

**Ultraäänikuvauksella arvioidun
lihakkuuden yhteys sonnien
kasvukoetuloksiin**

Pentti Nieminen
Kotieläinten jalostustieteen laitos

Helsinki 1975

Julkaisijat:

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

Ultraäänikuvauksella arvioidun lihakkuuden
yhteys sonnien kasvukoetuloksiin

Kotieläinten jalostustieteen
Pro gradu- työ
Helsinki 1975
Pentti Nieminen

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|-----|--|----|
| A. | Johdanto | 1 |
| B. | Kirjallisuus | 3 |
| I | Kasvu | 3 |
| 1. | Kasvun merkityksestä | 3 |
| 2. | Kasvun yksilöllisyys | 5 |
| 3. | Kasvun arvioiminen | 6 |
| a. | Elopaino tietyssä iässä | 6 |
| b. | Ikä tietyssä painossa | 7 |
| c. | Päivittäinen lisäkasvu | 7 |
| d. | Rehun kulutus | 8 |
| II | Lihakkuus | 8 |
| 1. | Yleistä | 8 |
| 2. | Lihakkuuden merkitys | 9 |
| 3. | Lihakkuuden kuvaajat | 10 |
| 4. | Lihakkuuden arvioiminen | 11 |
| a. | Leikkely | 11 |
| b. | Ulkoiset mitat | 13 |
| c. | Ultraäänitekniikka | 16 |
| III | Rasvaisuus | 19 |
| 1. | Rasvaisuuden merkityksestä | 19 |
| 2. | Rasvan määrän arvioiminen | 21 |
| IV | Lihakkuuden ja rasvaisuuden yhteys kasvuun | 23 |
| V | Tarkastelua | 24 |

| | | |
|----|--|----|
| C. | Oma tutkimus | 26 |
| I | Aineisto ja menetelmät | 26 |
| 1. | Tutkimusaineisto | 26 |
| 2. | Tutkittavat ominaisuudet ja niiden mittaaminen | 27 |
| 3. | Käytetyt menetelmät | 30 |
| II | Tulokset | 31 |
| 1. | Lihakkuutta ja kasvua kuