMON (1968) ehdottaa käytettäväksi kerrannaisregressioyhtälöä, joka perustuu käsittelemättömän ruhon ulkoisiin mittoihin, paino mukaan luettuna. RIELY ja FIELD (1969) ovat osoittaneet, että rasvaprosentin ennustamisessa voidaan menestyksellisesti käyttää menetelmää, jossa useita yksinkertaisia mittauksia on yhdistetty kerrannaisregressioyhtälöihin. Parhaita tuloksia saatiin käyttämällä ruhon painoa ja rasvakerroksen paksuutta.

FIELD ym. (1963) ovat lisäkasvututkimuksissaan suorittaneet yksilöarvostelukokeita 12 Southdown-pässille. Näiden jälke-
läisistä he havaitsivat, että nopeimmin kasvavilla liha oli yleensä vähärasvaista. Ruhon rasva lisääntyi lähes 1 %, kun pässin keskimääräinen painonlisäys pieneni 0,1 naulalla päivässä. Ruhon paino lisääntyi 0,09 naulaa päivittäin pässien keskimääräisen painon lisääntyessä naulalla. Tämän hypoteesin ovat esittäneet myös BROADBENT ja BOWMAN (1964). FIELD ym. (1963) ovat kuitenkin havainneet, ettei päivittäinen paino eikä ruhon koostumus mitenkään merkittävästi johtuneet syntymäajasta. Ruhon koostumus ei myöskään huomattavasti vaihdellut vuosittain, mutta ruhon päivittäinen lisäkasvu parani joka vuosi.

Useat tutkijat ovat tarkastelleet ruhon koostumuksen perinnöllisyyttä. TANEJA (1958) ja PURSER (1963) käyttivät sääriluuta perinnöllisyysarviointinsa perustana. Viimeksimainittu sai-
kin 0,56 suuruisen arvion sääriluun heritabiliteetille. Eri

tutkijat ovat käyttäneet ruhon eri piirteitä tutkimuksiensa pohjana (kts. taulukko 8) (BRADFORD ja SPURLOCK 1972, BOTKIN ym. 1969, BOWMAN ym. 1968, VARO 1968, SYVÄJÄRVI ja VARO 1972, TIMON ja BICHARD 1965, TIMON 1968). TIMON (1968) on osoittanut, että eräillä ruhon piirteillä on suhteellisen suuri heritabiliteetti, vaikkakin koetta suoritettaessa keskivirhe oli jälleen suuri. TIMONin (1968) arvioinneista ilmeni, että ruhon eri osien absoluuttinen paino oli perinnöllistä. Hän arvelikin, että teuras- tai ruhonpainon geneettinen varianssi saattaisi selittää suurimman osan siitä geneettisestä varianssista, joka ilmenee yksittäisten ruhonosien painossa. BOWMAN ym. (1968) ovat arvioineet useiden ruhonosien heritabiliteettiä . tehdessään kokeita lampailla, jotka teurastettiin niiden elopainon ollessa 80 - 90 naulaa. Vaikka arvioiden keskivirhe oli suuri, kävi ilmi, että pitkän selkälihakseen pinta-alan ja säären suhteellisen osuuden käyttäminen lisäsi suuresti geneettistä varianssia. Tutkiessaan suomenlampaiden kasvua ja ruhon piirteitä VARO (1968) päätyi suureen heritabiliteettiarvioon useiden ruhonpiirteiden ja mittojen kohdalla. Hänen käsityksensä mukaan suomenlampailla on näissä piirteissä paljon perinnöllistä vaihtelua, mikä saattaa olla merkittävää lihantuotannon kannalta.

Taulukko 8. Lampaan ruhonpiirteiden ja mittojen heritabiliteettiarviot.

Teos	Ruhon paino	Teuras-%	Ruhon paino/ päivä	Säären %-osuus ruhon painosta	Ruhon pituus	Sääriluum pituus
BRADFORD ja SPURLOCK (1972)		0,94+0,36	0,19+0,21			
BOTKIN ym. (1969)	0,33+11	0,41+0,12	0,35+0,11			
BOWMAN ym. (1968)	0,2			0,23		
PURSER (1963)						
SYVÄJÄRVI ja VARO (1972)	0,40			0,10		0,56
TIMON (1968)	0,53+0,25			0,02+0,16	0,28+0,21	0,68+0,28
VARO (1968)	0,34			0,30	1,00	

F. LAMPAIDEN JALOSTUKSEEN SOPIVAT VALINTAMENETELMÄT

Valintamenetelmän tehokkuus on se suhteellinen kehitysnopeus, joka saavutetaan parannettaessa halutun piirteen perinnöllistä tasoa. Lisäkasvuun perustuva valinta on parasta suorittaa sinä aikana, jolloin perinnöllisyyden osuus fenotyypisistä muuntelusta on suurimmillaan karitsoilla. Lampailla geneettinen lisäys tapahtuu kuitenkin helpommin kuin muilla eläinlajeilla. SANGOLT (1967) on analysoinut fenotyypin kokonaislisäystä vuodesta 1951 vuoteen 1965. Hän tuli siihen johtopäätökseen, että 160 päivän ikäisten karitsojen vieroituspaino oli lisääntynyt 0,17 % vuodessa, emien paino 0,38 %, emien villan paino 0,10 % ja karitsojen lukumäärä emää kohti 0,30 %. GJEDREM (1967) on havainnut karitsojen teuraspainon lisääntyneen 0,5 % vuosittain. Hänen mielestään saavutettu geneettinen edistyminen on ollut hyvin pieni. SKJERVOLD (1968) on tarkastellut perinnöllisten muutosten mahdollisuuksia lehmillä ja lampailla ja todennut, että lampaiden hedelmällisyys on 60 - 70 % parempi kuin lehmien.

- Tärkeimpien taloudellisten piirteiden heritabiliteetit ovat lampailla vähintään yhtä suuria kuin lehmillä.
- Lampaiden keskimääräinen sukupolviväli on paljon pienempi kuin lehmillä.
- Lampaiden valinta voidaan perustaa suoraan tiettyihin taloudellisiin piirteisiin.
- Tärkeiden taloudellisten piirteiden variaatiokertoimet ovat molemmilla lajeilla samanlaiset.

- Keinosiemennystä käyttäen on lampaiden valintaa mahdollista tehostaa.

EIKJE (1975) on todennut 1,0 - 1,3 %:n suuruisen vuotuisen perinnöllisen kehityksen. Vieroituspainon perinnöllinen lisäys on osoittautunut 0,25 kg:ksi vuodessa.

Omassa tutkimuksessa on tarkoituksena tarkastella eri valintamenetelmien suhteellista käyttöarvoa sekä sellaisia tekijöitä, jotka vaikuttavat niiden käytännön soveltuvuuteen. Sen jälkeen käsitellään valinnan soveltuvuutta suomenlampaisiin ottaen huomioon nimenomaan edellisissä luvuissa käsitellyt piirteet.

On olemassa kolme keskeistä valintamenetelmää:

- 1 yksilövalinta,
- 2 perhevalinta sekä
- 3 perheen sisäinen valinta.

Näiden lisäksi on myös muita menetelmiä, mutta niitä voidaan pitää edellä mainittujen muunnelmina.

1. Yksilövalinta

Tämä valinta perustuu yksittäisen eläimen fenotyypin arvoon. Menetelmän etuna on sen yksinkertaisuus, ja tietyissä tapauksissa se saattaa olla tehokkain menetelmä. Erittäin hyödyllinen se on tapauksissa, joissa tutkittavan piirteen heritabiliteetti on suuri, toisin sanoen silloin kun fenotyyppi ilmaisee hyvin eläimen jalostusarvon. Yksilövalinnan oletettu

edistymisen $R = i \sigma_p h^2$ jossa

i on valintaintensiteetti

σ_p fenotyypin keskihajonta

h^2 heritabiliteetti.

Kaksi viimeksi mainittua yhtälönosaa määräytyvät populaation ja valinnan kohteena olevan piirteen mukaan. Jalostaja voi kuitenkin vaikuttaa valinnan intensiteettiin ja tämä riippuu jalostukseen valitun populaation suhteista. Yksilövalintaa kutsutaan joskus massavalinnaksi. Yksilövalinnan edellytyksenä on valintaa helpottava yksilöiden fenotyypin arviointi.

2. Perhevalinta

Tässä tapauksessa arvosteluperustana käytetään perheen fenotyypin keskiarvoa. Perheet, joiden keskiarvo on alhainen, hyötään siitä huolimatta, että niissä olisi hyviä yksilöitä. Lampaiden ollessa kyseessä "perhe" tarkoittaa yleensä puolisisarusperhettä, sillä täyssisarperheet ovat yleensä liian pieniä ollakseen koemielessä hyödyllisiä. Perhevalinta on käytökelpoisin menetelmä tapauksissa, joissa valittavan piirteen heritabiliteetti on alhainen tai ominaisuus vaihtelee vain vähän ympäristötekijöiden vaikutuksesta, ja silloin kun perheet ovat suuria. Silloin kun heritabiliteetti on alhainen, ympäristön aiheuttamaa yksilöllistä vaihtelua esiintyy paljon, mutta suuressa perheessä tämä tuntuu kumoutuvan. Tästä syystä fenotyypin perhekeskiarvo muistuttaa läheisesti fenotyypin keskiarvoa perhekoon kasvaessa. Jälkeläisarvostelu on perhevalinnan käyttökelpoinen muunnelma. Yksilöitä arvostellaan jälkeläisten fenotyyppien keskiarvon perusteella. Teoreettisesti tämä on eläimen jalostusarvon ihanteellinen arviointimenetelmä, mutta käytännössä sen arvoa rajoittaa eläinten arvostelussa tarvittavan aineiston suuruus sekä sukupolvien

välisen ajan piteneminen. Viimeksi mainitun hankaluuden aiheuttaa se, ettei kantaeläimiä voida arvostella ennen kuin niiden jälkeläisistä on tutkittava piirre mitattu.

Sisarusvalinta on perhevalinnan toinen muunnelmä. Jalostuksessa käytettävien eläinten kaikkia piirteitä on mahdoton mitata. Ruhon piirteet ovat hyviä esimerkkejä tästä. Yksilöitä voidaan kuitenkin arvioida täys- tai puolisisarusten fenotyyppien keskiarvon perusteella.

Perhevalinnan edistyminen voidaan arvioida samalla tavoin kuin yksilövalinnan. $R_F = i\sigma_F h_F^2$, jossa

i on valinnan intensiteetti

σ_F on perheen keskiarvojen keskihajonta ja

h_F^2 on perheen keskiarvojen heritabiliteetti.

Kun tätä verrataan yksilövalintaan, σ_F on todennäköisesti pienempi kuin σ_P , mutta h_F^2 puolestaan paljon suurempi kuin h^2 (lähestyen ykköistä suuressa perheessä). Tässäkin tapauksessa jalostaja määrää valinnan intensiteetin.

2.1. Perheen sisäinen valinta

Tässä tapauksessa eri perheiden väliset eroavuudet jätetään huomioimatta ja valitaan ne yksilöt, joiden arvo ylittää eniten perheen keskiarvon. Tämä menetelmä soveltuu erittäin hyvin silloin, kun perheen jäsenissä esiintyy paljon ympäristöstä johtuvaa varianssia. Tällainen menetelmä ei todennäköisesti sovellu lampaille, koska täyssisarperheet ovat pieniä. Sen sijaan se todennäköisesti soveltuu sikojen vieroitusta edeltävän kasvun tutkimukseen, sillä pahnue on paljolti samojen ympäris-

tövaikutusten alainen ja porsaiden väliset erot johtuvat lähinnä emakoiden maidontuotannon suuruudesta.

Johtopäätöksenä edellisestä voitaisiin sanoa, että lammasvalinnassa joudutaan valitsemaan joko yksilö- tai perhevalintamenetelmä tai ehkä näiden kahden yhdistelmä. Valinta joudutaan tekemään tutkittavan piirteen heritabiliteetin perusteella, mutta perhevalinnan heikkoutena voidaan pitää pitkää sukupolvien välistä aikaa sekä aineiston aiheuttamia rajoitteita.

3. Valinta suomenlampaan jalostuksessa

Aikaisemmin on jo käsitelty lampaiden tuotantoon vaikuttavia taloudellisesti tärkeitä tekijöitä. Keskeinen ongelma on valita paras valintamenetelmä suomalaiselle maatiaislampaalle, jonka päsejä käytetään yleisesti eri puolilla maailmaa. Niiden monien piirteiden perusteella, joita tässäkin tutkimuksessa on käsitelty, näyttää karitsojen lisäkasvu olevan huomionarvoisin. Kun tämä piirre otetaan valinnan kohteeksi, oletetaan samalla syntymää edeltävän lisäkasvun ja rehunkäytön tehon lisääntyvän, mikä johtuisi näiden piirteiden korreloimisesta syntymän jälkeisen lisäkasvun kanssa. FALCONER (1960) on tutkimuksessaan osoittanut, että ennen kuin perhevalinta muuttuu tehokkaammaksi kuin yksilövalinta, tutkittavan piirteen heritabiliteetin täytyy laskea alle 0.2:n ja perheen koon täytyy olla suurempi kuin 50 tai perheen täytyy olla puolisisarperhe.

On pystytty osoittamaan, että lisäkasvun heritabiliteetti on noin 0,4. Sen perusteella, mitä edellä on sanottu mahdollisista valintamenetelmistä, voidaan tehdä se johtopäätös,

että yksilövalinnalla tai sen muunnelmilla voidaan päätyä suurempaan geneettiseen edistymiseen kuin perhevalinnan avulla. Näyttää siis siltä, että suomenlampaiden kohdalla lisäkasvuun perustuva yksilöarvostelu on erittäin hyvä menetelmä. Tämän tutkimuksen kokeellinen osa keskittyy etupäässä tarkastelemaan yksilöarvostelua suomenlampaille soveltuvana menetelmänä. Yksilöarvostelun kannattavuuden varmistamiseksi käytetään jälkeläisarvostelua jalostusarvon mittamiseksi. Tämä tutkimus ei käsittele niinkään paljoa geneettisen kehityksen nopeutta, vaan pyrkii osoittamaan yksilöarvostelun periaatteet. Sen tarkia näyttää olevan hyödyllisintä soveltaa erittäin tarkkaa, vaikkakin hidasta jälkeläisarvostelua, periaatteiden tarkistamiseksi.

OMAT TUTKIMUKSET

A. AINEISTO JA MENETELMÄT

1. Koepässit ja niiden kasvattaminen

Pässien yksilöarvostelukoe, joka järjestettiin Lampaanjalostusyhdistyksen tilalla vuonna 1975, oli kolmivuotisen lammashankinnan ensimmäinen vaihe. Lampaanjalostusyhdistyksen konsulentit valikoivat yhteensä 130 pässikaritsaa 71:stä tarkkailukattraasta ympäri maata (ÖSTERBERG 1975). Karitsat olivat syntyneet kaksosina, kolmosina ja nelosina aikavälillä 5.3. - 15.4. Pässien ikä kokeen alussa vaihteli 70 - 90 päivään. Ne kasvatettiin viiden kuukauden ikäisiksi. Kun ne oli tuotu koeasemalle, ne punnittiin kolmena peräkkäisenä päivänä. Paino kokeen alussa oli keskimäärin 20 kg. Karitsat jaettiin kahteen ruokintaryhmään, joista käytetään nimityksiä heinäryhmä ja väkirehuryhmä. Heinäryhmän eläimet saivat vapaasti heinää ja rajoitetusti väkirehua, ja väkirehuryhmän eläimet saivat puolestaan vapaasti sekä heinää että väkirehua. Väkirehuna oli tehdasseos Lammashankinta-Sampo. Yksilökarsinointiin sijoitettiin 46 pässiä, joista 23 pässiä sai väkirehua vapaasti ja 23 rajoitetusti. Loput karitsoista sijoitettiin 10 eläimen karsinointiin. Karitsoiden joukossa oli 12 täysveljesparia. Toiselle veljekselle annettiin väkirehua vapaasti ja toiselle rajoitetusti. Kaikki nämä karitsat olivat yksilöruokinnalla. Myös samalta tilalta tulleet karitsat sijoitettiin eri ruokintaryhmiin.

Yksilöruokinnan toteuttaminen osoittautui kokeen aikana vaikeaksi johtuen yksilökarsinoiden rakenteesta.

Kokeen aikana pässit punnittiin kolme kertaa kahden viikon välein. Viiden kuukauden ikäisinä ne punnittiin kolmena peräkkäisenä päivänä. Kokeen lopussa suoritettiin seuraavat mittaukset eläviltä eläimiltä: reiden ympärysyys, rinnan ympärysyys ja pään pituus mitattiin mittanauhalla, rinnan leveys, lantion leveys ja pään leveys mitattiin työntötulkilla. Pässit olivat mitattaessa keskimäärin 163 päivän ikäisiä. Mittaukset tehtiin kaikille 124 pässille, joista 63 oli heinäryhmässä ja 61 väkirehuryhmässä. Arvostelun jälkeen teurastettiin heinäryhmästä 55 ja väkirehuryhmästä 51 pässiä keskimäärin 175 päivän ikäisinä. Ruhon vasemmasta puolikkaasta leikattiin paisti- ja lapakappaleet ja punnittiin lihan, luun sekä rasvan määrä molemmista kappaleista.

Aineistossa ei ole suuria systemaattisista tekijöistä aiheutuneita virheitä, koska ruokintaryhmät käsitellään erillisinä. Mittaus- ja teurastusiässä on melko suurta vaihtelua, koska kaikki koe-eläimet mitattiin ja teurastettiin muutaman päivän aikana. Tästä syystä suoritettiin regressiokorjaus, jolla eläinten mitat korjattiin 163 päivän ja teurastustulokset 175 päivän ikään.

Pässien valinta

Pässien valinnassa otettiin huomioon kasy- ja lihakkuusominaisuudet. Pässit asetettiin paremmuusjärjestykseen molemmissa ruokintaryhmissä erikseen sekä viiden kuukauden painon

että päivittäisen lisäkasvun perusteella. Painon ja lisäkasvun perusteella suoritettujen ryhmitysten järjestysluvut laskettiin yhteen ja sen perusteella valittiin 10 parasta ja 10 keskimmäistä kummastakin ruokintaryhmästä. Nämä esivalitut pässit asetettiin jokaisessa 10 eläimen ryhmässä paremmuusjärjestykseen eräiden lihakkuusominaisuuksien perusteella, erikseen kunkin ominaisuuden osalta. Lihakkuusominaisuudet olivat seuraavat:

- selkälihaksen paksuus ultraäänikuvasta
- reisimitta
- rinnan ja lantion leveyksien keskiarvo
- pieni pään koko (leveysx pituus)

Eläinten lopullinen valinta tapahtui siten, että kasvuominaisuuksien ja lihakkuusominaisuuksien mukaisista järjestysluvuista muodostettiin summa, missä kasvuominaisuuksien järjestysluvulla oli nelinkertainen paino. Näin valittiin kummastakin ruokintaryhmästä kaksi parasta ja kaksi keskimmäistä pässiä (taulukko 10). Lisäksi jätettiin eloon 3 ylimääräistä pässiä.

Jälkeläiset ja niiden kasvattaminen ja arvostelu

Pässien jälkeläisarvostelua varten valittujen kahdeksan pässin lisäksi kolme ylimääräisenä valittua pässiä käytettiin astutukseen vuoden 1975 syksyllä Pirtin tilan ja Karilan koeaseman katraissa. Keväällä 1976 syntyi yhteensä 282 karitsaa (129 pässi- ja 153 uuhikaritsaa). Karilassa syntyi 208 karitsaa ja Pirtin tilalla 74 karitsaa. Karitsoiden syntymätyyppien keskiarvo oli 3,43 ja kasvutyyppien keskiarvo 3,17. Pässien

ikä kokeen alkaessa oli 64 päivää. Muut ominaisuudet ilme-
nevät taulukosta 13. 45 pässiä asetettiin sisätiloihin va-
paalle väkirehuruokinnalle ja loput eläimet eli 73 uuhia ja
62 pässiä olivat laiturilla. Jokaisella jälkeläisarvostelta-
valla pässillä oli jälkeläisiä sekä sisä- että laidunruokin-
nalla.

Kokeen aikana eläimet punnittiin kahden viikon välein. Ne pun-
nittiin myös viiden kuukauden ikäisinä ja suoritettiin saman-
laiset mittaukset kuin edellisenä vuonna. Lisäksi tehtiin
kaksi kertaa samanlaiset mittaukset 60 eläimelle mittojen
toistuvuuden laskemista varten. Kaikki jälkeläiset myös mi-
tattiin, joskin eri aikoina, koska niiden ikä vaihteli. Lo-
pullinen paino tarkastettiin punnituksella päivää ennen teu-
rastusta. Kokeen päätyttyä 168 pässi- ja uuhikaritsaa teu-
rastettiin. Teurastamisen jälkeen ruhot punnittiin välittö-
mästi ja tästä ns. kuumapainosta vähennettiin 3 %, jolloin
saatiin teuraspaino. Kaikilta teurastetuilta eläimiltä lei-
kattiin vasemmasta ruhonpuolikkaasta lapa ja paisti. Ruhon
puoliskot punnittiin teurastusta seuraavana päivänä. Jälke-
läisiltä määritettiin seuraavat kasvuominaisuudet:

- a) elokasvu: kasvu syntymästä viimeiseen punnitukseen ennen
teurastusta. Syntymäpainoa ei huomioitu.
- b) elokasvu viidessä kuukaudessa: paino 5 kk:n iässä jaettuna
iällä. Syntymäpainoa ei huomioitu.
- c) koekasvu: kasvu kokeen aikana
- d) teuraskasvu: ruhon puolikkaiden yhteispaino jaettuna
teurasiällä

2. Tilastolliset menetelmät

Tutkimuksen tilastollinen analysointi suoritettiin IBM 370/138 tietokoneella pienimmän neliösumman menetelmään perustuvan kovarianssianalyysiohjelman avulla (HARVEY 1966). Ohjelma on tehty siten, että tarkasteltavaan malliin voidaan sijoittaa samanaikaisesti regressiomuuttujia ja tavallisia luokkamuuttujia. Tulostuksessa saadaan selville luokkatasojen vaikutukset, osittaisregressiokertoimet ja keskivirheet kaikille edellä mainituille. Lisäksi saadaan regressiomuuttujien keskiarvot ja ko. muuttujan keskiarvo sekä tälle keskivirhe. Lisäksi tulostetaan arvio vaihtelulähteen neliösummalle ja F-arvolle. Regressiomuuttujina ovat vuorollaan olleet eläinten alkupaino ja -ikä sekä loppupaino ja -ikä. Painon ja iän vaihteluiden vaikutus on täten voitu eliminoida. Lisäksi on huomioitu emän ikä sekä kasvutyyppi. Luokkamuuttujina ovat tarpeen mukaan olleet syntymäpaikka, ruokintataso, sukupuoli, isän ryhmä, isän numero, emän ikä, syntymäaika, kasvutyyppi, keinoruokinta, isän ruokintaryhmä, syntymäaika, vieroitusikä sekä ikä teurastettaessa. HARVEYn (1966) mukaan on tärkeätä, että malliin ei oteta tekijöitä, joilla ei ole vaikutusta muuttujaan, mutta että mukaan tulisivat kaikki tekijät, joilla on vaikutusta.

Eri iässä saatuihin painoihin ja kasvunopeuksiin vaikuttavien tekijöiden merkityksen selvittämiseksi laskuissa käytettiin mallia:

$$Y_{ijkmn} = \mu + a_i + b_j + S_k + R_m + T_n + bA_{ijkmn} + dB_{ijkmn} + fC_{ijkmn} + E_{ijkmn}$$

missä Y_{ijkmn} , = karitsan ominaisuuden arvo eri syntymäpaikassa
j = ruokintatasolla, k sukupuoliella, m isän ryhmässä, T kasvu-
tyypillä

μ = populaation teoreettinen keskiarvo, jolloin oletetaan, että
havainnot ovat jakautuneet tasaisesti luokkien eri tasoille
ja että A_{ijkmn} , = B_{ijkmn} , = E_{ijkmn} , = 0

a_i = i:nnen syntymäpaikan vaikutus

b_j = j:nnen ruokintatason vaikutus

S_k = k:nnen sukupuolen vaikutus

R_m = m:nnen isäryhmän vaikutus

T_n = n:nen kasvutyyppin vaikutus

A_{ijkmn} , = emän ikä

B_{ijkmn} , = ikä kokeen alkaessa

C_{ijkmn} , = ikä teurastettaessa

b, d, f = Y_{ijkmn} :n ja vastaavan regressiomuuttujan välinen
osittaisregressiokerroin

E_{ijkmn} = virhetermi, joka oletetaan normaalisti jakaantuneeksi.

Askeltaavan regressioanalyysin avulla on pyritty selvittämään,
missä määrin elävän eläimen mitoilla pystytään arvioimaan sen
lihamäärää ja lihakuutta. Regressioanalyysillä (KORHONEN 1978)
on etsitty selitettäville muuttujille parhaat selittäväistä
muuttujista koostuneet mallit. Ohjelmalla on saatu esille myös
selittävien muuttujien tärkeysjärjestys. Yliopiston laskenta-
keskuksen HYLPS-järjestelmä kirjasto-ohjelmineen soveltui
analyysien suorittamiseen, jolloin voitiin käyttää Viikin
laitosten etäispäätettä. Tilastollinen malli on ollut seuraava:

$$Y = a_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + e$$

missä Y = selittävä muuttuja

a_0 = vakio

b_n = regressiokertoimet

x_n = selittävät muuttujat

e = normaalijakautunut satunnaisvirhe keskiarvolla 0

Ominaisuuksien heritabiliteettiarviot on laskettu sekä jälkeläisten puolisisarkorrelaatiosta että isän jälkeläisregressiosta. Puolisisarten välinen sukulaisuuskerroin on 0,25.

Tässä tutkimuksessa oli havainnot tehty kuitenkin sekä täys- että puoliveljistä, joten sukulaisuuden oletettiin olevan suuremman kuin 0,25. OSBORNE (1957) on esittänyt sovelletun sukulaisuuskertoimen laskukaavan:

$$r_g = \frac{1}{4} \frac{n(d+1) - 2}{nd - 1}$$

missä r_g = sukulaisuuskerroin

d = uuhien luku/pässi

n = kasvutyyppi

Puolisisarkorrelaatioista heritabiliteettiarviot on laskettu käyttämällä hierarkista varianssianalyysiä (SOKAL ja ROHLF (1969) MING-PIMIN (1962) ohjelman mukaan. Analyysit tehtiin koko aineistosta ja erikseen ruokintaryhmittäin sekä sukupuolittain.

Heritabiliteettiarvio:

$$h^2 = \frac{4 \sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_e^2}$$

jossa σ_s^2 = isien välinen varianssikomponentti

σ_e^2 = virheen varianssikomponentti

MING-PIMIn (1962) ohjelmassa heritabiliteettien standardi-
virheet on laskettu seuraavan kaavan mukaisesti:

$$\text{s. e. } (h^2) = \sqrt{\frac{32 h^2}{df + 1}}$$

jossa s.e. (h^2) = heritabiliteettien keskivirhe

df = vapausasteet

Isien ja jälkeläisten väliset regressiot on laskettu BECKERin
(1968) mukaan. Heritabiliteetti-arvio $h^2 = 2 \times b$. Heritabili-
teettien standardivirheet on laskettu BECKERin (1968) kaavan
mukaan:

$$\text{s.e. } (h^2) = 2 \text{ S. E. } (b)$$

Geneettisten korrelaatioiden määrittämiseksi on hierarkisen
varianssianalyysin ohella suoritettu hierarkinen kovarianssianalyysi MING-PIMIn (1962) ohjelman mukaan

$$r_g = \frac{\zeta_{s_{12}}}{\sqrt{\zeta_{s_1}^2 \zeta_{s_2}^2}}$$

jossa $\zeta_{s_{12}}$ = muuttujien 1 ja 2 välillä isien välinen kova-
rianssikomponentti

$\zeta_{s_1}^2$ = muuttuja 1, isien välinen varianssikomponentti

$\zeta_{s_2}^2$ = " 2, " " "

Ohjelmalla on laskettu geneettisten standardivirheiden arvo
seuraavan kaavan mukaisesti:

$$\text{s. e. } (r_g) = (1 - r_g^2) \frac{\text{s. e. } (h_1^2) \text{ s. e. } (h_2^2)}{2 h_1^2 h_2^2}$$

jossa S. e. (r_g) = geneettisen korrelaation keskivirhe

s. e. (h_1^2) = heritabiliteetin keskivirhe, muuttuja 1

s. e. (h_2^2) = " " " muuttuja 2

Elävän eläimen toistuvuuden mitat on laskettu BECKERin (1967)

kaavan mukaisesti:

$$R = \frac{\sigma_w^2}{\sigma_w^2 + \sigma_e^2}$$

jossa σ_w^2 = yksilöiden välinen varianssi

σ_e^2 = " sisäinen "

Toistuvuuden standardivirheiden arvo on laskettu seuraavan

kaavan mukaisesti:

$$S. e. (R) \cong \sqrt{\frac{2 \cdot (m - 1) \cdot (1 - R)^2 \left[1 + (K_1 - 1) R \right]^2}{K_1^2 (m - N) (N - 1)} \cdot \frac{(m - 1)}{m}}$$

R = toistuvuusarvo, m = mittausten määrä

K = mitta/eläin, N = eläinten määrä

B. TULOKSET

1. Koepässien fenotyyppi-arvostelun tulokset

Kahden koepässiryhmän ominaisuuksien keskimääräiset tulokset ja niiden hajonnat sekä vaihtelukertoimet on esitetty taulukossa 9. Koe on suoritettu kahden iältään keskimäärin melko samanlaisen ryhmän välillä (79,5 - 78,2 pv). Ääri-iät ovat kuitenkin vaihdelleet melkoisesti sekä heinäryhmässä (70 - 88 pv) että väkirehuryhmässä (69 - 87 pv). Alkuiän vaihtelu on vaikuttanut lähinnä alkupainoihin. Niiden vaihtelukertoimet ovat melko suuria, 21,5 % heinäryhmässä ja 25 % väkirehuryhmässä. Muut ominaisuudet kuin syntymä- ja kasvutyyppi, jotka vaikuttavat todennäköisesti alkupainoihin, vaihtelevat melkoisesti ryhmien sisällä. Syntymätyypin vaihtelukertoimet ovat 19,4 % heinäryhmällä ja 17,9 % väkirehuryhmällä. Luku on hiukan suurempi kasvutyyppille ollen 22 % heinäryhmässä ja 18,2 % väkirehuryhmässä.

Koepässiryhmät ovat eronneet toisistaan erittäin merkitsevästi ($P < 0,001$) monien ominaisuuksien suhteen. Väkirehuryhmän eläinten lopullinen elopaino on ollut keskimäärin 6,2 kg suurempi kuin heinäryhmän eläimillä. Ero on johtunut ilmeisesti suurimmaksi osaksi ruokintatason erilaisuudesta. Ryhmät ovat eronneet toisistaan myös kasvunopeuden suhteen. Väkirehuryhmän pässit ovat olleet erittäin merkitsevästi ($P < 0,001$) nopeammin kasvaneita kuin heinäryhmän pässit. Lisäkasvun vaihtelukertoimet ovat samanlaiset molemmissa ruokintaryhmissä, vaikka väkirehuryhmän osalta odotettiin

suurempaa muuntelua. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että pässit on hankittu parhaista katraista. Koepässiryhmät ovat lisäksi eronneet toisistaan eräiden mittaustulosten suhteen. Näitä ovat reisi, rinnan ympäryys sekä rinnan leveys. Näiden mitat ovat väkirehuryhmällä olleet erittäin merkitsevästi suurempia kuin heinäryhmällä ($P < 0,001$). Pään pituudessa ja leveydessä ja lantion leveydessä eivät ryhmien väliset erot olleet merkitseviä.

Jälkeläisarvostellut pässit on esitetty ja ryhmitelty yksilökokeen tuloksen mukaan I-ryhmän jälkeläisarvostelluista on ollut neljä pässiä molemmista ruokintaryhmistä, II-ryhmässä samoin. III-ryhmään sisältyy kolme ylimääräistä pässiä. Merkille pantavaa on, että pässi 70 on ollut varsin lähellä kärkipään päsejää. I-ryhmässä se on edellyttänyt jonkinlaista tasoituskasvua, koska keskinkertaisesta alkupainosta (26,3 kg) on päästy kolmanneksi suurimpaan elopainoon (48,6 kg). Aivan päinvastoin on edennyt pässi 23, jolla oli kärkipaino kokeen alussa (35,1 kg) ja toiseksi paras elopaino kokeen lopussa (49,4 kg), mutta sen lisäkasvu jäi alle 200 g/pv (199 g). Tämä johtuu mahdollisesti kahdesta syystä: ensiksikin pässi 23 on ollut yksilöruokinnalla, eikä saanut niin vapaasti rehua kuin karsinassa vapaana olleet pässit. Toinen syy on se, että pässi 23 sairasti kokeen aikana ripulin, joka hidasti sen kasvua. Pässillä 23 on hyvä rakenne ja suoritetuissa mitauksissa se on saanut kärkipään tulokset. Kolmas varapässi (90) on saavuttanut saman kasvunopeuden ja mitat kuin II-ryhmän pässit keskimäärin. I-ryhmän pässi 108 on kasvanut suuresti kokeen aikana (353 g) ja saavuttanut heikosta alkupainosta (22,5 kg) huolimatta mainion elopainon (47,9 kg). Hyvän kasvun

Taulukko 9. Koepässien ominaisuuksien keskiarvot, hajonnat ja vaihtelukertoimet.
n = 124

Ominaisuus	n = 63		n = 61		Ryhmien välinen F-testi	
	\bar{x}	Heinäryhmä S	\bar{x}	Väkirehuryhmä V-%		
Syntymätyyppi	3,19	0,60	3,20	0,57	17,9	NS
Kasvutyyppi	3,02	0,66	3,00	0,55	18,2	NS
Ikä kokeen alussa pv	79,5	8,9	78,2	9,1	11,6	NS
Ikä kokeen lopussa pv	154,0	0,46	154,1	0,45	0,29	NS
Koeaika pv	74,5	8,7	75,9	9,0	11,8	NS
Paino kokeen alussa kg	19,5	4,2	20,4	5,1	25,0	NS
Paino kokeen lopussa kg	33,1	4,6	39,3	4,4	11,2	xxx
Lisäkasvu kokeen aikana, g/182		32	249	42	16,9	xxx
Reisimitta, cm	67,7	4,2	74,1	4,8	6,5	xxx
Lantion leveys, cm	12,3	1,2	13,6	1,0	7,4	NS
Rinnan leveys, cm	14,8	1,5	16,4	1,3	7,9	xxx
Rinnan ympäryys, cm	71,6	4,3	76,8	3,2	4,2	xxx
Pään leveys, cm	8,2	0,5	8,8	0,7	8,0	NS
Pään pituus, cm	17,2	0,9	17,9	0,8	4,5	NS

Merkitsevyyks: NS = ei merkitsevä, xxx $P < 0,001$

lisäksi on pässillä (108) ollut varsin hyvät mitat. I-ryhmässä on lisäksi ollut paras pässi (66). Sen kasvu on ollut suoraviivaista, kokeen alkaessa sillä oli hyvä paino (30,5 kg) ja kärkipään paino kokeen lopussa. Huomion arvoinen seikka on myös se, että I-ryhmän pässien lisäkasvut ja elopainojen keskiarvot poikkesivat suuresti kaikkien testattujen pässien keskiarvoista.

Taulukossa 10 on esitetty lisäksi II-ryhmän eri ominaisuuksien hajonnat. Niiden vaihtelukertoimet ovat pieniä, koska II-ryhmän eläimet erosivat melko vähän kaikkien testattujen eläinten eri ominaisuuksien keskiarvoista.

Ominaisuuksien keskinäiset yhteydet

Elävän eläimen mittojen keskimääräisissä korrelaatioissa havaitaan selvä yhteys eri mittojen välillä (taulukko 11). Tämä yhteys kehon mittojen välillä näyttää olevan kohtuullinen päseillä tässä iässä. Sellainen mitta kuin pään leveys näyttää olevan merkitsevästi korreloitunut muiden mittojen kanssa. Tämä ilmiö selitetään siten, että varhaisella iällä pään koolla on suurempi merkitys kuin kehon koolla. Molempia ruokintaryhmiä vertailtaessa havaittiin, että päivittäinen lisäkasvu oli hieman, joskin merkitsevästi ($P < 0,05$) korreloitunut useimpien kehon mittojen kanssa rajoitetulla ruokinnalla (heinäryhmä). Heinäryhmän pässien pään pituus on merkitsevästi korreloitunut lisäkasvun kanssa ($P < 0,01$). Väkiurehuryhmän lisäkasvu oli negatiivisesti ja ei-merkitsevästi korreloitunut reiden mitan, rinnan leveyden ja pään pituuden kanssa.

Taulukko 10. Kolmen ryhmän valittujen päässien mittaustulosten keskiarvoja.

Ryhmä I	Reiden mitä	Lantion leveys	Rinnan leveys	Rinnan ymp.	Pään leveys	Pään pituus	Lisä- kasvu	Alku- paino	Loppu- paino	
1	27	74,30	13,90	14,20	77,20	8,80	18,10	242	26,4	42,4
2	66	81,20	15,0	20,66	83,50	9,30	20,0	283	30,5	51,7
3	106	70,10	14,0	16,80	78,0	8,30	18,80	251	22,0	39,8
4	108	77,60	15,0	18,0	82,50	8,40	18,0	353	22,5	47,9
x		75,80	14,48	17,42	80,30	8,70	18,73	282	25,35	45,45
S		4,90	1,53	1,82	6,10	0,20	1,18	66,50	5,40	9,25
V-8		6,9	11,81	11,66	8,2	2,40	6,72	30,85	27,0	25,55
Ryhmä II										
5	11	71,0	12,50	16,50	75,10	8,50	17,90	246	16,9	40,0
6	61	73,50	13,20	16,0	75,50	9,20	17,20	265	18,3	38,2
7	81	72,50	14,20	16,0	75,0	8,60	19,0	161	25,9	36,7
8	131	70,10	11,90	15,0	76,0	8,20	17,40	187	20,4	32,9
x		71,76	12,95	15,88	75,40	8,63	17,88	215	20,38	36,95
S		0,86	0,0	0,28	1,20	0,13	0,33	-0,50	0,43	0,75
V-8		1,21	0,0	1,80	1,60	1,50	1,88	0,0	2,15	2,0
Ryhmä III										
9	23	83,10	15,50	19,10	82,50	9,80	21,0	199	35,1	49,4
10	70	81,50	14,90	17,80	80,0	8,80	19,0	272	26,3	48,6
11	90	70,30	13,30	17,20	71,20	8,70	18,50	212	21,1	38,5
x		78,30	14,57	18,03	77,90	9,10	19,50	228	27,50	45,50
S		7,40	1,62	2,40	3,70	0,60	1,95	12,50	7,55	9,30
V-8		10,43	12,50	15,38	4,9	7,1	11,10	5,80	37,80	25,7

S = ryhmän keskiarvo - testattujen päässien keskiarvo

Taulukko 11. Elävän eläimen mittojen ja muiden ominaisuuksien keskinäiset korrelaatiot.

	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Ominaisuus													
Reiden mitta	1	0,768	0,645	0,839	0,651	0,737		0,257	0,527	0,523	0,385	0,416	
Lantion leveys	2		0,614	0,776	0,609	0,646			0,619	0,692	0,419	0,617	
Rinnan leveys	3			0,689	0,295	0,702				0,650	0,241	0,652	
Rinnan ymp.	4				0,664	0,818					0,507	0,640	
Pään leveys	5					0,561						0,318	
Pään pituus	6												
Lisäkasvu		0,363	0,396	0,376	0,341	0,240	0,482	-0,013	0,014	-0,207	0,012	0,159	-0,070
Elopaino		0,793	0,745	0,681	0,861	0,649	0,841	0,585	0,620	0,656	0,719	0,393	0,783
Teuraspaino		0,872	0,811	0,678	0,920	0,754	0,838	0,610	0,673	0,700	0,796	0,532	0,734

Merkitsevyys: $P < 0,05$, $r \geq 0,35$ $P < 0,01$, $r \geq 0,45$, $P < 0,001$, $r \geq 0,57$

Eläimen paino on erittäin merkitsevästi ($P < 0,001$) korreloitunut kaikkien kehon mittojen kanssa molemmissa ruokintaryhmissä. Pään leveys oli erittäin merkitsevästi korreloitunut ($P < 0,001$) ruumiinpainon kanssa heinäryhmällä, mutta vain hieman merkitsevästi ($P < 0,05$) väkirehuryhmällä. Erittäin merkitsevä korrelaatio näiden kahden ominaisuuden välillä heinäryhmän eläimillä saattaa johtua niiden rajoitetusta ruokinasta. Näillä eläimillä oli alhaisempi ruumiinpaino kuin väkirehuryhmän eläimillä.

Useimmat kehon mitat olivat korreloituneet ruhon painon kanssa erittäin merkitsevästi ($P < 0,001$), mutta pään leveys vain merkitsevästi ($P < 0,01$). Rinnan ympäryys oli parhain ruhon painon osoittaja molemmissa ruokintaryhmissä. Ruumiin paino ja ruhon paino olivat erittäin merkitsevästi ($P < 0,001$) korreloituneet kehon mittojen kanssa molemmissa ryhmissä, mutta päivittäinen lisäkasvu ei, erityisesti väkirehuryhmässä, ollut korreloitunut kehon mittojen kanssa. Tämä saattaa johtua siitä, että ruokinnan tasolla on ilmeisesti erilainen vaikutus näihin kahteen ominaisuuteen. Nämä korrelaatiot eivät välttämättä ole ristiriidassa BROADBENTin (1962) hypoteesin kanssa, jonka mukaan nopeakasvuisia eläimiä valitsemalla voidaan saada suurempikokoisia täysikasvuisia eläimiä.

2. Jälkeläisten fenotyypiarvostelun tulokset

Jälkeläisistä on tutkittu 280 karitsaa, 128 pässi- ja 152 uuhikaritsaa. Niiden syntymä- sekä kasvutyyppien keskiarvot ovat korkeampia kuin testattujen pässien vastaavien ominaisuuksien keskiarvot. Tämä johtuu mahdollisesti siitä, että karitsat ovat syntyneet parhaissa katraissa. Lisäksi uuhien ikä on ollut keskimäärin 4,6 vuotta (taulukko 12). Tämän ikäisinä uuhet pystyvät tuottamaan parhaan vuonamäärän. Jälkeläisten alkuikä on ollut keskimäärin 64 päivää eli 15 päivää vähemmän kuin koepäseillä edellisenä vuonna. Sen vuoksi jälkeläisten alkupaino on ollut keskimäärin 15,23 kg eli 4,7 kg vähemmän kuin koepäseillä. Jälkeläisten loppupaino taas on ollut keskimäärin 34 kg eli 2,2 kg vähemmän kuin niiden isillä edellisenä vuonna (taulukot 9 ja 12). Tämä johtuu siitä, että suurin osa jälkeläisistä, 217 eläintä, on ollut laiturilla, kun taas koe-eläimet edellisenä vuonna ovat olleet sisäruokinnalla. Lisäksi suurin osa jälkeläisistä on ollut uuhia. Jälkeläiset ovat kasvaneet nopeammin kuin isät heinäryhmässä, mutta väkirehuryhmän isät ovat olleet nopeampikasvuisia kuin jälkeläiset (taulukot 9 ja 12). Jälkeläisten painot eri iässä vaihtelevat suuresti. Alkupaino sekä elopaino I ja II vaihtelevat hiukan (27,5 - 26 %) enemmän kuin myöhään otetut elopainot. Tämä johtuu monista ympäristötekijöistä ennen vieroitusta, kuten syntymä- ja kasvutyypistä, emän iästä sekä emän maitotuotoksesta. Elopainojen vaihtelukertoimet alenivat ensimmäisen elopainon 27,5 %:sta viiden kuukauden elopainon 20 %:iin asti. Tämä merkitsee sitä, että edellä mainittujen ympäristötekijöiden vaikutukset vähenevät koko ajan.

Taulukko 12. Jälkeläisten eri ominaisuuksien keskiarvot ja keskihajonnat.

Ominaisuus	Keskiarvo	SD	CV
Syntymätyyppi	3,43	0,958	27,93
Hoito "	3,17	0,948	29,90
Emän ikä v.	4,6	2,27	49,02
Vieroitusikä, pv	34,72	2,14	6,16
Alkuikä, pv	64	7,87	12,35
Loppuikä, pv	163,5	3,43	2,09
Ikä teurastett., pv	164	3,81	2,31
Syntymäpaino, kg	2,755	0,545	19,78
Paino vieroitett., kg	9,622	2,140	22,24
Alkupaino, kg	15,23	3,93	25,80
Pään leveys	8,63	0,651	7,54
Pään pituus	15,84	1,340	8,45
Reisimitta	69,93	4,902	7,0
Rinnan ymp.	70,22	5,087	7,23
Rinnan leveys	15,90	1,915	12,04
Lantion leveys	13,72	1,18	8,63
Pään paino	1,50	0,246	16,40
Ruhon paino	12,10	3,465	28,63
Lihaa paistissa, g	2078	426	20,50
Rasvaa " , g	80,32	57,87	72,04
Elopaino I	15,57	4,29	27,55
" II	19,19	4,98	26,00
" III	21,95	5,43	24,70
" IV	24,51	6,0	24,50
" V	27,95	6,40	22,90
Paino 5 kk:n iässä	31,59	6,862	21,70
Loppupaino	34,0	6,848	20,10
Elokasvu	213	43,31	20,36
Teuraskasvu	83,5	21,77	26,06
Elokasvu 5 kk:n iässä	215	46,55	21,67
Koekasvu	199	63,02	31,67

Jälkeläisten lisäkasvu on ollut hiukan suurempi kuin isien kasvu (taulukot 9 ja 12). Jälkeläisten eri kasvuominaisuuksien vaihtelukertoimet vaihtelevat suuresti (taulukko 12). Kokeen aikana jälkeläisten lisäkasvun vaihtelukertoimet (31,7 %) ovat olleet selvästi korkeampia kuin elokasvun vaihtelukertoimet (20,4 %).

Pässien teuraspaino on ollut 12,10 kg eli 2,1 kg vähemmän kuin edellisinä vuosina (14,2 kg). Merkille pantavaa on rasvan osuuden muuntelu paistissa. Sen vaihtelukertoimet ovat olleet huomattavan suuria (72 %). Tämä johtuu siitä, että teurastettujen eläinten jonkossa on ollut uuhia ja että eläimet ovat olleet kahdella eri ruokinnalla.

3. Jälkeläisten fenotyyppiarvostelun tulokseen vaikuttaneet tekijät

3.1. Sukupuoli

Sukupuolen vaikutusta on tarkasteltu kaikissa analyyseissä. Tutkittuihin piirteisiin vaikuttavista tekijöistä se on eräs tärkeimmistä. Sukupuolen ja muiden ympäristötekijöiden korjausmenetelmiä on tässä tutkimuksessa käsitelty aiemmin tilastollisten menetelmien kohdalla. Sukupuolten väliset taloudellisten ominaisuuksien erot ovat selviä syntymäpainoa ja lantionleveyyttä lukuunottamatta (taulukko 13). Uuhi- ja pässikaritsojen syntymäpainossa esiintynyt 100 gramman ero ei ole vielä riittävä ollakseen tilastollisesti merkitsevä. Eri ikäisten uuhi- ja pässikaritsojen elopainojen erot olivat

puolestaan tilastollisesti erittäin merkitseviä ($P < 0,001$) (taulukko 13). Nämä tulokset ovat yhteneviä useiden aikaisempien tutkimustulosten kanssa. Uuhi- ja päässikaritsojen vieroituspainon ero oli kuitenkin noin 1 kg, mikä on tilastollisesti merkittävä ($P < 0,01$). Tämä eroaa hieman DONALDin (1962), BROADBENTin (1962), BOWMANin (1966) ja GJEDREMin (1967) saamista tuloksista, mikä johtuu siitä, että tässä tutkimuksessa käytetyt karitsat vieroitettiin suhteellisen varhain, 35 päivän ikäisinä. Kuvioista 3 ilmenee molempien sukupuolten elopainon kehitys.

Sukupuolten välinen elopainoero suurenee vähitellen ja on selvästi havaittavissa jo 5 kuukauden iässä (kuvio 3). Testatessa pienimmän neliösumman analyysillä sukupuolen ja muiden tekijöiden vaikutusta jälkeläisarvostelussa, sukupuolen osuus 5 kk:n ikäisten karitsojen elopainon vaihtelusta on 16,26, kun koko vaihtelu oli 69 %. Ruokintatason osuus 5 kk ikäisten karitsojen elopainon vaihtelusta oli suurin eli 48,16 %. Kun eläimet olivat laidunruokinnalla, sukupuolen vaihteluosuus oli 33,35 % 5 kuukauden ikäisten karitsojen elopainosta, kun kokonaisvaihtelu oli 75 %. Karitsojen syntymäpaikka aiheutti näillä karitsoilla suurimman osan eli 41 % kokonaisvaihtelusta. Sukupuolen vaihteluosuus suurenee kuitenkin selvästi iän lisääntyessä (taulukko 14 ja 15). Kasvueroja havaittiin uuhi- ja päässikaritsoilla lisäkasvussa, elokasvussa 5 kk, koekasvussa sekä teuraskasvussa (taulukko 13). Tilastollisesti merkitseviä ($P < 0,01$) olivat lisäkasvun, koekasvun ja teuraskasvun erot ja erittäin merkitseviä ($P < 0,001$) lisäkasvun 5 kk erot. Karitsojen sukupuolen vaihteluosuus oli 16,26 % 5 kk:n elokasvussa (taulukko 14). Sukupuolen vaihteluosuus 5 kk:n elokasvussa

Taulukko 13. Testipässien jälkeläisten kasvupiirteet ja elävän eläimen mitat.

Tutkittava piirre	Kaikki jälkeläiset n = 280		Pässikaritsat n = 128		Uuhikaritsat n = 152		Pässien ja uuhien välinen ero
	ka	keskihaj.	ka	keskihaj.	ka	keskihaj.	
syntymäpaino	2,786	0,448	2,841	0,532	2,732	0,672	1,788 NS
vieroituspaino	9,260	1,663	9,742	1,976	8,777	2,494	10,117 xx
elopaino I	15,409	3,127	16,384	3,715	14,433	4,690	11,70 xxx
elopaino II	19,120	3,522	20,520	4,185	17,721	5,283	18,995 xxx
elopaino III	22,258	3,722	23,888	4,422	20,628	5,583	23,078 xxx
elopaino IV	25,405	6,000	27,226	4,647	23,584	5,868	26,091 xxx
elopaino V	29,048	4,086	30,756	4,854	27,338	6,130	21,050 xxx
paino 5 kk	33,409	3,679	35,726	4,371	31,092	5,520	47,713 xxx
lisäkasvu	226,931	3,239	235,779	3,848	218,082	4,858	8,982 xx
lisäkasvu 5 kk	227,132	2,497	242,842	2,967	211,420	3,746	47,636 xxx
koekasvu	228,192	4,079	238,039	4,847	218,345	6,119	7,012 xx
teuraskasvu	91,881	1,544	96,339	1,834	87,422	2,316	10,030 xx
pään pituus	15,897	1,139	16,540	1,386	15,254	1,296	82,529 xxx
reisimitta	70,573	4,188	72,793	5,093	68,353	4,736	72,783 xxx
rinnanympärys	67,399	8,143	70,272	8,100	64,526	9,344	81,331 xxx
rinnanleveys	15,300	3,673	16,067	3,654	14,532	4,215	28,528 xxx
päänleveys	8,464	1,108	8,771	1,102	8,158	1,271	49,979 xxx
lantionleveys	13,729	1,075	13,772	1,154	13,686	1,571	0,247 NS

Taulukko 14. Pienimmän meliösumman analyysi sukupuolen, syntymäpaikan, isän ryhmän ja ruokintatason vaikutuksesta jälkeläisten piirteisiin.

Tutkittava piirre	Syntymäpaikka		Isän ryhmä		Sukupuoli		Ruokintataso		Yhteinen osuus muuntelusta, %
	%	F	%	F	%	F	%	F	
syntymäpaino	1,52	2,35	0,0	0,01	0,86	1,79	0,00	0,00	2,38
vieroituspaino	16,33	19,92xxx	1,19	2,35	7,67	10,12xxx	0,00	0,51	25,19
elopaino I	19,95	26,93xxx	0,0	0,37	8,03	11,71xxx	5,32	6,10x	33,30
elopaino II	18,00	25,83xxx	0,0	0,07	12,71	19,0xxx	6,45	7,56xxx	37,16
elopaino III	12,82	19,85xxx	0,0	0,37	14,64	23,07xxx	13,57	15,72xxx	41,03
elopaino IV	7,09	12,75xxx	0,0	0,51	14,76	26,09xxx	25,84	32,58xxx	47,69
elopaino V	7,57	14,84xxx	0,0	0,34	10,69	21,05xxx	34,30	47,21xxx	52,56
elopaino 5 kk	4,24	12,88xxx	0,37	2,03	16,26	47,71xxx	48,16	100,44xxx	69,03
lisäkasvu	21,85	31,49xxx	0,29	1,40	5,58	8,98xxx	10,19	11,48xxx	37,91
teuraskasvu	22,39	36,89xxx	0,0	0,96	5,49	10,03xxx	18,04	22,33xxx	45,92
koekasvu	40,96	86,38xxx	0,0	0,85	2,72	7,01xxx	16,19	26,76xxx	59,81
lisäkasvu 5 kk	4,28	12,95xxx	0,37	2,01	16,26	47,64xxx	48,11	100,21xxx	69,02

Merkitsevyys x P < 0,05

xx P < 0,01

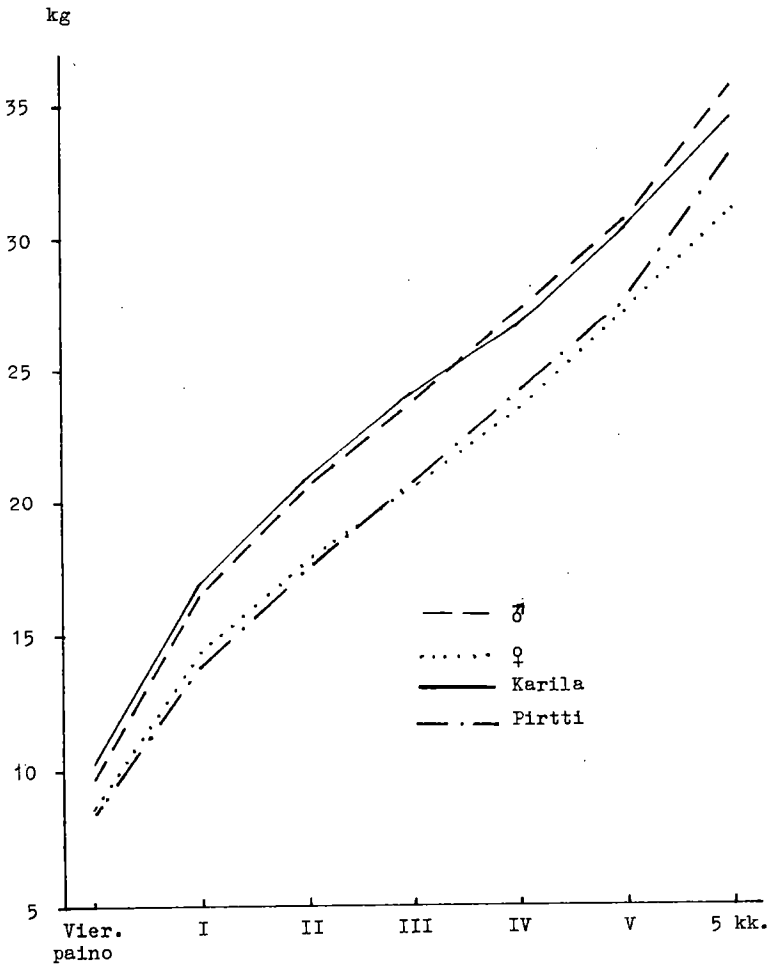
xxx P < 0,001

on lähellä 5 kk:n elopainon vaihteluosuutta. Koska lisäkasvu lasketaan 5 kuukauden ikäisiltä karitsoilta jakamalla elopaino 150:llä, sukupuolen osuus vaihtelusta jää pieneksi. Lisäkasvussa sen osuus oli 5,58, teuraskasvussa 5,49 ja koe- kasvussa 2,27 % (taulukko 14) kokonaisvaihtelun ollessa vastaavasti 37,91 %, 45,92 % sekä 59,81 %. Laidunruokinnassa sukupuolen vaikutus kasvuun jäi myös vähäiseksi: 3,87 % teuraskasvusta, 8,02 % elokasvusta sekä 8,28 % teuraskasvusta. Näiden piirteiden kohdalla syntymäpaikan vaikutus oli suurin. Sukupuoli aiheutti kuitenkin suurimman osan vaihtelusta 5 kk:n elokasvussa eli 39,04 %, kun kokonaisvaihtelu oli 44,83 % (taulukko 15). Lantionleveyttä lukuunottamatta muiden mittojen keskiarvot olivat pössikaritsoilla suuremmat ja sukupuolten väliset erot olivat erittäin merkitsevät ($P < 0,001$) (taulukko 13). Laitumella olleiden eläinten kohdalla sukupuolen vaihteluosuus oli erilainen eri mittojen kohdalla. Suurin osuus oli 31,18 % päänleveydessä, 21,49 % rinnanypäryksessä, 17,03 % päänpituudessa, 7,48 % reisimitassa ja 2,28 % rinnanleveydessä (taulukko 15). Viimeksi mainitun mitan kohdalla karitsan sukupuoli, syntymäpaikka ja isän ryhmä selittivät ainoastaan 29,02 % kokonaisvaihtelusta. Tutkittaessa pelkästään pössikaritsoja ruokinnan taso selitti yksistään 55 % rinnanleveyden kokonaisvaihtelusta. Karitsojen sukupuoli vaikutti kuitenkin huomattavasti päänmittaan eikä niinkään syntymäpaikka. Sen sijaan muihin mittoihin, kuten reiden- tai rinnanypärykseen, syntymäpaikka vaikutti enemmän.

Taulukko 15. Pienimmän neliösunnan analyysi sukupuolen, syntymäpaikan ja isän ryhmän vaikutuksesta jälkeläisten piirteisiin laidunruokinnalla (n = 217).

Tutkittava piirre	Sukupuoli %	Syntymäpaikka %	Isän ryhmä %	Varianssi- yhteensä
elopaino I	8,66	58,05	0,00	66,71
elopaino II	13,28	51,23	0,00	64,51
elopaino III	17,92	51,30	0,00	69,22
elopaino IV	22,47	42,18	0,00	64,65
elopaino V	18,67	36,14	0,00	54,81
paino 5 kk	33,35	41,04	0,60	74,99
paino koko lk	5,90	57,85	0,00	63,75
rinnanlympäryys	21,49	43,35	0,35	65,19
rinnanleveys	2,28	25,08	1,66	29,02
päänleveys	31,18	6,57	1,00	38,75
pääpituus	17,03	14,61	0,38	32,02
reisi	7,48	52,45	0,55	60,48
teuraskasvu	8,28	43,24	0,88	52,41
elokasvu	8,02	41,76	1,36	51,13
elokasvu 5 kk	39,04	41,05	0,84	44,83
koekasvu	3,87	63,87	0,75	68,49

Kuvio 3. Sukupuolen ja syntymäpaikan vaikutukset elopainon kehitykseen.



3.2. Syntymäpaikka

Syntymäpaikka on vaikuttanut jälkeläisten vieroituspainoon, elopaino I:een ja elopaino II:een enemmän kuin sukupuoli. Se selitti 16,33 % vieroituspainon kokonaisvaihtelusta, 19,95 % elopaino I:n ja 18,0 % elopaino II:n kokonaisvaihtelusta. Kuten taulukosta 14 ilmenee, syntymäpaikka vaikutti erittäin merkitsevästi ($P < 0,001$) jälkeläisten kaikkiin ominaisuuksiin. Toisaalta syntymäpaikka selitti ainoastaan 7,09 - 7,57 % elopainon kokonaisvaihtelusta myöhemmällä iällä ja 4,24 % elopainon kokonaisvaihtelusta 5 kuukauden ikäisillä karitsoilla. Jälkeläisten kasvuun kokeen aikana vaikutti erityisesti ja enemmän kuin muihin tutkittaviin piirteisiin, syntymäpaikka. Syntymäpaikka selitti 40,96 % tutkittavien piirteiden kasvun kokonaisvaihtelusta. Syntymäpaikka selitti 21,85 % lisäkasvun kokonaisvaihtelusta, 22,39 % teuraspainon ja 4,28 % viiden kuukauden aikana tapahtuneen kasvun vaihtelusta (taulukko 14). Syntymäpaikan suuri vaikutus jälkeläisten kasvuun saattaa johtua siitä, että suurin osa jälkeläisistä oli laidunruokinnalla. Laidunruokinnalla olleiden karitsojen syntymäpaikka selitti 63,8 % koekasvun kokonaisvaihtelusta (taulukko 15). Sen sijaan karitsojen syntymäpaikka selitti ainoastaan 3,28 % koekasvun kokonaisvaihtelusta, kun eläimet olivat sisäruokinnalla (taulukko 16).

Syntymäpaikan vaikutus jälkeläisten eri piirteisiin saattaa johtua siitä, että karitsojen hoito ja ruokintataso syntymän jälkeen ja kokeita edeltäneenä aikana oli lähempänä optimia ensimmäisessä syntymäpaikassa kuin toisessa. Ensimmäisessä

Taulukko 16. Pienimmän neliosuman analyysi syntymäpaikan ja isän ryhmän vaikutuksista korkean ruokintatason pääsijälkeläisten yksilöominaisuuksiin. n = 46.

Tutkittava ominaisuus	Syntymäpaikka %	Isän ryhmä %	Isän ryhmä F	Yhteinen osuus muuntelesta, %	
elopaino I	44,81	13,21xxx	4,84	2,25 NS	49,65
elopaino II	39,78	10,06xxx	0,00	0,654 NS	39,78
elopaino III	35,56	8,57xx	0,00	0,690 NS	35,56
elopaino IV	29,89	6,85x	0,00	0,709 NS	29,89
elopaino V	24,52	5,45x	0,00	0,241 NS	24,52
paino 5 kk	11,93	2,64 NS	0,00	0,359 NS	11,93
paino kokeen alkaessa	36,24	8,80xx	0,00	0,766 NS	36,24
rinnan ympäryys	19,48	4,31x	0,00	0,331 NS	19,48
rinnanleveys	00,00	0,971 NS	0,46	1,060 NS	0,46
pään leveys	3,76	1,54 NS	0,00	0,301 NS	3,76
pään pituus	12,13	2,89 NS	0,00	0,346 NS	12,13
reisi	31,48	8,79xx	13,11	4,08x	44,59
elokasvu	0,00	0,50 NS	0,00	0,12 NS	0,00
elokasvu 5 kk	11,93	2,48 NS	0,00	0,443 NS	25,51
koekasvu	3,28	1,64 NS	0,00	0,104 NS	3,28
teuraskasvu	0,00	0,268 NS	0,00	0,182 NS	0,00

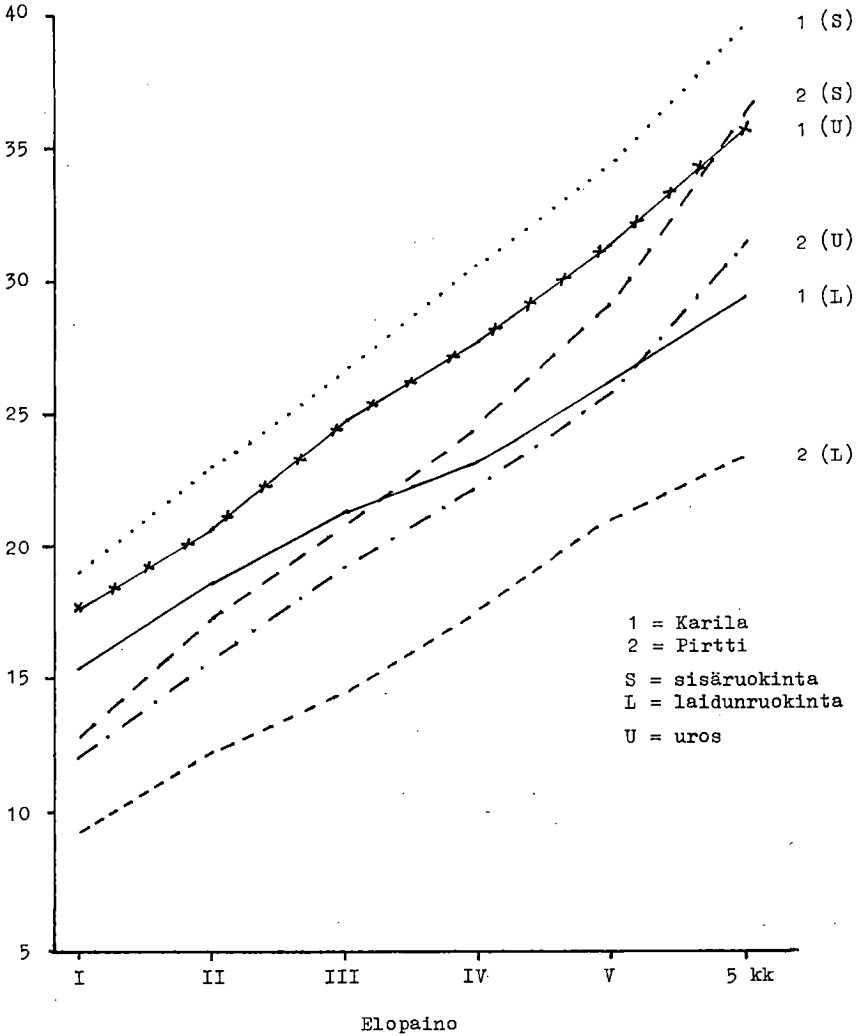
paikassa syntyneet karitsat nainoivat vieroitushetkellä 1 kg enemmän kuin toisessa paikassa syntyneet. Kokeen ensimmäisen osan aikana tämä elopainojen välinen ero oli ensimmäisessä paikassa syntyneiden karitsojen eduksi. Kokeen neljän viimeisen viikon aikana havaittiin toisessa paikassa syntyneillä karitsoilla tasoituskasvua (kuvio 3). Syntymäpaikka selitti 58,05 - 41,04 % laitumella ruokittujen karitsojen elopainon vaihtelusta ja 44,81 - 11,93 % sisällä ruokittujen karitsojen elopainon vaihtelusta (taulukko 15 ja 16). Syntymäpainon vaikutus sisällä ruokittujen pässikaritsojen elopainoon oli erittäin merkitsevä ($P < 0,001$) elopainolle I, sekä merkitsevä ($P < 0,01$) elopainolle II ja III, ja hieman merkitsevä ($P < 0,05$) elopainoille IV ja V. Viiden kuukauden ikäisten karitsojen elopainoon ei syntymäpaikalla ollut lainkaan merkitsevää vaikutusta (taulukko 17). Kuvioista 4 ilmenee toisessa paikassa syntyneiden karitsojen korvaava kasvu kokonaisuudessaan. Toisessa paikassa syntyneet ja sisällä ruokitut pässikaritsat olivat noin 6 kiloa kevyempiä ensimmäisessä punnituksessa ja ainoastaan 3 kiloa kevyempiä viiden kuukauden ikäisinä. Korvaava kasvu ei ollut yhdenmukaista kahdella eri ruokintatasolla pidetyillä pässikaritsoilla. Laitumella pidetyillä uuhi- tai pässikaritsoilla ei esiintynyt lainkaan korvaavaa kasvua, mikä saattaa johtua laidunruokinnan rajoituksista.

Syntymäpaikka on vaikuttanut suurimpaan osaan jälkeläisten mitoista. Syntymäpaikka selitti suuresti kokonaisvaihtelua reisimitassa ja rinnanympäryksessä ja huomattavasti vähemmän rinnanleveudessa sekä ainoastaan hyvin vähän päänleveudessa ja pituudessa (taulukko 15, 16 ja 17). Laitumella ruokittujen

Taulukko 17. Pienimmän neliösumman analyysi syntymäpaikan, ruokintatason ja isän ryhmän vaikutuksista pääsikaritettäjälkeläisten yksilöominaisuuksiin (n = 128)

Tutkittava ominaisuus	%	Ruokinta F	Syntymäpaikka F	Isän ryhmä %	F	Yhteinen osuus vaihtelusta, %
elopaino I	6,16	6,72x	24,68xxx	0,00	0,781	NS
elopaino II	7,30	7,36xxx	21,21xxx	0,00	0,294	NS
elopaino III	13,81	13,08xxx	18,28xxx	0,00	0,308	NS
elopaino IV	24,57	23,29xxx	14,41xxx	0,00	0,515	NS
elopaino V	31,86	31,54xxx	12,69xxx	0,00	0,444	NS
paino 5 kk	50,17	62,51xxx	10,34xx	0,00	0,620	NS
pario kokeen alkaessa	0,00	0,438 NS	19,55xxx	0,00	0,172	NS
rinnanympäryys	33,46	37,70xxx	16,50xxx	1,29	1,85	NS
rinnanleveys	55,55	64,21xxx	3,45 NS	1,68	2,14	NS
päänleveys	5,07	3,52 NS	2,63 NS	0,00	0,485	NS
päänpituus	33,39	27,55xxx	5,83x	0,00	0,033	NS
reisi	33,23	40,53xxx	18,09xxx	3,64	3,59x	62,79
elokasvu	10,23	8,26xxx	0,27 NS	0,00	0,470	NS
elokasvu 5 kk	44,56	68,45xxx	11,58xxx	0,75	1,69	NS
koekasvu	22,60	20,20xxx	2,35	2,11 NS	0,776	NS
teuraskasvu	17,99	14,99xxx	0,00	0,00	0,137	NS

Kuvio 4. Syntymäpaikan vaikutus elopainon kehitykseen.



jälkeläisten mittoihin vaikutti syntymäpaikka enemmän kuin sisällä ruokittujen karitsojen mittoihin (taulukko 15 ja 16). Laidunruokinnalla syntymäpaikka selitti vastaavasti 52,45 ja 43,35 % reiden ja rinnanympäryksen kokonaisvaihtelusta, mikä on tilastollisesti erittäin merkitsevää ($P < 0,001$) (taulukko 15). Tämä sama tekijä selitti vähemmän eli 25,08 % rinnanleveyden kokonaisvaihtelusta, mikä on vain vähän merkitsevää ($P < 0,05$). Syntymäpaikka selitti ainoastaan 6,57 ja 14,61 % päänleveyden ja pituuden kokonaisvaihtelusta, mikä ei ole tilastollisesti merkitsevää.

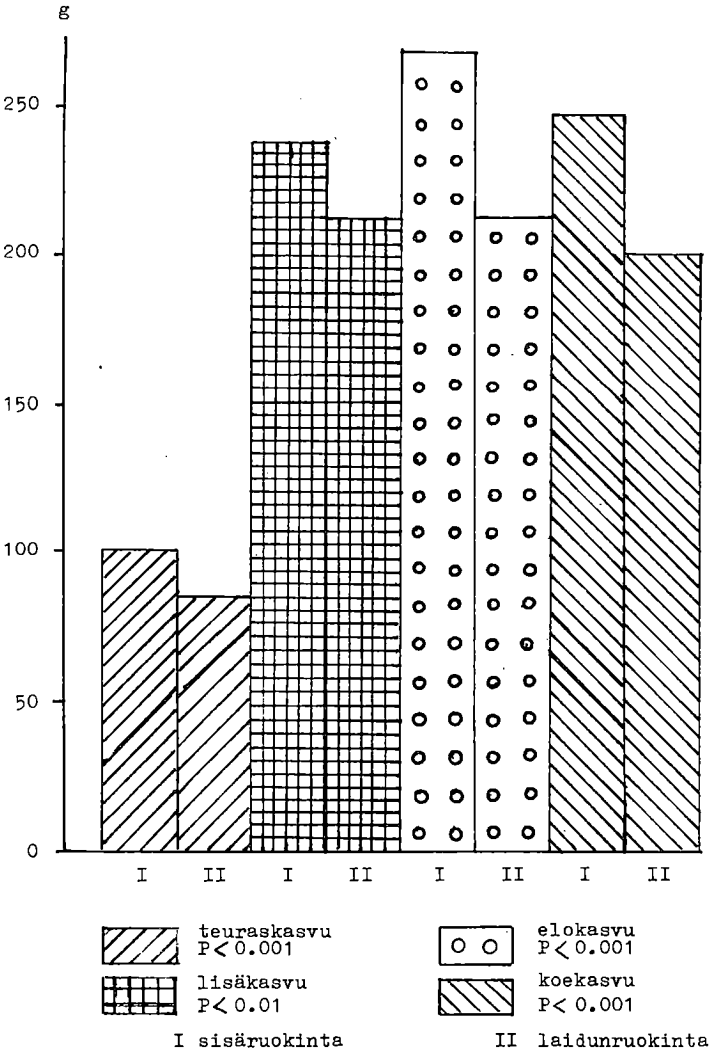
Sisällä ruokittujen jälkeläisten kohdalla syntymäpaikka on vain vähäisessä määrin vaikuttanut mittoihin. Ainoastaan reiden- ja rinnanympäryksessä on havaittavissa merkitsevää ja jonkin verran merkitsevää vaikutusta ($P < 0,01$) ja ($P < 0,05$). Syntymäpaikka selitti näistä vastaavasti 31,48 ja 19,48 % kokonaisvaihtelusta (taulukko 16). Samanlaisia tuloksia on saatu pässien kohdalla: syntymäpaikka selitti vastaavasti 24,90 ja 25,92 % edellä mainittujen piirteiden kokonaisvaihtelusta. Tämä osoittaa, että reiden ja rinnan ympärykset kehittyvät nopeasti ja varhain muihin mittoihin verrattuna. Jälkeläisten ennen kokeen alkua tapahtunut kasvu ja ruokinta aiheuttavat ehkä suurimman osan syntymäpaikan vaikutuksista näiden kahden mitan kohdalla.

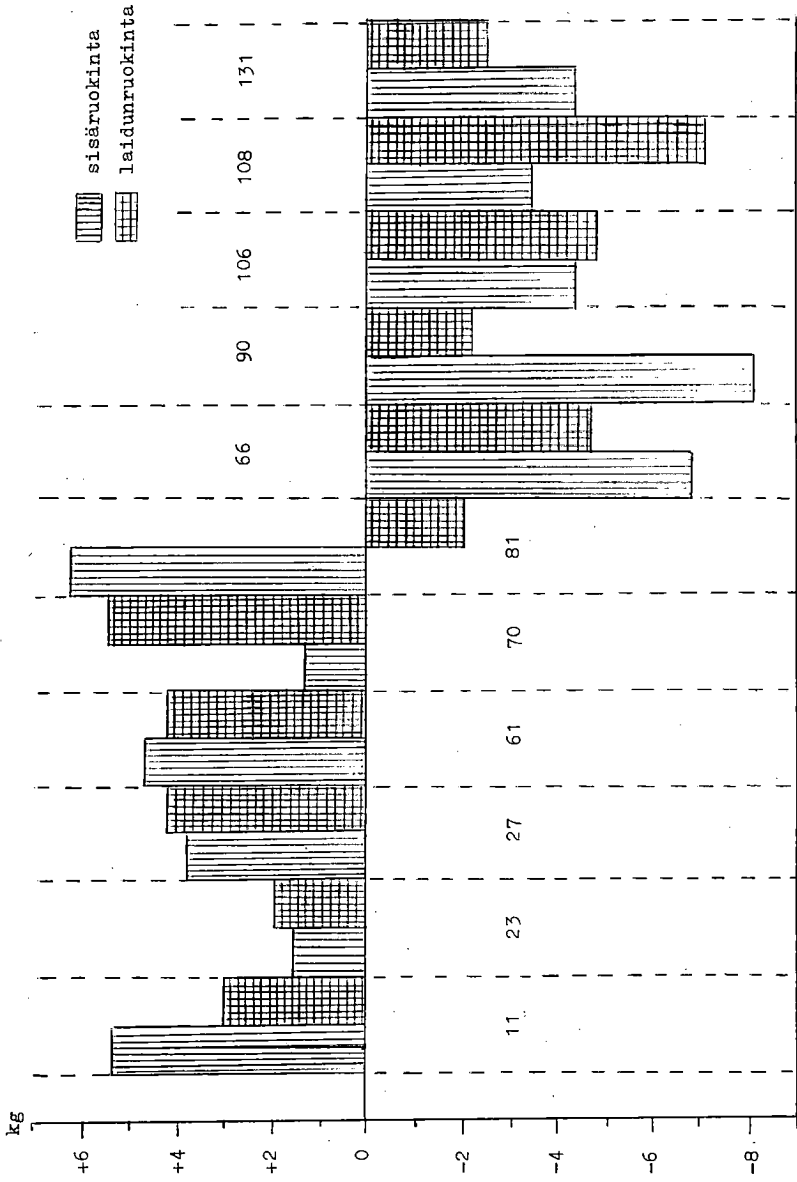
3.3. Ruokinta

Jälkeläisten jakaminen kahteen eri ruokintaryhmään on kuvattu aikaisemmin tässä tutkimuksessa (s. 63). On tärkeää huomata,

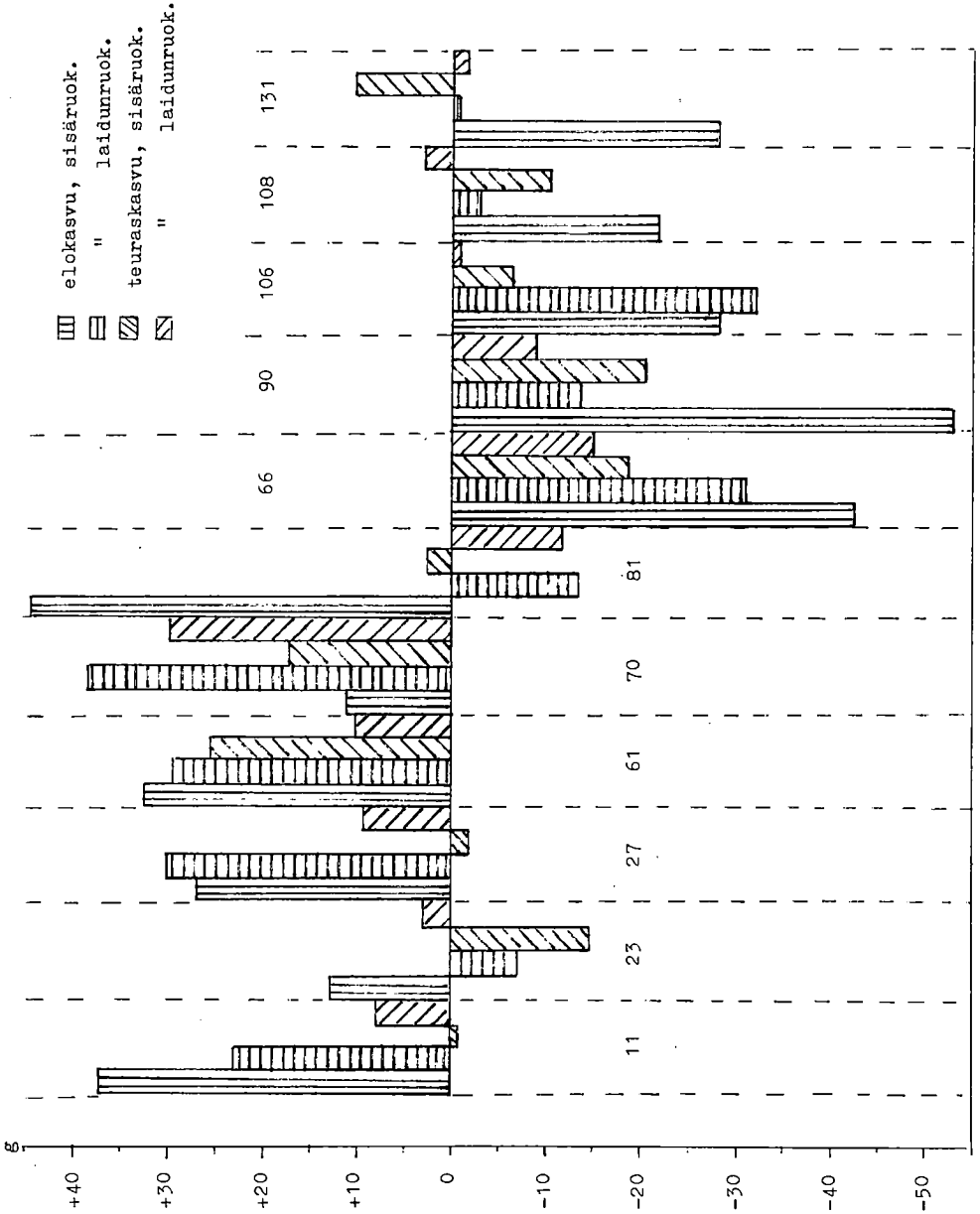
että ainoastaan pässikaritsat jaettiin näihin ryhmiin. Ruokinnan taso on hieman ($P < 0,05$) vaikuttanut pässien elopainoon, mikä mitattiin kokeen alussa, mutta tämä selitti ainoastaan 6,16 % pässien elopainon kokonaisvaihtelusta (taulukko 17). Kokeen edistyessä ruokintatason vaikutus elopainon kasvuun lisääntyi huomattavasti. Ruokintataso on vaikuttanut erittäin merkitsevästi 5 kuukauden ikäisten pässien elopainoon ($P < 0,001$) selittäen 50,17 % tämän piirteen kokonaisvaihtelusta. Ruokintatason kasvava vaikutus elopainoon merkitsee samalla syntymäpaikan vaikutuksen vähenemistä. Ruokintatason vaikutus kaikkiin mittoihin päänleveyttä lukuunottamatta on erittäin merkitsevä ($P < 0,001$) (taulukko 17). Erityisesti on huomattava ruokintatason merkitys rinnanleveyteen, mikä on suurempi kuin muiden mittojen kohdalla. Ruokintataso selitti 55,55 % rinnanleveyden kokonaisvaihtelusta ja 33,30 % reiden ja rinnanympäryksen sekä päänpituuden kokonaisvaihtelusta (taulukko 17). Tämä osoittaa rinnanleveyden kehittyvän myöhemmin kuin reiden- ja rinnanympäryksen, joiden kehitys alkoi varhaisemmassa vaiheessa ja joihin syntymäpaikka vaikutti suuresti. Verrattaessa pässien eri kasvupiirteitä havaitaan, että sisällä ruokitut pässit kasvoivat nopeammin kuin laitumella ruokitut (kuvio 5). Ruokintataso on erittäin merkitsevästi ($P < 0,001$) vaikuttanut pässien teuraskasvuun, 5 kk:n elokasvuun ja kasvuun kokeen aikana. Pässien lisäkasvuun on ruokintataso vaikuttanut vähemmän ($P < 0,01$). Pässien ruokintataso selitti ainoastaan 10,23 % tämän piirteen kokonaisvaihtelusta. Syntymäpaikalla ei ollut minkäänlaista vaikutusta tähän piirteeseen. Ruokintataso selittää kuitenkin niinkin paljon kuin 44,56 % 5 kk:n lisäkasvun kokonais-

Kuvio 5. Ruokinnan vaikutus eri kasvuominaisuuksiin pääsijälkeläisillä.





Kuvio 7. Ruokintaryhmien väliset erot pääsien 5 kt:n elokasvussa ja teuraskasvussa isittäin.



vaihtelusta.

Isän ryhmässä ruokintataso on vaikuttanut merkittävästi ($P < 0,001$) jälkeläisten 5 kk:n elopainoon. Jälkeläisistä tämä käy selvemmin ilmi (kuvio 6 ja 7), kun verrataan eri isien kahdella eri ruokintatasolla pidettyjen jälkeläisten 5 kk:n kasvua ja teuraskasvua. Eräät jälkeläiset kasvoivat enemmän sisäruokinnalla kuin laitumella ja toiset taas päinvastoin (kuvio 6 ja 7). On huomattava, että suurin osa parhaimpien isien jälkeläisistä kasvoi enemmän laidunruokinnalla kuin sisäruokinnalla. Tämä eri isien jälkeläisten erilainen kasvu osoittaa isän ja ruokintatason yhdysvaikutusta näissä piirteissä.

3.4. Muut vaikuttaneet tekijät (emän ikä, alkuikä, kasvutyyppi ja loppuikä)

Jälkeläisten emien ikä vaihteli yhdestä yhdeksään vuoteen. Emien iässä esiintynyt vaihtelu ei millään tavoin vaikuttanut jälkeläisten syntymä- tai vieroituspainoon ja aiheutti ai-noastaan 2,11 ja vastaavasti 2,20 % näissä havaitusta vaihtelusta (taulukko 18). Tämä yllättävä havainto saattaa johtua vuonueiden suuresta koosta, joka oli keskimäärin 3,42 karit-saa emä kohti. Vanhempien emien runsas maidontuotanto ei ole päässyt vaikuttamaan vieroitusta edeltäneeseen kasvuun, koska tämä optimimäärä on jakaantunut vuonueen monien karit-sojen kesken. Karitsojen kasvutyyppi vaikutti kuitenkin erit-täin merkittävästi syntymäpainoon ja merkittävästi vieroitus-painoon. Kasvutyyppi selitti 13,40 % syntymäpainon ja 3,45 % vieroituspainon kokonaisvaihtelusta (taulukko 18). Suorite-

tusta pienimmän neliösumman analyysistä havaitaan, että kasvutyyppi on yhteydessä emän ikään. Toisaalta emän iän vaihtelu vaikutti elopainoihin, jotka mitattiin 64:n ja 120:n päivän välillä syntymästä lukien. Tällöin se selitti 10,54 % elopainon kokonaisvaihtelusta 64 päivän ikäisillä, 9,39 % elopainosta 75 päivän ikäisillä ja ainoastaan 5,98 % 120 päivän ikäisten karitsojen elopainosta. Nämä tulokset ovat samansuuntaisia kuin ne, joita ovat saaneet HARRINGTON ym. (1958), HARRINGTON ja WHITEMAN (1967), THRIFT ym. (1968), BOTKIN ym. (1969) sekä DICKERSON ym. (1972) ja OLSON ym. (1976). Emän iän vaihtelu ei vaikuttanut lainkaan 120 päivän ikäisten karitsojen elopainoon (taulukko 18). Nämä tulokset poikkeavat GJEDREMin (1967) tuloksista. Hän havaitsi tutkimuksessaan Norjan lampaita, että emän ikä vaikuttaa merkittävästi karitsojen 150 päivän elopainoon. Tämä selittyy sillä, että karitsoja on imetetty 150 päivän ikäisiksi asti ja ne ovat olleet riippuvaisia emän maidosta. Emän iän vaihtelu ei vaikuttanut mitenkään kasvupiirteisiin. Kasvutyyppi, joka oli yhteydessä emän ikään, vaikutti tehdyissä kokeissa kuitenkin lisäkasvuun ja teuraskasvuun. Kasvutyyppi selitti ainoastaan 4,63 % lisäkasvusta ja 5,18 % teuraskasvusta. Emän iän vaihtelu vaikutti reiden ja rinnanympäryksen mittoihin, mikä vahvistaa jo aiemmin esitettyjä arvioita siitä, että nämä osat kehittyvät karitsoilla varhain eivätkä kovin paljoa riipu ruokintatasosta. Karitsojen keskimääräinen alkuikä on 64 päivää, jossa hajonta oli 8 päivää. Tämän tekijän vaihtelu vaikutti erittäin merkittävästi elopainoihin samoin kuin emän ikä.

Alkupainossa esiintynyt vaihtelu vaikutti 64 ja 120 päivän

välillä mitattuihin elopainoihin, ja selitti 26,75 % 64 päivän elopainon kokonaisvaihtelusta, 25,33 % 75 päivän ja 20,38 % 120 päivän elopainon kokonaisvaihtelusta (taulukko 18). Karitsojen keskimääräinen loppuikä oli 164 päivää, jossa hajonta oli ainoastaan 3 päivää. Tämä loppuikässä esiintynyt pieni vaihtelu ei pystynyt vaikuttamaan mihinkään taulukossa 10 lueteltuihin ominaisuuksiin reidenmittaa ja teuraspainoa lukuunottamatta. Näihin kahteen ominaisuuteen se vaikutti vain vähän ja selitti 6,24 % reidenmitan kokonaisvaihtelusta ja 5,40 % teuraspainon kokonaisvaihtelusta.

4. Isäryhmien välinen muuntelu

Isien ryhmien väliset muunteluosuudet on laskettu pienimmän neliösumman analyysillä jälkeläisten kaikista tutkituista ominaisuuksista. Erittäin merkitsevät tekijät, kuten karits^o-jen sukupuoli, ruokintataso ja syntymäpaikka, jotka vaikuttavat suurimpaan osaan jälkeläisten tutkituista ominaisuuksista, on korjattu pienimmän neliösumman menetelmällä (kaava 1). Suurimpana ongelmana tällaisessa analyysissä on, että erittäin merkitsevät tekijät saattavat kumota toinen toisensa eli toisin sanoen voivat peittää isien ryhmien väliset erot. Kaikkia jälkeläisiä koskeva analyysi (taulukko 14) ja laidunruokinnalla olleita jälkeläisiä koskeva analyysi (taulukko 15) osoittivat, että isien ryhmien välinen vaihtelu ei selittänyt paljoakaan jälkeläisten elopainosta. Näin on käynyt myös sisäruokinnassa olleiden pääsijälkeläisten kohdalla, kuten taulukosta 16 ilmenee. Sisäruokinnassa ruokit-

Taulukko 18. Pienimmän neliösumman analyysi emän i ä, alkuiän, kasvutyyppiin ja loppuiän vaikutuksista jälkeläisten kasvuominaisuuksiin.

Muuttujat	Emän ikä		Alkuiä		Kasvutyyppi		Loppuiä		Kokonais- vaihtelu				
	b	F	b	F	b	F	b	F					
syntymäpaino	-0,00	1,72	2,11	0,07	1,30	0,57	-1,83	9,02xxx	13,40	-0,30	1,74	2,35	18,43
vieroituspaino	0,002	1,75	2,20	0,11	0,20	0,00	-4,54	2,23x	3,45	0,09	0,64	0,00	3,65
elopaino I	0,13	4,92xxx	10,54	0,28	12,23	26,75	0,38	1,82	2,59	0,082	0,71	0,00	39,88
elopaino II	0,11	4,45xxx	9,39	0,31	11,46	25,33	0,49	1,59	1,89	0,12	0,76	0,00	36,61
elopaino III	0,08	4,03xxx	8,34	0,31	7,78	19,83	0,53	1,14	0,53	0,09	1,58	3,48	32,18
elopaino IV	0,06	3,28xx	6,41	0,31	7,25	18,49	0,43	1,19	0,68	0,09	1,61	3,65	29,23
elopaino V	0,06	3,11xx	5,98	0,31	8,07	20,38	0,41	1,28	0,99	0,06	1,34	2,06	29,41
elopaino 5 kk	0,02	1,73	2,15	0,08	0,91	00,00	0,37	1,34	0,69	-0,07	3,03	6,28	9,12
lisäkasvu	0,15	0,95	0,00	-0,15	0,51	0,00	-4,28	3,15xxx	4,63	-0,70	0,69	0,00	4,63
teuraskasvu	0,24	0,93	0,00	0,10	2,26	2,61	-1,64	3,58xxx	5,18	-0,20	0,16	0,00	7,79
lisäkasvu 5 kk	1,39	1,64	1,42	0,58	1,75	1,66	2,57	1,18	0,40	-0,53	1,96	3,48	6,96
koekasvu	-1,78	0,78	0,00	-0,7	1,99	2,29	-6,56	1,78	1,82	-0,49	1,11	0,44	4,55
reisimitta	0,007	3,62xx	6,42	0,02	0,39	0,00	0,53	1,79	2,0	0,31	2,51x	6,24	14,66
rinnan ympäry	-0,006	2,75xx	5,04	0,06	1,47	1,54	0,28	0,51	0,0	0,13	1,25	1,37	7,95
teuraspaino	-0,002	1,67	3,27	0,02	0,55	0,00	0,241	0,73	0,00	0,082	2,17x	5,40	8,67

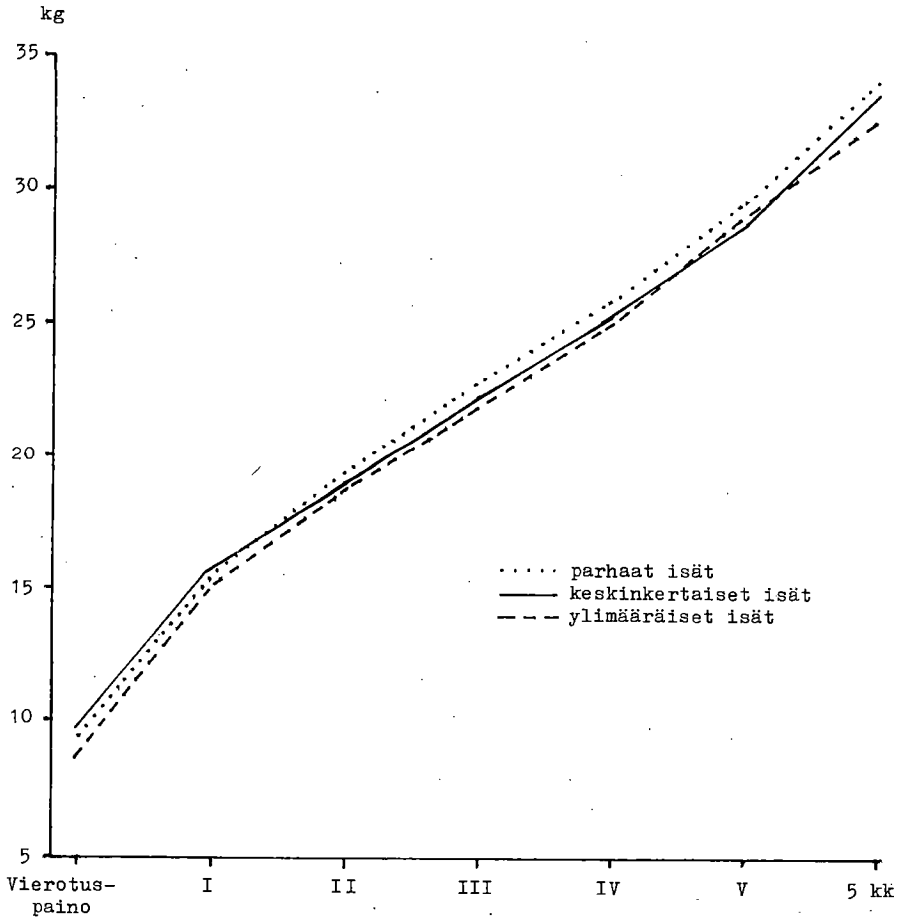
tujen isäryhmien välinen vaihtelu selitti kuitenkin 4,84 % elopaino I:n kokonaisvaihtelusta ja tuskin lainkaan sitä seuraavista elopainoista. Samoin kuin elopainojen kohdalla, isäryhmien välinen vaihtelu ei vaikuttanut jälkeläisten kasvuominaisuuksiin sisällä tai laitumella ruokituilla (taulukko 15 ja 16), ja selitti ainoastaan 0 - 1,36 % näiden piirteiden kokonaisvaihtelusta. On huomattava, että molemmissa ruokinnoissa olleiden isien ja pössien välinen vaihtelu vaikutti jonkin verran merkitsevästi reidenmittaan selittäen sisällä ruokittujen jälkeläisten kohdalla 13,11 % ja laidunruokinnassa olleiden jälkeläisten kohdalla 3,64 % tämän ominaisuuden kokonaisvaihtelusta.

Kaikkien kolmen isäryhmän ominaisuuksien vertailu ei antanut tulokseksi mitään merkitseviä eroja (taulukko 19). Ensimmäisen ryhmän eli parhaiden isien jälkeläiset saivat samanlaiset tulokset syntymä- ja vieroituspainossa kuin keskinkertaisten isien jälkeläiset. Elopaino I:n kohdalla keskinkertaisten isien jälkeläisten tulos oli hieman korkeampi kuin parhaiden isien jälkeläisillä (taulukko 19). Kokeen aikana parhaiden isien jälkeläisten elopaino kehittyi paremmin ja hieman korkeammaksi 5 kuukauden kohdalla (taulukko 19 ja kuvio 8). Suurin osa kasvuominaisuuksista oli samanlaisia molemmissa ryhmissä. Kuitenkin eräässä analyysissä, jossa ominaisuudet korjattiin karitsojen sukupuolen ja ruokintatason suhteen ja jätettiin korjaamatta karitsojen syntymäpaikan suhteen, isäryhmissä havaittiin erittäin merkittäviä eroja ($P < 0,001$) tutkittavien ominaisuuksien kasvussa ja päivittäisessä lisäkasvussa sekä merkittäviä eroja teuraskasvussa ($P < 0,01$). Kuviosta 9 ilmenee, että molempien ryhmien, sekä parhaimpien isien että keskinker-

Taulukko 19. Kolmen jälkeleisryhmän kasvuominaisuudet ja elävän eläimen mitat.

Tutkittava ominaisuus	Ryhmä I		Ryhmä II		Ryhmä III		Erot
	ka	sd	ka	sd	ka	sd	
syntymäpaina	2,789	0,627	2,778	0,617	2,793	0,734	0,020 NS
vieroituspaina	9,458	2,328	9,468	2,291	8,852	2,726	2,35 NS
elopaino I	15,398	4,378	15,665	4,308	15,162	5,126	0,37 NS
elopaino II	19,220	4,931	19,175	4,852	18,965	5,774	0,076 NS
elopaino III	22,589	5,211	22,224	5,128	21,961	6,101	0,372 NS
elopaino IV	25,830	5,476	25,295	5,389	25,090	6,412	0,508 NS
elopaino V	29,403	5,720	28,812	5,630	28,926	6,699	0,344 NS
elopaino 5 kk	34,064	5,151	33,548	5,069	32,614	6,032	2,03 NS
lisäkasvu	226,63	4,535	232,085	4,462	222,069	5,309	1,40 NS
koekasvu	230,31	5,711	231,9	5,620	222,335	6,687	0,848 NS
elokasvu 5 kk	231,557	3,50	228,080	3,440	221,756	4,094	2,016 NS
teuraskasvu	90,870	2,162	94,091	2,127	90,681	2,531	0,962 NS
rinnanrypärys	71,516	5,851	71,016	5,666	71,179	5,00	0,208 NS
reisimitta	71,280	5,802	71,448	5,620	70,568	4,957	0,893 NS
lantionleveys	13,905	1,423	13,752	1,378	13,830	1,215	0,317 NS
päänleveys	8,618	0,863	8,682	0,836	8,805	0,737	1,590 NS
pääpituus	15,964	1,622	16,111	1,571	16,352	1,386	1,911 NS

Kuvio 8. Isäryhmien väliset erot elopainon kehityksessä
(korjattu syntymäpaikka ja sukupuoli).

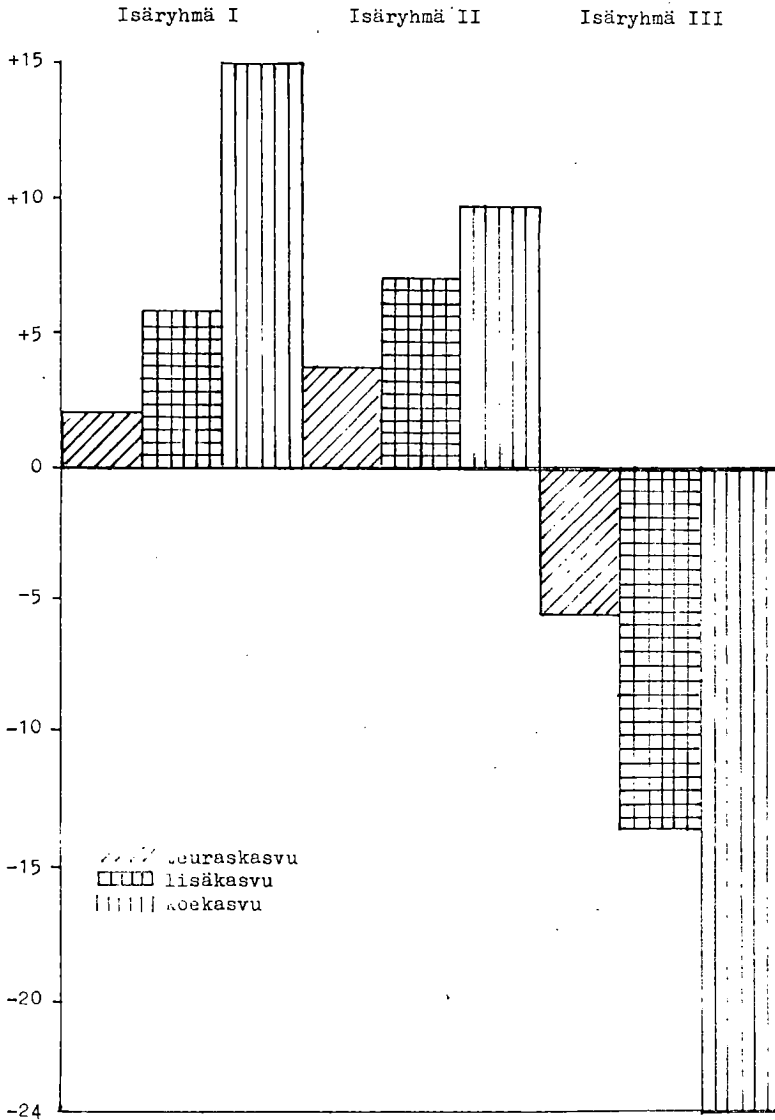


taisten isien jälkeläisten arvot olivat teoreettisen keskiarvon yläpuolella, kun taas kolmannen ryhmän, eli varaisien jälkeläisten, arvot olivat sen alapuolella. Ensimmäinen ryhmä osoitti selvästi parempaa kasvua kokeen aikana kuin toinen ryhmä. Samanaikaisesti toisen ryhmän jälkeläiset osoittivat kuitenkin parempaa lisäkasvua ja teuraskasvua kuin ensimmäisen ryhmän jälkeläiset. Kolmas ryhmä puolestaan jäi molemmissa ominaisuuksissa selvästi keskiarvon alapuolelle. Tämä havainto korostaa kuitenkin syntymäpaikan merkitystä isän ryhmän merkitystä kumoavana tekijänä. Kun eri isiä vertailtiin jälkeläisten perusteella havaittiin, että keskinkertaisten isien jälkeläisillä oli paras elokasvu, koekasvu ja teuraskasvu (taulukko 20). Parhaimpien isien jälkeläisillä oli erittäin alhainen elokasvu, koekasvu ja teuraskasvu. Tällä ryhmällä oli kuitenkin paras 5 kk:n elokasvu. Vaikuttaakin siltä, että parhaimpien isien jälkeläisiin on vaikuttanut syntymäpaikka, ja kokeen jälkipuoliskolla niillä esiintyi korvaavaa kasvua. Kävi myös ilmi, että parhaiden isien jälkeläiset menestyivät paremmin laidunruokinnalla kuin sisäruokinnalla. Keskinkertaisten isien jälkeläiset ovat aina menestyneet paremmin sisäruokinnalla kuin laidunruokinnalla. Parhaiden isien ja ruokintatason mahdollinen yhdysvaikutus käy ilmi kuvioissa⁶ ja 7 esitettyistä piirteistä.

Taulukko 20. Jälkeläisten kasvuominaisuuksien isittäiset keskiarvot (n = 281).

Isä	Jälkeläisten lkm	Teuraskasvu	Eiokasvu	Koekasvu	Eiokasvu	5 kk
Ryhmä I						
27	23	88,24	218,04	214,02	218,68	218,68
66	26	85,91	219,70	229,48	238,04	238,04
106	15	96,82	238,64	244,78	236,32	236,32
108	25	94,95	234,26	237,40	233,65	233,65
ka	89	91,48	227,66	231,42	231,67	231,67
Ryhmä II						
11	25	91,15	233,32	231,65	234,43	234,43
61	29	91,01	222,85	219,33	217,21	217,21
81	24	100,40	244,95	249,53	228,29	228,29
131	19	95,22	229,15	231,50	233,54	233,54
ka	97	94,45	232,57	233,00	228,37	228,37
Ryhmä III						
23	36	87,26	218,07	220,80	218,09	218,09
70	28	92,51	223,77	223,65	225,00	225,00
90	31	92,78	225,00	223,88	223,53	223,53
ka	95	90,85	222,28	222,78	222,20	222,20
F	Merkitsevyys	1,30 NS	1,20 NS	1,10 NS	1,65 NS	1,65 NS

Kuvio 9. Isäryhmien väliset erot teuraskasvussa, lisäkasvussa ja koe-
kasvussa (sukupuolen ja ruokinnan vaikutus korjattu).



5. Elävän eläimen mittausten toistaminen

Elävän eläimen mittaaminen suoritettiin 60 karitsalle. Jokainen mittaja suoritti mittaamisen kahdesti, ja toinen mittaus tapahtui välittömästi ensimmäisen jälkeen. Samasta paikasta otetuissa mitoissa esiintyvä vaihtelu saattaa aiheuttaa siitä, ettei samaa lukemaa ole helppo toistaa. Mittatulos saattaa vaihdella eläimen seisomistavan mukaan, ja luokittelija saattaa mitata hieman eri paikasta. Tulosten tarkkuus on laskettu mittausten toistolla. Tulokset on esitetty taulukossa 21. Nämä toistuvuusarvot ovat erittäin suuria, niiden keskivirheet ovat pienet ja lisäksi arviot ovat erittäin merkitseviä. Nämä mittaukset ovat kuitenkin hyvin toistuvia, koska mitat ovat saman luokittelijan ottamia ja samasta kohtaa eläintä otetut kaksi mittaa on otettu välittömästi peräkkäin.

Taulukko 21. Toistuvuuden kertoimet eri mitoille.

	R		merkitsevyys F
rinnan leveys	0,938	0,010	30,74xxx
rinnan ympäry	0,989	0,00	184,33xxx
lantion leveys	0,899	0,02	18,79xxx
pään leveys	0,848	0,04	10,96xx
pään pituus	0,941	0,05	33,00xxx
reisimitta	0,947	0,01	36,96xxx

6. Askeltavan regressioanalyysin tulokset

Elävien eläinten teuraslaadun ennustamiseksi eläimet joudutaan arvioimaan elomittoihin perustuvan menetelmän avulla. Jotta tällaisella menetelmällä olisi laajempaakin käyttöä, mittojen täytyy olla tarkkoja ja sopivia ruhonominaisuuksien ennustamiseen. Mittojen käyttöarvon selvittämiseen on pyritty askeltavalla kerrannaisregressioanalyysillä. Selitettävänä piirteinä olivat teuraspaino, teuras-%, paistinpaino ja paisti-%. Selittävinä tekijöinä käytettiin 5 kk:n elopainoa, koekasvua, erilaisia elomittoja kuten pään leveyttä ja pituutta, rinnan ympärystä, rinnan leveyttä, lantionleveyttä ja ultraäänimittoja. Mallin selityksasteiden merkitsevyydet testattiin varianssianalyysillä. Näiden kolmen teurastetun jälkeläisryhmän vertailu osoittaa, että lihan määrän selityksaste on melko korkea, mutta paistin täyteläisyyden selityksaste oli selvästi pienempi. Elopainon avulla voidaan luotettavasti arvioida teuraspaino ja paistinpaino. Nämä tulokset ovat hyvin paljon samanlaisia kuin HELLMANin ym. (1976) saamat (taulukot 21 ja 22). Kuitenkin laidunruokinnalla olleiden pässien elopainosta saadaan vain 2,3 %:n suuruinen arvio paisti-%:lle. Tämän pässiryhmän elomitoista luotettavin arvioija oli reisimitta, jonka avulla saatiin niinkin korkea arvo kuin 75,4 % paistinpainolle (taulukko 21). Näin suuri kerroin on rohkaiseva kahdessa mielessä. Ensinnäkin paistinpaino on tärkeä osa lampaanruhosta ja toiseksi näin luotettava arvio laidunruokinnalla olleiden pässien paistinpainosta saatiin olosuhteissa, jotka suuresti muistuttavat

Taulukko 21. Teurascminaisuuksien selittäminen elomitoilla

Laitumella olleet pääsikaritset n = 62

Selittettävä Selittäjä	Li- säys	R ² Koko- nais	Mene- tys	b ± SE	Selittettävä Selittäjä	Li- säys	Koko- nais	Mene- tys	b ± SE
<u>Y₁ = teuraspaino</u>					<u>Y₁ = teuraspaino</u>				
x ₁ = paino 5 kk	82,8 ^{xxx}	82,2	3,2	0,178±0,03	x ₁ = paino 5 kk	63,8 ^{xxx}	63,8	21,8	0,273±0,034
x ₂ = reisisimitta	5,7 ^{xxx}	88,5	1,4	0,130±0,04	x ₉ = lihaksenala cm ²	8,7 ^{xxx}	72,5	2,8	0,275±0,096
x ₉ = lihaksenala cm ²	2,4	90,9	1,6	0,211±0,06	x ₈ = pintarasvan paksuus mm	2,8 ^{xx}	75,2	2,3	0,433±0,165
x ₈ = pintarasvan paksuus mm	1,4 ^{xx}	92,3	1,1	0,333±0,110	x ₂ = reisisimitta	1,5x	76,8 ^{xxx}	1,5	0,067±0,031
x ₆ = pään leveys	0,7x	93,0	0,9	0,376±0,139		A = -3,029			
x ₃ = rinnaympärys	0,50 ^x	93,5 ^{xxx}	0,6	0,093±0,042	<u>Y₂ = teuras-%</u>				
		A = -14,426			x ₈ = pintarasvan paksuus	17,3 ^{xxx}	17,3	12,2	1,741±0,524
<u>Y₂ = teuras-%</u>					x ₇ = pään pituus	5,1x	22,4 ^{xxx}	5,1	0,505±0,236
x ₆ = pään leveys	24,7 ^{xxx}	24,7	11,9	1,510±0,454		A = 29,267			
x ₉ = lihaksenala cm ²	11,7 ^{xx}	36,4 ^{xxx}	11,7	0,600±0,182	<u>Y₃ = paistinpaino</u>				
		A = 19,776			x ₁ = paino 5 kk	60,5 ^{xxx}	60,5	23,8	51,015±6,274
<u>Y₃ = paistinpaino</u>					x ₂ = reisisimitta	10,4 ^{xxx}	70,8	3,8	19,820±6,077
x ₂ = reisisimitta	75,4 ^{xxx}	75,4	10,1	47,573±8,319	x ₄ = rinnaheveys	3,2 ^{xx}	74,0	3,3	-34,444±11,446
x ₉ = lihaksenala cm ²	4,3 ^{xxx}	79,7	2,7	15,136±0,195	x ₅ = lantionleveys	1,5x	75,5 ^{xxx}	1,5	36,410±18,058
		A = -2217,167				A = -791,103			
x ₁ = paino 5 kk	2,3 ^{xx}	82,0 ^{xxx}	2,3	7,594±0,269	<u>Y₄ = paisti-%</u>				
		A = -2217,167			x ₅ = lantionleveys	5,7 ^x	5,7	9,9	0,599±0,213
					x ₁ = paino 5 kk	6,7x	12,4 ^{xx}	6,7	-0,174±0,074
						A = 30,262			

suomenlampaiden yleisiä ruokinta- ja hoito-olosuhteita. Sisällä ruokittujen pässien kohdalla reisimitta on kolmantena 5 kk:n elopainon ja lihaksen paksuuden jälkeen paistin painoa määriteltäessä, jolloin sen saama arvo oli 4,5 % (taulukko 22). Tämän tuloksen perusteella voidaan pitää entistä selvempänä sitä olettamusta, että reisimittaan ei niinkään vaikuta ruokintataso ja että se kehittyy karitsoilla varhaisessa vaiheessa. Reisimitta ei myöskään vaikuttanut merkittävästi sisällä ruokittujen pässien teuraspainoon. Reisimitta aiheutti kuitenkin 5,7 %:n lisäyksen selitysteeseen laidunruokinnalla olleiden pässien teuraspainon kohdalla ja 1,5 %:n lisäyksen laidunruokinnalla olleiden uuhien teuraspainoon (taulukko 21). Sekä laidunruokinnalla olleiden uuhien että pässien lihaksenala ja pintarasvan paksuus ennustivat teuraspainoa. Uuhilla näiden saamat arvot olivat suuremmat kuin pässeillä (taulukko 21). Päinvastoin kuin HELLMANilla ym. (1976), koekasvu ei vaikuttanut merkittävästi minkään mallin kertoimeen. Tässä analyysissä käytettiin tosin vain koekasvua ilman muita kasvupiirteitä kuten lisäkasvua, 5 kk:n elokasvua tai teuraskasvua. Näiden piirteiden lisääminen analyysiin saattaisi osoittaa, että kasvuominaisuudet vaikuttavat selitysteeseen. Teurasominaisuuksiin on kuitenkin vaikuttanut syntymäpaikka, joka puolestaan on vaikuttanut vain vähän koekasvuun.

Kuten HELLMAN ym. (1976) ovat osoittaneet, pään mitat ovat merkittäviä piirteitä useissa malleissa. Pään leveys aiheuttaa 24,7 %:n lisäyksen teurasprosentin selitysteeseen laidunruokinnalla olleilla pässeillä. Pään pituus yksinään aiheuttaa 11,3 %:n lisäyksen sisäruokittujen pässien kertoi-

Taulukko 22. Teurasominaisuuksien selittäminen elomitoilla sisäruokinnalla olleille pääsikäritsoille:
n = 45.

Selitettävä	Selittäjä	Lisäys	R ²		b ± SE
			Kokonais	Menetyks	
y ₁ = teuraspaino					
	y ₁ = paino 5 kk	87,2xxx	87,2	18,6	0,338±0,038
	x ₃ = rinnanympäryys	21,0xx	89,2	1,2	0,134±0,060
	x ₆ = pään leveys	1,1x	90,3xxx	1,1	0,640±0,298
A = -10,779					
y ₂ = teuras-%					
	x ₇ = pään pituus	11,3x	11,3x	11,3	0,423±0,181
A = 35,460					
y ₃ = paistin paino					
	x ₁ = paino 5 kk	74,3xxx	74,3	9,3	36,496±7,263
	x ₈ = lihaksen paksuus	6,1xxx	80,4	6,1	42,763±10,488
	x ₂ = reisimitta	4,5xx	84,8	4,5	27,494±7,924
A = -1815,561					
y ₄ = paisti-%					
	x ₈ = lihaksen paksuus	25,1xxx	25,1	36,8	0,604±0,119
	x ₉ = lihaksen ala cm ²	14,6xx	39,7xxx	14,6	-0,804±0,252
A = 23,117					

meen. Tämä ilmiö saattaa selittyä sillä, että karitsojen päässä kehitysvaiheessa muodostaa erityisen osan, sillä se kehittyi varhain jo ennen syntymää ja välittömästi syntymän jälkeen. Tämä saattaa pitää erityisesti paikkansa suomenlampaan kohdalla, jota perinteisesti ei ole jalostettu lihantuotantoon. Rinnan ympärys on molemmilla pääsiryhmillä teuraspainon kohtalainen arvioija. Sisäruokittujen pääsien teuraspainon kerroin on rinnanympäryksen mukaan ottamisella kasvanut vain 2 %, ja laidunruokinnalla olleilla päässeillä ainoastaan 0,5 %. Rinnanleveys aiheuttaa uuhilla 3,2 %:n lisäyksen paistin painon kertoimeen. Rinnanleveydellä on kuitenkin negatiivinen regressiokerroin paistin painon kanssa (taulukko 21). Lantionleveys aiheuttaa uuhilla 5,5 %:n lisäyksen paisti-%:n kertoimeen ja ainoastaan 1,5 %:n kasvun paistinpainon kertoimeen. On huomattava, että laidunruokinalla olleiden pääsien paisti-%:iin ei mikään selittävä piirre ole pystynyt vaikuttamaan. Sisäruokittujen pääsien elopaino ja pääsien lihaksenala kasvattivat paisti-%:n kerrointa 6,7 % ja 14,6 %. Edellä mainituilla piirteillä oli kuitenkin negatiivinen regressiokerroin paisti-%:n kanssa (taulukot 21 ja 22).

7. Eri ominaisuuksien heritabiliteetit sekä niiden väliset fenotyypiset ja geneettiset korrelaatiot

Arvioitaessa jälkeläisten eri ominaisuuksien heritabiliteettia sekä eräitä teurasominaisuuksia jouduttiin käyttämään supistettuja aineistoja siten, että eri sukupuolta olevat jälkeläiset jaettiin kahdelle eri ruokintatasolle. Kun heritabi-

liteetti-arvioita laskettiin ylemmälle ruokintatasolle ja eri sukupuolta oleville ryhmille, eivät saadut tulokset olleet luotettavia johtuen jälkeläisten liian pienestä määrästä. Koko jälkeläisjoukolle sekä laidunruokinnalla olleille jälkeläisille saatiin kuitenkin tehdyksi molemmat analyysit sekä h^2 -arvio. Nämä tulokset käyvät ilmi taulukoista 24 ja 25. Heritabiliteetit laskettiin jälkeläisten puoliveljeskorrelaatiosta ja isä-jälkeläisregressiosta vähemmän tärkeille ominaisuuksille. Puoliveljesten sukulaisuuskertoimeksi on otettu 0,27, mikä on hieman korkeampi kuin 0,25 johtuen täysveljesten suuresta osuudesta.

Pässi- ja uuhikaritsajälkeläisten erot poistettiin pitämällä ne omana tasonaan hierarkisessa varianssianalyysissä. Kun h^2 laskettiin koko aineistosta, ruokintaryhmien väliset erot eliminoitiin samoin pitämällä ne omana tasonaan hierarkisessa varianssianalyysissä. Taulukoista 24 ja 25 käyvät ilmi eri tasot prosentteina koko varianssista sekä isien välisten erojen merkitsevyydet. Puoliveljeskorrelaatiolla koko materiaalista saadut arviot lisäkasvulle, koekasvulle ja teuras- kasvulle sekä osasta materiaalia saadut arviot laidunruokinnalla olleille jälkeläisille eivät olleet luotettavia, ja lisäksi ne olivat kohtuuttoman korkeita ($0,88 \pm 0,31$, $0,99 \pm 0,32$ ja $0,94 \pm 0,32$ vastaavasti (taulukko 24). Kuitenkin h^2 -arviot 5 kk:n kasvulle, joka vastaa 5 kk:n elopainoa, olivat paljon matalammat ($0,13 \pm 0,12$ ja $0,42 \pm 0,24$ vastaavasti) koko jälkeläisjoukolle ja laidunruokinnalla olleille jälkeläisille. Viimeksi esitetyt arviot ovat samat kuin ne, jotka saatiin 5 kk:n elopainolle. Myöskään ne arvot, jotka laskettiin isä-jälkeläisregressiolla lisäkasvulle ja 5 kk:n elopainolle eivät olleet

Taulukko 24. Heritabiliteettiariyiot (h^2), kaikki eläimet (n = 281).

Jälkeläisten ominaisuudet	Varianssiosuudet, %		Isä	Virhe	F	$h^2 \pm$ SE
	Suku- puoli	Syntymä- paikka				
syntymäpaino		0,61	1,66	97,37	1,09	0,06 \pm 0,08
vieroituspaino		13,90	1,62	84,48	1,10	0,07 \pm 0,09
elopaino I	8,92	15,89	5,49	66,38	1,27	0,17 \pm 0,13
elopaino II	17,86	12,0	7,02	60,25	1,26	0,16 \pm 0,12
elopaino III	28,82		14,60	53,17	1,35	0,21 \pm 0,14
elopaino IV	27,47		26,19	42,63	1,48	0,28 \pm 0,17
elopaino V	22,54		34,32	41,58	1,20	0,13 \pm 0,12
paino 5 kk	28,70		45,42	24,92	1,21	0,13 \pm 0,12
paino kokeen alussa		18,75	2,42	78,83	1,17	0,11 \pm 0,11
koekasvu		28,24	12,83	37,93	4,02	0,99 \pm 0,32
elokasvu		34,63	11,53	37,46	3,39	0,88 \pm 0,31
elokasvu 5 kk	28,67		45,42	25,0	1,20	0,13 \pm 0,12
teuraskasvu		24,15	22,14	35,91	3,71	0,94 \pm 0,32
rinnanympärys	26,14		33,12	39,41	1,19	0,12 \pm 0,11
reisi	13,10		41,10	38,81	1,99	0,49 \pm 0,23
rinnanleveys			60,0	36,63	1,51	0,29 \pm 0,18
lantionleveys			47,82	50,68	1,16	0,10 \pm 0,11
pään pituus	18,53		35,19	46,27	0,85	0,0 \pm 0,0
pään leveys	33,21	2,76	2,03	61,41	1,05	0,03 \pm 0,06
teuraspaino			80,49	19,14	1,09	0,07 \pm 0,12
lihapaisti			72,25	23,27	1,85	0,52 \pm 0,32
paino ennen teurastusta			75,53	22,99	1,29	0,21 \pm 0,20

luotettavia ($-0,08 \pm 0,00$ ja $-0,04 \pm 0,00$ vastaavasti). Tämä erittäin pienen isä-jälkeläiskorrelaation esiintyminen saattaa selittyä isien ja jälkeläisten erilaisista kasvuympäristöistä. Pään koko kehittyy aikaisessa kasvuvaiheessa ja jopa syntymää ennen, eikä niinkään ole sanottavasti riippuvainen kasvuympäristöstä. Sen arvo oli kuitenkin suuri. Erot h^2 -arvossa rinnanympärykselle olivat suhteellisen pieniä, esimerkiksi 0,27 puoliveljeskorrelaatiossa ja 0,22 isä-jälkeläisregressiossa (taulukot 25 ja 26). Erot lantionleveyden h^2 -arvoissa olivat myös melko pieniä, 0,17 puoliveljeskorrelaatiossa ja 0,14 isä-jälkeläisregressiossa. Syntymä- ja vieroituspainon heritabiliteettiarviot ovat molemmat luotettavia ja yhdenmukaisia niiden tulosten kanssa, joita ovat saaneet BICHARD ja YALCIN (1964), DALTON (1962), YOUNG ym. (1965), WITT ym. (1967) ja BOTKIN ym. (1969). Puoliveljeskorrelaatiosta saadut h^2 -arvot peräkkäisille elopainoille kasvoivat karitsan iän mukaan (taulukot 24 ja 25), mikä johtuu siitä, että emän vaikutus vähenee karitsan kasvaessa. Teurasominaisuuksille saadut h^2 -arviot olivat suhteellisen luotettavia. Suurin heritabiliteetti saatiin lihapaistille (taulukko 25).

Taulukko 25. Peritabiliateettiarviot, laidunruokilla olleet eläimet (n = 215).

Jälkeläisten ominaisuudet	Sukupuoli	Syntymä- paikka	Varianssi-%		h ² + SE	
			Isä	Virhe Isä-F		
syntymäpaino		0,615	1,57	97,80	1,07	0,06 + 0,09
vieroituspaino	3,45	9,157	2,72	84,66	1,22	0,11 + 0,13
elopaino I	1,05	18,12	8,10	72,70	1,60	0,34 + 0,22
elopaino II	8,43	15,77	7,63	68,16	1,63	0,34 + 0,22
elopaino III	15,180	10,40	7,878	66,54	1,67	0,36 + 0,23
elopaino IV	20,908	4,84	9,931	64,32	1,87	0,44 + 0,25
elopaino V	16,336	7,60	6,32	69,74	1,53	0,29 + 0,20
paino 5 kk	38,29	2,42	7,63	51,67	1,94	0,43 + 0,24
paino kokeen alussa		18,03	7,19	74,77	1,61	0,30 + 0,20
koekasvu		54,24	25,07	20,69	8,80xx	1,00 + 0,37
elokasvu		63,22	19,62	17,16	8,18xx	1,00 + 0,38
elokasvu 5 kk	38,23	2,36	7,55	51,86	1,90	0,42 + 0,24
teuraskasvu		60,69	21,70	17,60	8,96xx	1,00 + 0,37
rinnanympäryks	21,15	3,14	5,89	69,82	1,48	0,27 + 0,19
reisi	2,45	13,37	11,90	72,27	2,05	0,46 + 0,26
rinnanleveys		1,67	8,44	89,88	1,61	0,30 + 0,20
lantionleveys		2,80	4,623	92,57	1,35	0,17 + 0,15
pään pituus	8,12	10,87	0,752	80,25	1,11	0,03 + 0,07
pään leveys	26,40	3,96	1,96	67,67	1,21	0,10 + 0,12
teuraspaino		59,69	2,37	37,93	1,32	0,21 + 0,23
lihapaisti		57,65	6,69	35,65	1,93	0,51 + 0,36
paino ennen teurastusta		57,65	6,69	35,65	1,56	0,33 + 0,30
rasvapaisti		27,24	7,04	65,72	1,55	0,33 + 0,29
pääpaino	22,03	45,33	2,72	29,91	1,47	0,29 + 0,27

Taulukko 26. Periytymisaste laskettuna isän jälkeläisregressiosta.

	h^2	SE (h^2)
paino 5 kk	-0,04	
elokasvu	-0,08	
reisimitta	-0,26	
lantionleveys	0,14	0,05
rinnanympäryys	0,22	0,08
pään leveys	0,68	0,25
pään pituus	0,28	0,35
elopaino I	-0,12	
elopaino II	-0,02	
elopaino III	0,08	0,09

Eri ominaisuuksien väliset fenotyypiset ja geneettiset korrelaatiot

Tässä tutkimuksessa on laskettu useita ominaisuuksien välisiä geneettisiä ja fenotyypisiä korrelaatiokertoimia. Niitä on esitetty vain eräiden tämän tutkimuksen kannalta kiintoisimpien yhteyksien kohdalla. Geneettisen korrelaation laskemiseksi aineisto oli pieni. Taulukoissa 27, 28 ja 29 esitetyt geneettiset korrelaatiot ovat suhteettoman korkeita, mikä saattaa johtua juuri aineiston pienestä koosta. Näissä geneettisissä korrelaatiokertoimissa on kuitenkin useita luotettavia arvioita, jotka ovat vertailukelpoisia useiden kirjallisuudessa esitettyjen tutkimustulosten kanssa. 5 kk:n elopainolla on erittäin korkea geneettinen ja fenotyypinen korrelaatio kokeen aikana mitattujen peräkkäisten elopainojen kanssa. On huomattava, että korrelaatiokertoimet ovat kasvaneet lampaiden iän lisääntyessä, mikä johtuu emän vaikutuksen jatkuvasta pienenemisestä. 5 kk:n elopainon ja

Taulukko 27. Eri taloudellisten ominaisuuksien väliset geneettisen ja fenotyypilliset korrelaatiot.

Kaikki eläimet, n = 280 Laidunruokinnalla olleet eläimet, n = 216

<u>Paino 5 kk</u>	r_g	\pm SE	r_p	<u>Paino 5 kk</u>	r_g	\pm SE	r_p
elopaino V	0,875	\pm 0,150	0,876xxx	elopaino I	0,851	\pm 0,12	0,773xxx
koekasvu	0,530	\pm 0,277	0,193xxx	elopaino II	0,880	\pm 0,099	0,809xxx
elokasvu	0,536	\pm 0,283	0,294xxx	elopaino III	0,911	\pm 0,073	0,850xxx
elokasvu 5 kk	1,000	\pm 0,000	1,000xxx	elopaino IV	0,891	\pm 0,084	0,875xxx
teuraskasvu	0,501	\pm 0,292	0,260xxx	elopaino V	0,971	\pm 0,026	0,876xxx
rinnanmpärys	1,132	\pm 0,208	0,846xxx	koekasvu	0,290	\pm 0,302	0,170x
reisimitta	0,709	\pm 0,244	0,735xxx	elokasvu 5 kk	0,999	\pm 0,002	0,999xxx
rinnanleveys	1,070	\pm 0,081	0,717xxx	elokasvu.	0,335	\pm 0,292	0,284xxx
lantionleveys	0,389	\pm 0,601	0,677xxx	teuraskasvu	0,329	\pm 0,292	0,265xxx
päänleveys	0,746	\pm 0,393	0,430xxx	reisimitta	0,758	\pm 0,169	0,780xxx
				rinnanmpärys	1,048	\pm 0,045	0,845xxx
				rinnanleveys	0,989	\pm 0,009	0,704xxx
				lantionleveys	0,727	\pm 0,240	0,676xxx
				päänleveys	0,570	\pm 0,391	0,395xxx
				<u>Elokasvu 5 kk</u>			
				koekasvu	0,279	\pm 0,305	0,165x
				elokasvu	0,350	\pm 0,290	0,289xxx
				teuraskasvu	0,301	\pm 0,301	0,256xxx

ruhopainon välinen geneettinen korrelaatio on suhteellisen alhainen, mikä johtuu siitä, että karitsat teurastettiin 13 päivää myöhemmin. Teuraspainolla (163 päivän iässä) oli kuitenkin erittäin voimakas geneettinen korrelaatio ($0,76 \pm 0,86$) ja erittäin merkittävä fenotyyppikorrelaatio ($0,86xxx$) painon kanssa. 5 kk:n elopainon ja useimpien elomittojen välinen geneettinen korrelaatio oli erittäin suuri sekä fenotyyppikorrelaatio erittäin merkitsevä. Kaikkein voimakkain geneettinen korrelaatio havaittiin elopainon ja rinnan ympäräyksen välillä ($1,13 \pm 0,20$ ja $0,85xxx$). Myös reisimitalla ja elopainolla oli erittäin luotettava ja voimakas geneettinen korrelaatio sekä erittäin merkittävä fenotyyppikorrelaatio ($0,71 \pm 0,24$ ja $0,74xxx$ vastaavasti). Myös pään leveydellä oli erittäin voimakas geneettinen korrelaatio ja erittäin merkitsevä fenotyyppikorrelaatio elopainon kanssa ($0,75 \pm 0,39$ ja $0,43xxx$ vastaavasti).

Pään leveyden ja elopainon välinen geneettinen korrelaatio oli kuitenkin heikko ($0,57 \pm 0,39$), kun rajoituttiin tarkastelemaan laidunruokinnalla olleita jälkeläisiä (taulukko 27). Tämä vahvistaa aikaisempia havaintoja, joiden mukaan pään koon vaikutus on voimakkaampi karitsojen kasvun alkuvaiheissa. Ruho-ominaisuuksilla on suhteettoman korkea geneettinen korrelaatio ja erittäin merkitsevä fenotyyppikorrelaatio elomittojen kanssa (taulukko 29). Voimakkaimmat geneettiset korrelaatiot olivat reisimitan sekä teuraspainon ja liha-paistin välillä ($1,39 \pm 0,60$ ja $1,13 \pm 0,143$ vastaavasti). Suurin osa taulukossa 29 esitetyistä ruho-ominaisuuksien ja elomittojen välisistä geneettisistä korrelaatiokertoimista ei ole täysin luotettavia, mutta niitä voidaan käyttää ruho-

ominaisuuksien ennustamisessa. Elokasvun, teuraskasvun ja koekasvun väliset geneettiset ja fenotyyppiset korrelaatiot ovat erittäin voimakkaita ja erittäin merkitseviä, kun taas 5 kk:n elokasvulla korrelaatiot ovat paljon heikompia. Tämä johtuu siitä, että eläimellä, joka on kasvanut suhteellisen vähän kokeen ensimmäisen osan aikana, on esiintynyt täydennyskasvua kokeen toisen osan kuluessa. Tämä täydennyskasvu ei kokonaan sisälly 5 kk:n kasvuun. Päivittäisellä kasvulla oli melko pieni geneettinen korrelaatio ja ei-merkitsevä fenotyyppikorrelaatio useimpien elomittojen kanssa. Tämä vahvistaa sitä aikaisempaa havaintoa, jonka mukaan suurin osa elomitoista kehittyy jo varhain eläimen kasvukautena, eivätkä ne kehity suoraviivaisesti lisäkasvun kanssa.

Taulukko 28. Eri taloudellisten ominaisuuksien väliset geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot (laidunruokinta, n = 216).

<u>Elokasvu</u>	$r_g \pm SE$	r_p
syntymäpaino	0,679 \pm 0,279	0,148x
vieroituspaino	0,819 \pm 0,144	0,200xxx
paino V	0,350 \pm 0,323	0,264xxx
paino IV	0,316 \pm 0,297	0,248xxx
koekasvu	0,960 \pm 0,020	0,626xxx
teuraskasvu	0,955 \pm 0,023	0,711xxx
rinnanympärys	0,364 \pm 0,326	0,240xxx
reisimitta	0,130 \pm 0,315	0,189xx
rinnanleveys	0,151 \pm 0,349	0,126 NS
lantionleveys	0,104 \pm 0,401	0,110 NS
päänleveys	0,291 \pm 0,415	0,092 NS
<u>Rinnanympärys</u>		
elopaino I	1,087 \pm 0,091	0,648xxx
elopaino II	1,077 \pm 0,078	0,712xxx
elopaino III	1,071 \pm 0,073	0,751xxx
elopaino IV	1,060 \pm 0,018	0,766xxx
elopaino V	1,074 \pm 0,077	0,754xxx
teuraskasvu	0,312 \pm 0,322	0,220xx
koekasvu	0,332 \pm 0,335	0,125 NS
reisimitta	1,014 \pm 0,013	0,784xxx
rinnanleveys	0,910 \pm 0,078	0,713xxx

Taulukko 29. Eri ruho-ominaisuuksien ja taloudellisten ominaisuuksien väliset geneettiset ja fenotypiset korrelaatiot (laidunruokinta, n = 121).

<u>Paino 5 kk</u>	$r_g \pm SE$	r_p
lihapaisti	0,565 \pm 0,362	0,747xxx
paino ennen teurastusta	0,860 \pm 0,154	0,902xxx
teuraspaino	0,425 \pm 0,545	0,771xxx
<u>Teuraspaino</u>		
rinnanympäryys	0,985 \pm 0,022	0,760xxx
rinnanleveys	1,167 \pm 0,236	0,523xxx
reisimitta	1,392 \pm 0,601	0,820xxx
paino ennen teurastusta	0,766 \pm 0,286	0,860xxx
lantionleveys	0,631 \pm 0,412	0,624xxx
päänleveys	0,712 \pm 0,354	0,291xx
teuraskasvu	0,899 \pm 0,139	0,909xxx
lihapaisti	1,200 \pm 0,275	0,872xxx
<u>Lihapaisti</u>		
paino ennen teurastusta	0,793 \pm 0,204	0,794xxx
reisimitta	1,131 \pm 0,143	0,813xxx
teuraskasvu	1,030 \pm 0,035	0,874xxx
rinnanleveys	0,770 \pm 0,211	0,500xxx
rinnanympäryys	0,823 \pm 0,185	0,724xxx
lantionleveys	0,663 \pm 0,305	0,619xxx
päänleveys	0,702 \pm 0,290	0,277xx

TULOSTEN TARKASTELU

Tehtäessä yksilö- ja jälkeläiskokeita rajoitetulle määrälle eläimiä on suositeltavaa käyttää vain yhtä ruokintatasoa. Useat erilaiset ympäristötekijät voivat vaikuttaa jälkeläisten kasvuominaisuuksiin. On erittäin monimutkaista ryhtyä korjaamaan pienestä ryhmästä saatua aineistoa, jossa eläimet on vielä jaettu kahdelle eri ruokintatasolle, minkä lisäksi tulosten analysoinnin tarkkuus vähenee molempien ruokintatasojen kohdalla. On edullisempaa pitää koe-eläimiä laidunruokinnalla kuin sisäruokinnalla, ei ainoastaan siksi, että pieni osa eläimistä voidaan sijoittaa sisätiloihin koeasemalla, vaan kuten FALCONER (1960), FOWLER ja ENSMINGER (1960) ovat hypoteesissaan esittäneet: on parempi, että valinta tapahtuu vähemmän edullisessa ympäristössä. Yksilökokeissa käytetyn ruokintatason tulisi olla sama kuin lammastuotannossa käytettävän. FLAMANT (1971) on tarkastellut eri maissa käytettyjä yksilö- ja jälkeläiskoemenetelmiä. Hän korosti olevan tärkeää, että käytetty ruokintataso on yhdenmukainen lammastaloudessa käytetyn ruokintatason kanssa. Kun jälkeläiset jaettiin isien mukaan eri ruokintatasoille havaittiin, että parhaimpien isien jälkeläiset menestyivät paremmin laidunruokinnalla kuin sisäruokintatasolla (kuviot 6 ja 7). TIMON, johon FLAMANT (1970) on tukeutunut, käytti kokeissaan kahta samanlaista ruokintatasoa ja jakoi 27 isän jälkeläiset kahteen eri ruokintaryhmään, laitumelle ja sisäruokinnalle. Hän havaitsi, että isien ja ruokintatason luokittelun välillä vallitsi huomattava yhdysvaikutus. Par-

haiksi sisäruokinalla arvosteltujen isien jälkeläiset sijoituivat laidunruokinnalla viimeiseksi. Laidunruokinnalla olleiden parhaiden isien jälkeläisten hyvä sijoittuminen ko-
keessa saattaa kuitenkin johtua siitä, että nämä hyvät ja nopeakasvuiset eläimet ovat muita ahkerampia rehun etsinnässä. Eri kokeissa on tutkittu tarkoin päässien yksilöllistä ruokintaa. BOTKIN (1955), FREDRICKSON ym. (1959) ja BROADBENT (1962) ovat tutkineet rehunkäytön ja lisäkasvun välistä suhdetta ja havainneet näiden kahden piirteen välillä vallitsevan suuren korrelaation. Toisaalta OWEN ja MORTON (1979) ovat osoittaneet, että tämä korrelaatio saattaa olla huomattavasti pienempi sisäruokinnalla olleilla eläimillä. Rehunkäyttökykyä voidaan huomattavasti parantaa valitsemalla eläimet vieroituksen jälkeisen elopainonlisäyksen perusteella, kuten BROWN ja FRAHM (1975) ovat tutkimuksessaan havainneet. Rehunkäyttökykyä ei karitsoita testattaessa pitäisi sisällyttää yksilö- tai jälkeläiskokeisiin, mikäli tämä piirre vaikeuttaa suurten karitsapopulaatioiden arvostelua ja heikentää valinnan intensiteettiä. Yksilö- ja jälkeläiskokeiden käyttö laidunruokintaoloissa lisää mahdollisuutta käyttää suuria eläinpopulaatioita tutkimuksissa pienemmin kustannuksin.

Ruokintatasossa esiintyneet erot ovat vaikuttaneet suuresti jälkeläisten kasvuominaisuuksiin (taulukot 14 ja 17 sekä piirros 5). Isien ryhmien väliset erot eivät kuitenkaan vaikuttaneet useimpiin kasvupiirteisiin ja aiheuttivat vain vähän vaihtelua ruokintatasoissa (taulukot 15 ja 16). Parhaiden isien jälkeläiset eivät pystyneet osoittamaan hyvää genotyyppiään optimaalisissa ruokintaoloissa.

Kahden syntymäpaikan välisistä eroista suurimmat olivat emien kunto ja ruokinta kantoaikana, karitsojen kasvu ja niiden sopeutuminen uuteen ympäristöön. Nämä erot vaikuttivat suuresti jälkeläisten kasvupiirteisiin (taulukot 14, 15 ja 17). FLAMANT (1970) on esittänyt korjausmahdollisuutena emien siirtämistä koeasemalle ennen karitsoimista, jolloin karitsat olisivat alusta lähtien samassa ympäristössä. Tämän menetelmän suurimpina esteinä on se, että ainoastaan rajoitettu määrä emiä voidaan sijoittaa koeasemalle, minkä lisäksi kuljetuskustannukset voivat nousta korkeiksi ja keskenmenon vaara lisääntyä kuljetuksen aikana. Käytännössä parhaimpana on pidetty karitsojen vieroittamista samanikäisinä ja kuljetamista koeasemalle mahdollisimman varhain yhteisiin olosuhteisiin, jolloin varsinaiset kokeet voidaan myös aloittaa ajoissa. Syntymäpaikan on todettu vaikuttavan pässikaritsojen kasvupiirteisiin vähemmän kuin uuhikaritsojen (taulukot 16 ja 17). Viimeksi mainituista toisessa syntymäpaikassa syntyneillä esiintyi kokeen viimeisen osan aikana täydennyskasvua (kuvio 4). Tämä ilmiö selittyy osaksi sillä, että kaikki 46 pässiä olivat sisäruokinnalla, mikä on optimaalinen ympäristö korvauskasvun esiintymiselle. Yllättävintä oli syntymäpaikan suuri vaikutus jälkeläisten koekasvuun, mikä oli huomattavasti voimakkaampaa kuin muissa piirteissä. Mainittu piirre mitattiin kokeen kestäessä aikana, jolloin ympäristötekijöiden vaikutuksen olisi pitänyt olla vähäisempää kuin muissa piirteissä. Syntymäpaikan vaikutus voi kuitenkin kumoutua muiden tekijöiden, kuten mahdollisesti isän ryhmän vaikutuksesta (kuvio 9). Parhaiden isien jälkeläisillä on esiintynyt täydennyskasvua ja hieman muita suurempaa elokas-

vua, mutta eri isäryhmien väliset erot eivät olleet merkitseviä (taulukot 19 ja 20 sekä kuvio 8). Tämä saattaa johtua kokeen lyhyestä kestoajasta ja erikoisesti rodun hidaskasvuisuudesta sekä siitä, että samassa ryhmässä jälkeläiset ovat kasvaneet eri tavoin. BROADBENT (1962) onkin esittänyt, että koeajan lyhetyssä tulosten tarkkuus vähenee huomattavasti. BROADBENT ja BOWMAN (1964) vertailivat 16 viikon ajan parhaiden ja heikoimpien pössien jälkeläisten lisäkasvua, mutta havaitsivat pössijälkeläisryhmien välillä vain vähän eroavuuksia.

WILLIAMS (1969) on kuitenkin tutkinut pössikaritsoita pitempään eli kahdeksan kuukauden ajan. Hän havaitsi, että suuri osa oletetusta vaihtelusta johtuu eläinten perintötekijöistä. Myös SHELTON ym. (1954) ovat tutkineet 98 isän jälkeläisiä yli neljän vuoden ajan. Tulokset osoittivat, että eri isien jälkeläisten yksilökoetulosten erot ovat erittäin perinnöllisiä ja merkitseviä. Pieneen aineistoon ja pieneen pössijoukkoon perustuvat tulokset saattavat kuitenkin suuresti erota oletetuista tuloksista. Suurempiin joukkoihin perustuva valinta todennäköisesti vahvistaa huomattavasti oletuksia. Kun karitsoita testataan pitempiä aikoja, saattaa tapahtua, etteivät pössit ole saatavilla paritteluaikana. Kuitenkin kiiman synkronointi hormonien ja valon säätelyn avulla (MAIJALA 1974) suo mahdollisuuden varhaiselle karitsoinnille KANGASNIEMI (1971) on saanut lupaavia tuloksia säätelemällä emien kiima-aikaa.

Isä-jälkeläisregressiosta lasketut elopainon h^2 -arviot olivat erittäin pieniä ja epäluotettavia (taulukko 26). Tämä johtuu siitä, että isät ja jälkeläiset siirrettiin eri ympäristöihin.

Luotettavia olivat sen sijaan pään koon ja rinnanympäryksen arviot, sillä nämä ominaisuudet kehittyvät varhain eivätkä ole alttiita ympäristön vaikutuksille. Isänpuoleisille puoliveljeksille lasketut kasvuominaisuuksien heritabiliteetti-arviot olivat erittäin suuret, mutta eivät luotettavat (taulukot 24 ja 25). Tämä johtuu siitä, että isän ryhmään kuuluvat jälkeläiset ovat kasvaneet eri tavoin, minkä lisäksi aineisto oli erittäin pieni. On huomattava, että 5 kk:n elopainon ja 5 kk:n lisäkasvun h^2 -arviot olivat luotettavia ja yhdenmukaisia VAROn (1968) ja MORLEYn (1956) saamien arvioiden kanssa, ja vain hieman suurempia kuin SYVÄJÄRVEN (1970) saamat. Teuraspainoarviot olivat hieman pienempiä kuin VAROn (1968), BOTKININ (1969) ja SYVÄJÄRVEN (1970) saamat arviot. Elomittojen ja paistinpainon arviot olivat luotettavia ja täysin verrattavissa VAROn (1968) saamiin tuloksiin. Nämä arviot, jotka ovat tarpeeksi korkeita ja luotettavia, vahvistavat yksilökokeen luotettavuutta sekä yksilökokeen avulla saatavan kasvuominaisuuksien arvioiden tarkkuuden lisääystä.

Elopaino on teuraspiirteiden paras mitta (taulukot 21 ja 22) ja se korreloituu sekä geneettisesti että fenotyypisesti voimakkaasti näiden ominaisuuksien kanssa (taulukko 29). Eloomittojen käyttäminen elopainon ohella lisää kuitenkin teurasominaisuuksien ennustamisen tarkkuutta (taulukot 21 ja 22). Rinnanympäryksimitalla on suhteellisen suuri geneetinen ja merkitsevä fenotyypinen korrelaatio päivittäisen lisäkasvun kanssa (taulukko 28). Muut mitat korreloivat positiivisesti päivittäisen lisäkasvun kanssa, mutta niiden kertoimet ovat pienet. BROADBENT (1962) on tutkimuksissaan saanut suurempia kertoimia ja hän tuli siihen johtopäätökseen, että lisäkasvuun

perustuva valinta tuottaa tuloksena kooltaan suurempia pässejä. CAMPBELL (1967) on havainnut positiivisen ja suuren korrelaation vallitsevan 5 kk:n rinnanympäryksen ja kymmenenteen kuukauteen saakka mitatun päivittäisen lisäkasvun välillä. Elomittojen sekä elopainon ja teurasominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot olivat erittäin voimakkaita ja epäluotettavia, mutta näiden ominaisuuksien väliset fenotyyppiset korrelaatiot olivat erittäin merkitseviä ja verrattavissa niihin kertoimiin, joita tutkimuksissaan ovat esittäneet TANEJA (1958), STANLEY ym. (1964), SINGH (1971) ja CAMPBELL (1967). Elomittoja tulisi soveltaa yksilöarvosteluun, koska ne ovat suhteellisen periytyviä (VARO 1968) ja koska suomelampaiden rakennetta olisi syytä parantaa.

Mittausten suorittaminen on nopeaa ja halpaa ja niitä on helppo toistaa. Kuitenkin myös muita mittauksia on syytä suorittaa kuten esimerkiksi sääriluun pituuden ja eläimen pituuden mittaukset PALSSONIN (1940) ja McMEKANIN (1944) esittämän hypoteesin mukaan eläimet, joilla on lyhyt sääriluu, ovat varhaiskypsiä ja ruholaadultaan hyviä. VARO (1968) on osoittanut, että lampaiden pituus on erittäin perinnöllistä. Kasvu- ja teurasominaisuuksien ohella jälkeläiskokeeseen yhdistetyn yksilökokeen tulosten perusteella voidaan parantaa villan ominaisuuksia. TURNER ja YOUNG (1969) ovat havainneet australialaisia Merino-lampaita tutkiessaan villaominaisuuksien olevan erittäin perinnöllisiä. He ovat myös luetelleet tutkimuksessaan useiden muiden tutkijoiden eri roduilla saamia korkeita arvioita. BOTKIN ym. (1971) ovat kuitenkin havainneet, että villantuotos ja villakuidun pituus korreloivat negatiivisesti lihantuotanto-ominaisuuksiin sekä kas-

vuun ja teuraslaatuun. MROUE (1976) on havainnut negatiivisen korrelaation korkealla ruokintatasolla pidettyjen pössien yksilökokeessa villanpainon ja päivittäisen kasvun välillä. Hän tuli siihen johtopäätökseen, että tämä korrelaatio ei ilmaise piirteiden välistä ristiriitaa, vaan johtuu siitä, että korkea ruokintataso kiihdyttää enemmän elokasvua kuin villantuotantoa. ERMEKOV ja SKOROBOGATOV (1968) ovat havainneet, että puolihienovillaisten lampaiden ruhon- ja lihanarvo, selkälihaksen paksuus ja rehun hyväksikäyttö olivat paremmat kuin hienovillaissilla lampaila. Yksilökokeista ja niitä seuranneista jälkeläiskokeista on käynyt ilmi valikoitujen isien geneettinen paremmuus, joka riippuu tutkittujen piirteiden heritabiliteettiarvioista. Kokeiden yhdistäminen tulee tärkeämmäksi keinosiemennystä käytettäessä. Jälkeläiskokeen avulla voidaan tarkistaa ja täydentää yksilökokeen tuloksia ja saada lihatuotannossa jalostettavia ominaisuuksia. Yksilökokeessa pössien lukumäärän tulisi olla suuri, jotta valintaintensiiviteetti kasvaisi, ja jälkeläisten määrän tulisi samoin olla suuri, jotta voitaisiin käyttää riittävästi geneettisen paremmuuden perusteella valittuja pässejä.

YHTEENVETO

Edellä on tarkasteltu yksilökokeen tehokkuutta valintamene-
telmänä. Koeasemalla tutkittiin 131 karitsan kasvuominaisuu-
det, elomitat sekä ultraäänikuvauksella mitattu selkälihaksen
paksuus. Eläinten valinta tapahtui siten, että kasvuominais-
suuksien ja lihakkuusominaisuuksien mukaisista järjestysl-
vuista muodostettiin summa, jossa kasvuominaisuuksien järjes-
tysluvulla oli nelinkertainen paino. Näin valittiin neljä
parasta ja neljä keskinkertaista pässiä. Lisäksi otettiin
mukaan 3 varapässiä. Valittujen isien jälkeläiset eli 282
pässi- ja uuhikaritsaa jaettiin ja testattiin kahdella ruo-
kintatasolla. Jälkeläisten päivittäisen kasvun muunteluker-
roin oli 20,36 %. Suurimpaan osaan jälkeläisten kasvuomi-
naisuuksissa esiintyneestä vaihtelusta vaikuttivat merkitse-
västi sukupuolen, ruokintatasojen ja syntymäpaikkojen erot.
Parhaimpien isien jälkeläiset menestyivät paremmin laidun-
kuin sisäruokinnalla. Isän ryhmä aiheutti vain pienen osan
molemmilla ruokintatasoilla esiintyvistä kasvuominaisuuksien
vaihtelusta. Tuloksissa ei havaittu mitään merkitseviä eroja
isäryhmien välillä. Rinnanympäryksen, päänleveyden ja pään-
pituuden isä-jälkeläisregression heritabiliteettiarviot
olivat luotettavia ja suuruudeltaan vastaavasti $0,22 \pm 0,08$,
 $0,68 \pm 0,25$ ja $0,28 \pm 0,35$. 5 kk:n elopainon ja päivittäisen
lisäkasyun heritabiliteettiarviot puoliveljeskorrelaatiosta
olivat myös luotettavia ja suuruudeltaan $0,43 \pm 0,24$, $0,42$
 $\pm 0,24$. Tulokset osoittivat, että rinnanympäryksellä on voi-

makas ja merkitsevä geneettinen ja fenotyyppinen korrelaatio päivittäisen lisäkasvun kanssa ($0,36 \pm 0,32$ ja $0,24xxx$). Muut elomitat korreloituivat jonkin verran päivittäisen lisäkasvun kanssa. 5 kk:n elopaino oli teuraspainon ja muiden teurasominaisuuksien paras ja tarkin mitta. Elomittojen käyttö elopainon ohella lisää kuitenkin tulosten luotettavuutta ja selitysastetta sekä teurasominaisuuksien ennustettavuutta. Reisimitta selitti 75,4 % laidunruokinnassa olleiden pässien paistinpainon muuntelusta. Tulosten tarkastelussa käsitellään yhden ruokintamenetelmän eli laidunruokinnan sekä yksilökokeen keston pidentämisen merkitystä. Näillä toimenpiteillä voitaisiin koe-eläinten lukumäärää lisäämättä parantaa tulosten luotettavuutta.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- BARNICOT, C.R., LOGAN, A.G. & GRANT, A.I. 1949. Milk secretion studies with New Zealand Romney ewes. *J. Agric. Sci.* 39: 44-55, 237-248.
- BARTON, R.A., PHILIPS, T.O. & LARKE, E.A. 1950. Influence of sire on fat lamb quality. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.* 9th Ann. Conf. 66-81.
- BARTON, R.A. & KIRTON, A.H. 1958. The leg and the loin as indices of the composition of New Zealand lamb and mutton carcasses. *N.Z. J. Agric. Res.* 1: 787-789.
- BATTAGLINI, A. 1956. Variation and correlation of the principal body measurements in a flock of upper visso sheep. *Anim. Breed. Abstr.* 25: 730.
- BEATHIE, A.W. 1962. Relationship among productive characters of Merino sheep in North Western Queensland. 2. Estimates of genetic parameters with particular reference to selection for wool weight and crimp frequency. *Qd. J. Agric. Sci.* 19: 17-26.
- BECKER, W.A. 1967. *Manual of procedures in quantitative genetics.* Washington State University. 130 pp.
- BERNEY, F., BONAITI, B., DESVIGNES, A., FLAMANT, J.C., PRUD'HON, M. 1975. Estimation des paramètres génétique de la vitesse de croissance et du poids des agneaux avant le sevrage en race Merinos D'arles. *Anim. Breed. Abstr.* 43: 2917.
- BETTINI, T.M. 1952. Some causes of the variation in length of lactation and milk production in the Sardinian ewe. *Riv. Zootechn.* 25: 116-123.
- BICHARD, M. & COOPER, M. McG. 1966. Analysis of production records from a lowland sheep flock- 1. Lamb mortality and growth to 16 weeks. *Anim. Prod.* 8: 401-410.
- BICHARD, M. & YALCIN, B.C. 1964. Crossbred sheep production. III selection for growth and carcass attributes in the second-cross lamb. *Anim. Prod.* 6: 179-187.
- BLACKWELL, R.L. & HENDERSON, C.R. 1955. Variation in fleece weight weaning weight and birth weight of sheep under farm conditions. *J. Anim. Sci.* 14: 831-843.

- BONAITTI, B., FLAMANT, J-C., PRUDHON, M., BERNEY, F., DESVIGNES, A. 1976. Estimation of the genetic parameters of preweaning growth rate and weight of Arles Merino lambs. Anim. Breed. Abstr. 45: 6597.
- BONSMA, F. 1939. Factors influencing the growth and development of lambs, with special reference to crossbreeding of Merino sheep for fat lamb production in South Africa. Publ. Univ. Pretoria, Series 1, No 48.
- BOTKIN, M.P. 1955. Selection for efficiency of gain in lambs. Abstr. in J. Anim. Sci. 14: 1176.
- BOTKIN, M.P. 1964. Post-weaning performance in Columbia and Corriedale lambs. J. Anim. Sci. 23: 132-135.
- BOTKIN, M.P., FIELD, R.A., RIELEY, M.L., NOLAN, J.C. & ROEHRKASSE, G.P. 1969. Heritability of carcass traits in lambs. J. Anim. Sci. 29: 251-255.
- BOTKIN, M.P., RILEY, M.L., FIELD, R.A., JOHNSON, C.L. & ROEHRKASSE, G.P. 1971. Relationship between productive traits and carcass traits in lambs. J. Anim. Sci. 32: 1057-1061.
- BOWMAN, J.C. 1966. Meat from sheep. Anim. Breed. Abstr. 34: 293-319.
- BOWMAN, J.C. & BROADBENT, J.S. 1966. Genetic parameters of growth between birth and sixteen weeks in Dows cross sheep. Anim. Prod. 8: 129-135.
- BOWMAN, J.C. 1968. Genetic variation of body weight in sheep. In growth and development of mammals. London: Butterworth. 291-308.
- BOWMAN, J.C., MARSHALL, J.E. & BROADBENT, J.S. 1968. Genetic parameters of carcass quality in Down cross sheep. Anim. Prod. 10: 183-191.
- BOYAZOGLU, J.G. 1963. Aspects quantitatifs de la production laitière des brebis. 1. Mise aud point bibliographique. Annls Zootech. 12: 237-296.
- BOYD, L.H. 1969. Correlation between sire and progeny performance, breed comparisons and heritability estimates on growth lambs sired by Southwodn, Southdown-Hampshire cross-breed and Hamsphire rams. J. Anim. Sci. 38: No 2664.

- BRADFORD, G.E. 1967. Genetic and economic aspects of selecting lamb carcass quality. *J. Anim. Sci.* 62: 10-15.
- BRADFORD, G.E. & SPURLOCK, G.M. 1972. Selection for meat production in sheep - Results of a progeny test. *J. Anim. Sci.* 34: 737.
- BRADFORD, G.E. 1974. 1st World Congress on Genetics Applied to Livestock Productions. Madrid.
- BROADBENT, J.S. 1962. An assessment of the value of performance testing as an aid to selection of crossing rams used in fat lamb production. Ph. D. Thesis. Univ. Wales.
- BROADBENT, J.S. & BOWMAN, J.C. 1964. Progeny testing of Suffolk rams on three maternal breeds. *Anim. Prod.* 6: 215-225.
- BROADBENT, J.S. & WATSON, J.H. 1967. Sires as an indication of progeny performance in testing Suffolk rate. *Anim. Prod.* 9: 99-106.
- BRODY, S. 1945. Biöenergetics and growth. Reinhold. New York.
- BROTHERS, D.G. & WHITEMAN, J.V. 1960. Some factors influencing milk lamb gain from 50 to 90 pounds liveweight. *Anim. Breed. Abstr.* 30: no 1097.
- BROTHERS, D.G. & WHITEMAN, J.V. 1962. Inconsistency of partial regression coefficients for variables affecting lamb rate of gain. *J. Anim. Sci.* 21: 824-828.
- BROWN, C.J., BOUGUS, C.A. & SABIN, S. 1961. Evaluation of factors affecting the growth of spring lambs. *Anim. Breed. Abstr.* 30: No. 316.
- BROWN, G.H. & TURNER, Helen Newton. 1968. Response to selection in Australian Merino Sheep. II estimates of phenotypic and genetic parameters for some production traits in Merino ewes and on analysis of the possible effects of selection on them. *Aust. J. Agric. Res.* 19: 303-322.
- BROWN, W.L. & SHRODE, R.R. 1971. Body measurements of beef calves and traits of their dams to predict calf performance, and body composition as indicated by fat thickness and condition score. *J. Anim. Sci.* 33: 7-12.

- BROWN, M.A. & FRAHM, R.R. 1975. Feed efficiency in mice selected for preweaning and postweaning growth. J. Anim. Sci. 41: 1002-1007.
- BUDANTSEV, V.P. 1973. Meat production of lambs sired by different rams and fattened under different conditions. Anim. Breed. Abstr. 43: 1734.
- BUKENOV, K. 1970. Genetic variation and correlation of live weight of progeny of various breeds of sheep during development. Anim. Breed. Abstr. 39: No 3410.
- BURNSIDE, E.B. & RENNIE, J.C. 1961. The heritability of milk yield at different levels of production and the effect of production differences on dairy sire appraisals. J. Dairy Sci. 44: 1189.
- BUSH, D.A., DINKEL, C.A. & MINYARD, J.A. 1969. Body measurements, subject scores and estimates of certain carcass traits to predictors of edible portion in beef cattle. J. Anim. Sci. 29: 557-566.
- BUTCHER, R.L., DUNBAR, R.S. & WELCH, J.A. 1959. Genetic parameters of birth weight and 140-day weights in purebred lambs. J. Anim. Sci. 18: 1462-1463.
- BUTCHER, R.L., DUNBAR, R.S. & WELCH, J.A. 1964. Heritabilities of and correlations between lamb birth and 140-day weight. J. Anim. Sci. 23: 12-15.
- CAMPBELL, Q.P. 1963. A study of traits effecting the preweaning growth rate of Droper lambs. Anim. Breed. Abstr. 32: 3062.
- CAMPBELL, Q.P. & ERASMUS, L.S. 1967. Early estimation of postweaning weight gaining potential of Droper ram lambs. Anim. Breed. Abstr. 37: 3674.
- CARROL, M.A. 1967. The composition of lamb. Proc. conf. Dublin: CICRA 81-87.
- CARTER, R.C., CARMAN, G.M., McCLAUGHERTY, F.S. & HAYDON, P.S. 1971. Genotype - environment interaction in sheep II. Lamb performance traits. J. Anim. Sci. 33: 732-735.
- CARTER, R.C. & McCLURE, W.H. 1962. Heritability of growth rate in Hampshire lambs. J. Anim. Sci. 21: 970 abstr.

- CASSARD, D.W. & GREGORY, P.W., WEIR, W.C. & WILSON, J.F. 1956. Environmental factors affecting body dimensions in yearling Hampshire ewes. J. Anim. Sci. 15: 922-929.
- CASSARD, D.W. & WEIR, W.C. 1956. Hereditary and environmental variation in the weights and growth rates of Suffolk lamb under farm conditions. J. Anim. Sci: 15: 1221 abstr.
- CHOPRA, S.C. & ACHARYA, R.M. 1971. Genetic and phenotypic parameters of bodyweights in Bikaneri sheep. Anim. Prod. 13: 343-347.
- CHOPRA, S.C. & ACHARYA, R.M. 1971. A note on non-genetic factors effecting body weight of Bikaneri sheep. Anim. Prod. 13: 349-351.
- CHRISTIAN, L.L., HAUSER, E.R. & CHAPMAN, A.B. 1965. Heritability estimates on beef cattle based on identical and fraternal twins. J. Anim. Sci. 24: 643.
- COLBURN, O. 1955. Progeny testing of sheep. Agric. 62: 209-213.
- COLBURN, O. & YOUNG, J. 1960. Practical progeny and performance testing of sheep and cattle for meat. J. FARM CLUB. 4: 172-191.
- COMMITTEE on sheep recording and progeny testing. 1961. London HMSO: 37 pp.
- COOP, I.E. 1950. The effect of level of nutrition during pregnancy and during lactation on lamb and wool production of grazing sheep. J. Agric. Sci. 40: 311-340.
- COOP, I.E. & HAYMAN, B.I. 1962. Live weight productivity relationships in sheep. II Effect of live weight on production and efficiency of production of lamb and wool. NZ J. Agric. Res. 5: 265-277.
- CRESSWELL, E., ASH, R.W., BOYNE, A.W. & GILL, J.C. 1964. Some effects of partial castration compared with full castration on lamb growth and on the development of male characteristics. Anim. Breed. Abstr. 32: No. 3010.
- CUNDIFF, L.V., MOODY, W.G., LITTLE, J.E., JONES, J.R. & BRADLEY, N.W. 1967. Predicting beef carcass cutability with live animal measurements. J. Anim. Sci. 26: 210 abstr.

- DALTON, C.D. 1962. Characters of economic importance in Welsh Mountain sheep. Anim. Prod. 4: 269-278.
- DASS, G.E. & ACHARYA, R.M. 1970. Growth of Bikaneri sheep. J. Anim. Sci. 31: 1-4.
- DASSAT, P. 1950. Ann. Accard. Agr. Tornio 93: 235.
- DASSAT, P. & MASON. 1954. Heritability of milk yield in sheep. Anim. Breed. Abstr. 23: No. 1226.
- DAVIES, H.L. 1958. Milk yield of Australian Merino ewes and lamb growth under pastoral conditions. Proc. Austr. Soc. Anim. Prod. 2: 15-21.
- DAWES, G.E. & PARRY, H.B. 1965. Premature delivery and survival in lambs. Anim. Breed. Abstr. 34: No. 378.
- DEBACA, R.C., BOGART, R., CALVIN, L.D. & NELSON, D.M. 1956. Factors affecting weaning weight of crossbred spring lambs. J. Anim. Sci. 15: 667-678.
- DICKERSON, G.E. & HAZEL L.N. 1944. Effectiveness of selection on progeny performance as a supplement to earlier culling in livestock. J. Agric. Res. 69: 459-476.
- DICKERSON, G.E. & GRIMES, J.C. 1947. Effectiveness of selection for efficiency of gain in Duroc swine. J. Anim. Sci. 6: 265.
- DICKERSON, G.E., GLIMP, H.A. & GREGORY, K.E. 1972. Genetic resources for efficient meat production in sheep. Preweaning viability and growth of Finnsheep and domestic crossbred lambs. J. Anim. Sci. 41: 43-53.
- DICKINSON, A.G. 1960. Some genetic implication of maternal effects an hypothesis of mammalian growth. J. Agric. Sci. Camb. 54: 378-390.
- DICKINSON, A.G., HANCOCK J.L., HOVELL, G.J., TAYLOR, St. C.S. & WIENER, G. 1962. The rize of lambs at birth. A study involving egg Transfer. Anim. Prod. 4: 64-
- DONALD, H.P. & PURSER, A.F. 1956. Competition in utero between twin lambs. J. Agric. Sci. 48: 245.
- DONALD, H.P., RUSSEL, W.S. & TAYLOR, S.T.C.S. 1962. Birth weight of reciprocally cross-bred calves. J. Agric. Sci. 58: 405.

- DONEY, J.M. 1955. Problems of hill sheep improvement. Proc. Brit. Soc. Anim. Prod. 1955: 3-12.
- DONEY, J.M. 1958. The role of selection in the improvement of Welsh mountain sheep. Aust. J. Agric. Res. 9: 819-829.
- DONEY, J.M. & MUNRO, J. 1962. The effect of suckling, management and season on sheep milk production as estimated by lamb growth. Anim. Prod. 4: 215-219.
- DUNLOP, A.A. 1963. Interactions between heredity and environment in the Australian Merino. II. Strain x location interactions in body traits and reproductive performance. Aust. J. Agric. Res. 14: 690-703.
- EJKJE, E.D. 1971. Studies on sheep production records. Effects of environmental factors on weight of lambs. Acta Agric. Scand. 21: 26-32.
- EIKJE, E.D. 1975. Studies on sheep production records. VIII. Estimation of genetic change. Acta Agric. Scand. 25: 242-252.
- ENSMINGER, M.E., PHILIPS, R.W., SCHOTT, R.G. & PARSON, C.H. 1943. Measuring performance of progeny of rams in a small flock. J. Anim. Sci. 1: 157-165.
- ERCANBRACK, S.J. & HARVEY, W.R. 1964. Interactions affecting weanling and yearling traits of sheep. J. Anim. Sci. 23: 848. Abstr.
- ERMEKOV, M.A. & SKOROBGATOV, J.A. 1968. Meat characters of mutton wool remifine woolled sheep. Vest. Sel'-khoz. Nauki, Mosk. 13(8): 71-74. Ref. Anim. Breed. Abstr. 37: 458.
- EVERITT, G.C. 1962. On the assessment of body composition in live sheep and cattle. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 4: 79-89.
- FAHMY, M.H., GALAL, Y.S., GHANEM, S. & KHISHIN, S. 1969. Crossbreeding of sheep under semi-Arid conditions. Anim. Prod. 11: 351-360.
- FAHMY, M.H., SALAH, E., GALAL, Y.S., GHANEM, S. & KHISHIN, S. 1969. Genetic parameters of Barki sheep under semi-arid conditions. Anim. Prod. 11: 361-367.
- FALCONER, D.S. 1960. Introduction to quantitative genetics. Oliver & Boyd. Edingburgh. 365 p.

- FALCONER, D.S. & LATYSZEWSKI, M. 1952. The environment in relation to selection for size in mice. *J. Genet.* 51: 67-80.
- FELTS, V.L., CHAPMAN, A.B. & POPE, A.L. 1957. Estimates of genetic and phenotypic parameters for use in a farm flock ewe selection index. *J. Anim. Sci.* 16: 1048 (Abstr.).
- FIELD, R.A., KEMP, J.D., VARNEY, W.Y., WOOLFOLK, P.G. & DERRICKSON, G.M. 1963. Carcass evaluation of lambs from selected sires. *J. Anim. Sci.* 22: 364-367.
- FIELD, R.A., KEMP, J.D. & VARNEY, W.Y. 1963. Indices for lamb carcass composition. *J. Anim. Sci.* 22: 218-221.
- FIMLAND, E., ERI, J., LILAND, P.J. & GJEDREM, T. 1969. Resultat frå kryssingsforsøk med sau, Meld. Norg. landbr.Høgsk. 13, 35 pp.
- FLAMANT, J.C. & BOCCARD, R. 1966. Estimation de la qualité de la carcasse des agneaux de boucherie. *Annls Zootech.* 15: 89-113.
- FLAMANT, J.C. 1970. Amélioration génétique de l'espece ovine. Paris. 170 pp.
- FOWLER, S.H. & ENSIMINGER, M.E. 1952. Full vs. limited feeding as related to the improvement of animals for meat production through breeding. 16: 1049. Abstr.
- FOWLER, S.H. & ENSIMINGER, M.E. 1960. Interactions between genotype and plane of nutrition in selection for role of gain in swine. *J. Anim. Sci.* 19: 434.
- FREDERIKSEN, K.R., PRICE, D.A. & BLACKWELL, R.L. 1967. Environmental factors affecting rate and efficiency of gain and other traits in Rambouillet lambs. *J. Anim. Sci.* 26: 667-673.
- FREDERICKSON, K.R., PRICE, D.A. & ERCANBRACK, S.K. 1959. Environmental factors affecting and correlations involving rate and efficiency of gain and other post-weaning rate and efficiency of gain and other post-weaning traits in Rambouillet lambs. Cited in post-weaning performance, in Columbia and Corriedale lambs. BOTKIN, M.P. *J. Anim.Sci.* 23: 132-135.

- GAINES, W.L., DAVIS, H.P. & MORGAN, R.F. 1947. J. Dairy Sci. 30: 273.
- GJEDREM, T. 1963. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for weight of lambs at five ages. Master of Science thesis. University of Wisconsin.
- GJEDREM, T. 1965. Verknaden av nokre miljø faktorar på haustvetka hos lam. Meld. Norg. landbr. Høgsk. 3, 32 pp.
- GJEDREM, T. 1966. Selection index for ewes. Acta Agric. Scand. 16: 21-29.
- GJEDREM, T. 1967. Phenotypic and genetic parameters for weight of lambs of five ages. Acta Agric. Scand. 17: 4: 199-216.
- GLIMP, H.A. 1971. Effect of breed, ration energy level and their interactions on rate and efficiency of lamb growth. J. Anim. Sci. 33: 157-160.
- GOLTSBLANT, A.I. & BUDATSEV, V.P. 1973. Testing and evaluation of progeny of sires under different environments. Anim. Breed. Abstr. 43: 5326.
- GREEN, W.W. & WINTERS, L.M. 1945. Prenatal development of sheep. Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bul. 169: 36.
- GREEN, W.W., STEVENS, W.R. & GOUCH, M.B. 1971. Use of body measurements to predict the weights of wholesale cuts of beef carcasses; wholesale short loin of 900 pound steers. Univ. Md. Agric. Expt. Sta. Bull. A 174 19 s.
- GUTSCHE, H.J. 1974. Performance test results and selection criteria for the extension of the population of AI and breeding rams with semi-fine wool. Anim. Breed. Abstr. 42: No. 2186.
- HAFEZ E.S.E. 1963. Symposium on growth: physio-genetics of prenatal and postnatal growth. J. Anim. Sci. 22: 779-791.
- HALL, T.H., RUTTLE, J.L. & SIDWELL, G.M. 1964. Some genetic and phenotypic parameters in Navajo crossbreed yearling ewes. Anim. Sci. 23: 485-489.
- HAMMOND, J. 1932. Growth and development of mutton qualities in sheep. Edinburgh. Oliver and Boyd. 545 p.
- HAMMOND, J. 1947. Animal breeding in relation to nutrition and environmental conditions. Biol. Rev. 22: 195.

- HANRAHAN, J.P. 1976. Maternal effects and selection response with an application to sheep data. *Anim. Prod.* 22: 359-369.
- HARRINGTON, R.B., WHITEMAN, J.V. & MORRISON, R.D. 1958. Estimates of some sources of variation in the body weights of crossbreed lamb at different ages. *J. Anim. Sci.* 17: 743-751.
- HARRINGTON, R.B., BROTHERS, D.G. & WHITEMAN, J.V. 1962. Heritability of gain of lambs measured at different times and different methods. *J. Anim. Sci.* 21: 78-81.
- HARRINGTON, R.B. & WHITEMAN, J.V. 1967. Estimates of the repeatability of lamb growth as a characteristics of the ewe. *J. Anim. Sci.* 26: 239-243.
- HARVEY, W.R. 1960. Least squares analysis of data with unequal subclass numbers. *ARS 20-8 Agric. Res. Service, U.S. Dep. of Agric.* 157 p.
- HAZEL, L.N. & TERRIL, C.E. 1945. Effect of some environmental factors on weanling traits of range Rambouillet lambs. *J. Anim. Sci.* 4: 331-341.
- HAZEL, L.N. & TERRIL, C.E. 1945. Heritability of weaning weight, and staple length. *J. Anim. Sci.* 4: 345-358.
- HELLMAN, T. 1978. Kokemuksia pössien yksilöarvostelusta. *Lammastalous* 1: 4-9.
- HELLMAN, T., OJALA, M. & VARO, M. 1976. The use of ultrasonics in phenotype testing of rams. *J. Sci. Agric. Soc. Finl.* 48: 395-406.
- HODGSON, C.W. & BELL, T.D. 1975. Performance studies with Suffolk sheep. *Anim. Breed. Abstr.* 43: No. 1705.
- HOHENBOKEN, W.D., KENNICK, W.H. & BOGART, R. 1974. Genotype and mating system x environment interactions for production traits. 1st world congress on genetic applied to livestock production. Madrid.
- HOHENBOKEN, W.D., KENNICK, W.H. & BOGART, R. 1976. Genetic, environmental and interaction effects in sheep. II Lamb growth and carcass merit. *J. Anim. Sci.* 42: 307-316.

HOLTMANN, W.B. & BERNARD, C. 1969. Effect of general combining ability and maternal ability of Oxford, Suffolk and North country cheviot breeds of sheep on growth performance of lambs. *J. Anim. Sci.* 28: 155-161.

HUNTER, G.L. 1956. The maternal influence on size in sheep. *J. Agric. Sci.* 48: 36-60.

JEFFERY, H.B. & BERG, R.T. 1972. An evaluation of several measurements of beef cow size as related to progeny performance. *Can. J. Anim. Sci.* 52: 23-37.

JOHANSSON, I. 1932. Multiple birth in sheep. *Proc. Amer. Anim. Prod.* 285-291.

JORDAN, W.A., PRITCHARD, G.I., HEANEY, D.P. & JEFFERS, H.F. 1964. Prediction of fat to protein ratio in lamb carcasses. *J. Anim. Sci.* 44: 102-105.

JOURBERT, D.M. & HAMMOND, J. 1958. A crossbreeding experiment with cattle with special reference to the maternal effect in South Devon-Dexter crosses. *J. Agr. Sci.* 51: 325.

KANGASNIEMI, R. 1971. Lampaan kiiman säätely. *Karjatalous* 392-395.

KARAM, H.A. 1959. Birth, weaning and yearling weights of Rahmani sheep. Effects of some environmental factors. II. Heritability estimates and correlations. *Emp. J. Exp.* 27: 313-323.

KARAM, H.A., CHAPMAN, A.B. & POPE, A.L. 1953. Selecting lambs under farm flock conditions. *J. Anim. Sci.* 12: 148-164.

KIDWELL, J.F. 1960. The effect of selection and plane of nutrition on relative size in the rat. *Growth* 24: 47-58.

KINCAID, C.M. 1943. Influence of the sire on the birth weight of lambs. *J. Anim. Sci.* 2: 152-156.

KING, J.W.B. & YOUNG, G.B. 1955. A study of three breeds of sheep wintered in four environments. *J. Agric. Sci. Camb.* 45: 331-338.

KING, J.W.B. & DONALD, H.P. 1955. A study of variation in twin cattle. III Growth. *J. Dairy Res.* 22: 1.

KIRTON, A.H. & BARTON, R.A. . Specific gravity as an index of the fat content of mutton carcasses and various joints. *N.Z.J. Agric. Res.* 1: 633-641.

- KORHONEN, M. 1978. Regressio-varianssi- ja kovarianssianalyysi. Helsinki 80 pp.
- KRISTJANSSON, F.K. 1957. Observations on genotype - environmental interactions in swine. Can. J. Anim. Sci. 37: 179.
- LASLEY, J.F., DAY, B.N. & COMFORT, J.E. 1961. Some genetic aspects of gestation length and birth and weaning weights in Hereford cattle. J. Anim. Sci. 20: 737.
- LAX, J. & BROWN, J. 1967. The effects of inbreeding, maternal handicap and range in age on 10 fleece and body characteristics in Merino rams and ewes. Aust. J. Agric. Res. 18: 689-706.
- LEGATES, J.E. 1962. Heritability of fat yields in herds with different production levels. J. Dairy Sci. 45: 990-993.
- LILJEDAHL, L.E., WILHELMSON, M. & CARLGRÉN, A.B. 1973. Genotype nutrition interactions in white leghorn strains. Acta Agric. Scand. 23: 127-139.
- LINDSTRÖM, U. & MAIJALA, K. 1970. Evaluation of performance test results for A.I. Bulls. Acta Agric. Scand. 20: 207-218.
- LUSH, J.L. & COPELAND, O.C. 1930. A study of the accuracy of measurements of dairy cattle. J. Agric. Res. 41: 37-49.
- LUSH, J.L. 1958. Animal breeding plans. Fifth edition. 443 pp.
- LUSH, J.L., & HETZER, H.O. & CULBERTSON, C.C. 1934. Factors effecting birth weights of swine. Genetics 19: 329.
- MacMAHON, P.R. 1940. Proc. 9th Ann. Meet. Massey Coll. N. Z.
- MacNAUGHTON, W.N. 1957. Repeatability and heritability of birth weaning and shearing weights among range sheep in Canada. J. Anim. Breed. Abstr. 25 No. 1926.
- MAIJALA, K. 1967. Causes of variation in litter size of Finnsheep ewes. Acta Agric. Fenn. 109, 1: 136-143.
- MAIJALA, K. 1974. The application of genetic principles in sheep improvement. Wld. Rev. Anim. Prod. 10(19): 112-135.

- MAIJALA, K. 1974. Fertility in animal breeding. Pohjoism. lis. kurssin luennot. 179 s.
- MALTOS, J., AGUILOR, C., LAREDO, M. & DEALBA, J. 1961. Progeny testing in tropical feed lots and pastures. J. Anim. Sci. 20: 908 Abstr.
- MASON, I.L. & ROBERTSON, A. 1956. The progeny testing of dairy bulls at different levels of production. J. Agric. Sci. 47: 367-375.
- McLEAN, J.W. 1948. Progeny testing in sheep. The inheritance of birth weight, growth rate and cannon bone length. Proc. N.Z. Agric. Anim. Prod. 1948: p. 86.
- McCLELLAND, T.H., BONAITI, B., TAYLOR, S.T.C. 1976. Breed differences in body composition of equally mature sheep. Anim. Prod. 23: 281-293.
- MING-PIMI, 1962. Genetic and environmental variation analysis program. Dept. of genetic & Dairy Sci. Univ. of Wisconsin, Mimeogr.
- MORLEY, F.H.W. 1956. Selection for economic characters in Australian Merino sheep. VII. Interactions between genotype and plane of nutrition. Aust. J. Agric. Res. 7: 104-146.
- MORLEY, F.H.W. 1955. Genetic improvement of Australian Merino sheep. Agric. Gaz. N. SW. 66: 400-411, 474-480, 526-531, 579-585.
- MONTANARØ, G. 1940. Anim. Breed. Abstr. 8: 46.
- MORE O'FERRALL, G.J. & VIAL, V.E. 1963. Correction factors for use in sheep flock recording. Ir. J. Agric. Res. 2: 13-20.
- MOULE, G.R. 1954. Observations on mortality among lambs in Queensland. Aust. Vet. J. 30: 153-171.
- MROUÉ, B. 1976. A study of various factors affecting wool traits in Finnsheep. Kotieläinten jalostustieteen lait. Helsingin yliopisto.
- NELSON, R.H. & VENKATACHALAM, G. 1949. Estimates of the heritability of birth weight and weaning weight of lambs. J. Anim. Sci. 8: 607-608.
- NICHOLS, J.E. 1959. Progeny testing in farm livestock. Vet. Record 71. 1055-1061.

- OLSON, L.W., DICKERSON, G.E., GROUSE, J.D. & GLIMP, H.A. 1976. Selection criteria for intensive market lamb production: carcass and growth traits. *J. Anim. Sci.* 43: 90-101,
- ORME, L.E., CHRISTIAN, R.E. & BELL, T.D. 1962. Live animal and carcass indices for estimating carcass composition in lambs. *J. Anim. Sci.* 21: 666.
- ORME, L.E., PEARSON, A.M., MAGEE, W.T. & BRATZLER, L.J. 1959. Relationship of live animal measurements to various carcass measurements in beef. *J. Anim. Sci.* 18: 991-999.
- OSBORNE, R. 1957. The use of sire and dam family averages in increasing the efficiency of selective breeding under a hierarchal mating system. *Heredity* 11: 93-116.
- OSMAN, A.H. & BRADFORD, G.E. 1965. Effects of environment on phenotypic and genetic variation in sheep. *J. Anim. Sci.* 24: 766-774.
- OSMAN, A.H. & BRADFORD, G.E. 1967. Genotype environment interaction and compensatory growth in sheep. *J. Anim. Sci.* 26: 1239-1243.
- OWEN, J.B. 1957. A study of the lactation and growth of hill sheep in their native environment and under lowland conditions. *J. Agric. Sci. Camb.* 48: 387-412.
- OWEN, J.B. & INGLETON, J.W. 1963. A study of food intake and production in grazing ewes. *J. Agric. Sci. Camb.* 61: 267-274.
- OWEN, J.B., DAVIES, D.A.R. & RIDGMAN, W.J. 1967. The efficiency utilisation of grass by lactating ewes. *J. Agric. Sci. Camb.* 69: 399-404.
- OWEN, J.B. & NIELSEN, E. 1968. A study of factors affecting the efficiency of feed conversion in Red Danish heifers. *J. Agric. Sci. Camb.* 70: 245-252.
- OWEN, J.B. & MORTON, J.R. 1969. The association of food conversion ratio, age at slaughter and carcass quality in pigs fed ad libitum. *Anim. Prod.* 11: 317-324.
- OWEN, J.B. 1971. Performance recording in sheep. *C.A.B.* 132 p.
- PALSSON, H. 1939. Meat qualities in the sheep with special reference to Scottish breeds and crosses. *J. Agric. Sci.* 29: 544.

- PALSSON, H. 1940. Meat qualities in sheep with special reference to Scottish breeds and crosses. II. Comparative development of selected individuals of different breeds and crosses as lambs and hoggests. *J. Agric. Sci.* 30: 1-82.
- PALSSON, H. & VERGES, J.B. 1952. Effects of the plane of nutrition on growth and the development of carcass quality in lambs. I. The effects of high and low planes of nutrition and different ages. *J. Agric. Sci. Camb.* 42: 1-92.
- PALSSON, H. 1955. Conformation and body composition. In progress in the physiology of farm animals. Vol. 2. Ed. by J. Hammond. London. 530-542.
- PALSSON, H. 1965. Carcass conformation in relation to meat quality with special reference to lamb. Presented at the symposium of European Association for animal production.
- PATTIE, W.A. 1964. Selection for and against weaning weight in Merino sheep. *Aust. Soc. Anim. Prod.* 5: 152-155.
- PATTIE, W.A. & WILLIAMS, A.J. 1966. Growth and efficiency of post-weaning gain in lambs from Merino. Flocks selected for high and low weaning weight. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 6: 305-309.
- PEARSON, A.M. 1968. Estimating meat yield and quality in live animals. *Proc. and Wld. Conf. Anim. Prod.*
- PHILLIPS, R.W. & DAWSON, W.M. 1937. The relation of type and time of birth and birth weight of lambs to their survival, growth and suitability for breeding. *Proc. Amer. Soc. Anim. Prod.* 1:299.
- PRESCOTT, J.H.D. 1969. The influence of castration on the growth of lambs in relation to plane of nutrition, meat production from entire male animals. 109-128.
- PRESTON, T.R. & WILLIS, M.B. 1975. Intensive beef production. Sec. edition. 567 pp.
- RAE, A.L. 1956. The genetics of the sheep. *Advanc. Genet.* 8:189-265.
- RAGAB, M.T., ASKER, A.A. & KADI, M.R. 1953. Genetic factors affecting weights of Ossimi lambs. *Emp. J. Exp. Agr.* 21: 304.
- RAGAB, M.T. & ASKER, A.A. 1954. Twinning in Ossimi sheep. *Anim. Breed. Abstr.* 23: No. 734.
- RICORDEAU, G. & BOCCARD, R. 1961. Relations entre la quantité de lait consommé par les agneaux et leur croissance. *Annls. Zootechn.* 10: 113-125.
- RIELY, M.L. & FIELD, R.A. 1969. Predicting carcass composition of ewe, wether and ram lambs. *J. Anim. Sci.* 29: 567-572.

- ROBERTS, E.J. & WILLIAMS, G.L. 1956. Agric. Rev. 2: 10.
- ROBERTSON, A., O'CONNOR, L.K. & EDWARDS, J. 1960. Progeny testing of dairy bulls at different management levels. Anim. Prod. 2: 141-152.
- ROBINSON, T.J., BINET, F.E. & DOIN, A.G. 1956. An assessment of the relative value of various external measurements for differentiating between various grades of export lamb carcass. Aust. J. Agric. Res. 7: 345-365.
- ROLLINS, W.C., CARROLL, F.D., POLLOCK, J.W.T. & KUDODA, M.N. 1962. Beef cattle performance and progeny tests for gain, efficiency, carcass conformation and earliness of maturity. J. Anim. Sci. 21: 200.
- RUOHOMÄKI, H. 1975. Nuoren lihanaudan teurasominaisuuksien arvioimisesta. Lisensiaattityö. 197 s.
- RUOHOMÄKI, H. 1978. Nuorten lihanautojen mittojen ja elopainojen välisestä yhteyksistä kasvukauden aikana sekä mittojen merkityksestä elopainon arvioimisessa. Kotieläinjalostuksen Tiedote. No 23. 39 s.
- RUTTLE, J.L. 1971. Influence of sex and type of birth on performance of early weaned lambs. J. Anim. Sci. 32: 974-976.
- RÖNNINGEN, K., MOLDRHELM, A. & GJEDREM, T. 1966. Scoring of yearling rams. Estimates of heritability and genetic correlations. Anim. Breed. Abstr. 25: No. 1511.
- RÖNNINGEN, K. 1970. II. The efficiency of selection based on the combination of performance testing and progeny testing compared with selection based only on performance testing when testing capacity is limited. Acta Agric. Scand. 20: 2: 71-104.
- SACKER, G.D. & TRAIL, J.C.M. 1966. The effect of year: suckling, dry season and type of dam on milk production in East-African Blackheaded sheep as measured by lamb growth. J. Agric. Sci. Camb. 66: 93-95.
- SALMELA, A.B., REMPEL, W.E. & COMSTOCK, R.E. 1960. The reaction of three kinds of single cross pigs to three levels of feed intake. J. Anim. Sci. 19: 84.
- SALAH, E. & GALOL, E. 1970. Estimating heritability from linebred flocks. Anim. Breed. Abstr. 39: No. 2574.

- SANGOLT, G. 1967. Kan det påvisat nokon framgång av dei rådande avlsmessige tiltaka, og er det moleg å seia noko om kor stor denne framgången har vore for eit avgrensa tidsrom. Cited by Gjødrem. 1969. Acta Agric. Scand. 19: 116-126.
- SANGOLT, G. 1969. Korreksjonsfaktorar for haustvekt av lam. Meld. Norg. Landbr. Høgsk. 17. 35 pp.
- SHARAFELDIN, M.A. 1960. Factors affecting litter size in Texel sheep. Anim. Breed. Abstr. 28. No. 2050.
- SHELTON, M., MILLER, J.C., MAGEE, W.T. & HARDY, W.T. 1954. A summary of four years work in ram progeny and performance testing. J. Anim. Sci. 13: 215-228.
- SHELTON, M. & CAMPBELL, F. 1960. Performance testing of rams as an aid in the improvement of fine wool sheep. Misc. Publ. Tex. Agric. Exp. Sta No 467.10 pp.
- SIDEWELL, G.M. 1958. Some aspects of twin versus single lambs of Navajo and Navajo crossbred ewes. J. Anim. Sci. 15:202-210.
- SIDEWELL, G.M. & MILLER, L.R. 1971. Production of some pure breeds of sheep and their crosses. II. Birth weight and weaning weight of lambs. J. Anim. Sci. 32: 1090-1094.
- SINGH, B.P., REMPEL, W.E., REIMER, D., HANKE, H.E., MILLER, K.P. & SALMELA, A.B. 1967. Evaluation of breeds of sheep on the basis of crossbred lamb performance. J. Anim. Sci. 26: 261-266.
- SINGH, V.K. & MATHUR, P.B. 1971. Studies on body measurements indicating mutton production. Indian Vet. J. 48: 829-834.
- SJÖDIN, E. 1966. Progeny and performance testing in Sweden. Eur. Assoc. Anim. Prod. Commission on Sheep and Goat Prod. Oslo 4 pp.
- SKJERVOLD, H. & GJEDREM, T. 1958. Utvidet avkomsgransking i saueavl. Tidsskrift. for det Norske landbruk. 65: 49-62.
- SKJERVOLD, H. 1968. Nå må vi effektivisere sauevlen. Norsk Landbruk. 87: 6, 7 og 8.
- SMITH, H.J. & LIDVALL, E.R. 1964. Factors affecting birth weight, daily gain and 120 day weight of Hampshire lambs. Abstr. in J. Anim. Sci. 23: 854.
- SMITH, C. 1965. Results of pig progeny testing in great Britain. Anim. Prod. 7: 133-140.

- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. 1969. Biometry. San Francisco. pp. 253-298.
- SOLLER, M. & GENIZI, A. 1967. Genetic progress under sequential selection. Cited by Rönningen 1970. Acta Agric. Scand. 20: 71-104.
- SPEEDING, C.R.W. 1966. The grazing sheep in relation to its environment. Presented at 9th International Congress of Animal Production. Edinburgh. 1966: 174-187.
- SPEEDING, C.R.W. 1968. Practical implications of genetic and environmental influences. In growth and development of mammals. 451-465.
- SPURLOCK, G.M., BRADFORD, G.E. & WHEAT, J.D. 1966. Live animal and carcass measures for the prediction of carcass traits in lambs. J. Anim. Sci. 25: 454-459.
- STANELY, M.E., GALAN, M.W., RUSSELL, T.S., BLACKWELL, R.L. & ORME, L.E. 1964. Variation and correlation of live and carcass traits of lambs. Anim. Breed. Abstr. 32. No. 3039.
- SYRSTAD, O. 1966. Studies on dairy herd records. IV. Estimates of phenotypic and genetic parameters. Acta Agric. Scand. 16: 79-96.
- SYVÄJÄRVI, J. & VARO, M. 1972. The ram circle as a progeny testing method. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 44: 49-55.
- SYVÄJÄRVI, J. 1970. Lampaan lihantuotanto-ominaisuudet ja pässien jälkeläisarvostelukoe ns. pässirenkään avulla. Pro gradu -työ.
- TALLIS, G.M. 1960. Effect of some controllable errors on estimates of genetic parameters with special reference to early post-natal growth in Merino sheep. J. Anim. Sci. 19: 1208-1214.
- TALLIS, G.M., TURNER, H.N. & BROWN, G.H. 1964. The relationship between live measurements and edible meat in Merino wethers. Aust. J. Agric. Res. 15: 446-452.
- TANEJA, G.C. 1958. Genetic correlation in Australian Merino sheep; correlations among body length, fore cannon length, mutton score and body weight. Indian J. Vet. Sci. 28: 211-216.
- TAYLOR, S.T.C.S. 1963. Accuracy in measuring cattle with special reference to identical twins. Anim. Prod. 5: 105-115.

- TAYLOR, St. C.S. & YOUNG, G.B. 1966. Variation of growth and efficiency in twin cattle with liveweight and feed intake controlled. *J. Agric. Sci.* 66: 67.
- TAYLOR, St.C.S. & GRAIG, J. 1967. Variation during growth of twin cattle. *Anim. Prod.* 9: 35.
- TERRILL, C.E. 1958. Fifty years of progress in sheep breeding. *J. Anim. Sci.* 17: 944-959.
- THOMSON, W. & THOMSON, A.M. 1953. Effect of diet on milk yield of the ewe and growth of her lamb. *Br. J. Nutr.* 7: 263-274.
- THRIFT, F.A. & WHITEMAN, J.V. 1968. Comparison of the growth performance of lambs from Western and Dorset x Western ewes. *J. Anim. Sci.* 27: 1129.
- THIELE-WITTIG, H.C. 1975. Station tests of meat production in sheep. Present position and future development. *Anim. Breed Abstr.* 44: 3216.
- TIMON, V.M. & BICHARD, M. 1965. Quantitative estimates of lamb carcass composition. 1. Sample joints. *Anim. Prod.* 7: 173-181. 2. Specific gravity determination. *Anim. Prod.* 7: 183-187. 3. Carcass measurements and a comparison of the predictive efficiency of sample joint composition, carcass specific gravity determinations and carcass measurements. *Anim. Prod.* 7: 189-201.
- TIMON, V.M. 1968. Genetic studies of growth and carcass composition in sheep. In *growth and development of mammals*. Prod. Lamming London: Butterworth, 400-415.
- TIMON, V.M. 1975. The evaluation of sheep breeds and breeding strategies. *Agric. Inst. Res. Report.* 14 pp.
- TRAIL, J.C. & SACKER, G.D. 1966. Factors affecting production records of lambs from a flock of East African Blackhead sheep. *J. Agric. Sci. Camb.* 66: 87-91.
- TRAIL, J.C. & SACKER, G.D. 1969. Growth of cross-bred Dorset Horn lambs from East African Blackheaded sheep. *J. Agric. Sci. Camb.* 73: 239-243.
- TURNER, Helen Newton & YOUNG, S.S.Y. 1969. Quantitative genetics in sheep breeding. MacMillan 332 p.

- VARO, M. 1968. Lampaiden kasvatuskokeiden tuloksia. Ann. Agric. Fenn. 7: 33-45.
- VARO, M. & HELLMAN, T. 1976. Perusteluja pössien fenotyypin testaukselle. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 48: 158-169.
- VENGE, O. 1950. Studies of the maternal influence on the birth weights in rabbits. Acta Zoologica. 31: 1.
- VESELY, J.A. & SLEN, S.B. 1961. Heritabilities of weaning weight, yearling weight and clean fleece weight in range Romnelet sheep. Can. J. Anim. Sci. 41: 109-114.
- WALKER, D.E. & McMEEKAN, C.P. 1944. Canterbury lamb. N.Z. J. Sci. Tech. 26: 51-61.
- WALLACE, L.R. 1948. The growth of lamb before and after birth in relation to the level of nutrition. J. Agric. Sci. 38: 243-302, 367-401.
- WARWICK, B.L. & CARTWRIGHT, T.C. 1957. Heritability of weaning weight of milk lamb. J. Anim. Sci. 16: 1025. Abstr.
- WARWICK, E.J., DAVIS, R.E. & HINER, R.L. 1964. Response of monozygotik bovine twins to high and low concentrate rations. J. Anim. Sci. 23: 78.
- WATSON, R.H. & ELDER, E.M. 1961. Neonatal mortality in lambs further observations in a Corriedale flock with a history of high lamb mortality. Aust. Vet. J. 37: 383-385.
- WENINGER, J.W., GLODEK, P., ASSADI-MOGHADDAM, R., SCHMIDT, L. & BURGKART, M. 1968. Investigations on heritability of and correlations between production characters in the German Merino Landschaf. Anim. Breed. Abstr. 36: No 2702.
- WILLIAMS, G.L. 1953. Progeny testing of Welsh Mountain sheep. Proc. Brit. Anim. Broc. 18: 51-60.
- WILLIAMS, G.L. 1968. Performance testing of Welsh Mountain ram. Agric. Lond. 76: 78-79.
- WITT, M., LOHSE, B. & FLOCK, D. 1967. Progeny testing for fattening performance and carcass value in an experimental flock of German Blackheaded Mutton sheep. 2. Tierzücht. Züchtbiol. 83: 260-284.
- WOODWARD, R.R., RICE, F.J., QUESENBERRY, J.R., HINER, R.L., CLARK, R.T. & WILLSON, F.S. 1959. Relationships between measures of performance body form and carcass quality of beef cattle. Mont. Agric. Exp. Sta. Bull. 550.

- YALCIN, B.C. & BICHARD, M. 1964. Crossbred sheep production.
I. Factors affecting production from the crossbred ewe flock.
II. The repeatability of performance and the scope for
culling. Anim. Prod. 6: 73-84, 85-90.
- YAO, T.S., SIMMONS, V.L. & SCHOTT" R.G. 1953. Heritability of
fur characters and brith weight in Karakul lambs. J. Anim.
Sci. 12: 431-439.
- YOUNG, S.S.Y., TURNER, Helen Newton & DOLLING, C.H.S. 1960.
Comparison of estimates of repeatability and heritability
for some production traits in Merino rams and ewes. II.
Heritability. Aust. J. Agric. Res. 11: 604-617.
- YOUNG, S.S.Y., BROWN, G.H., TURNER, Helen Newton & DOLLING,
C.H.S. 1965. Genetic and phenotypic parameters for body
weight and greasy fleece weight at weaning in Australian
Merino Sheep. Aust. J. Agric. Res. 16: 997-1009.
- YOUSSEF, A.A. 1956. Selection for fertility in the Romney
Marsch sheep. Ph.D. Thesis. University of Durham.
- ÖSTERBERG. S. 1975. Kokemuksia pässien yksilöarvostelukoke-
muksista. Lammastalous 4: 8-12.

KOTIELÄINJALOSTUKSEN TIEDOTE-SARJASSA ILMESTYNYT:

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

18. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1977. Erirotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160 kilon teuraspainossa, 12 s.
19. Nauta- ja sikapäivä 14.11.1977.
20. LINDSTRÖM, U., 1978. Maidon valkuainen, 13 s.
21. HELLMAN, T. & OJALA, M., 1978. Karjujen ultraäänikuvaus, 23 s.
22. LINDSTRÖM, U., 1978. Jalostuksella terveempiä eläimiä, 21 s.
23. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Nuorten lihanautojen mittojen ja painojen välisistä yhteyksistä kasvukauden aikana sekä mittojen merkityksestä elopainon arvioimisessa, 39 s.
24. LINDSTRÖM, U., 1978. Ravintohuolto meillä ja muualla, 10 s.
25. LINDSTRÖM, U., 1978. Matkakertomus Euroopan Kotieläintuotantoliiton (EAAP) 29. vuosikokouksesta Tukholmassa 5.—7.6.1978, 16 s.
26. HAAPA, MATLEENA, 1978. Kasvatusasematoiminnasta Tanskassa, matkakertomus, 27 s.
27. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Lihanutakokeiden tuloksia II, 19 s.
28. LINDSTRÖM, U., 1978. Pihvisonnien käyttö lypsykarjoissa, 14 s.
29. LAMPINEN, KYLLIKKI, 1978. Poikimaväli ja/tai siemennysten määrä tiineyttä kohti lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa. Pro gradu-tyo, 86 s.
30. MROUÉ, B., 1979. Pässien yksilökokeen käyttöarvo kasvuominaisuuksien arvostelussa, Lisensiaattityö, 150 s.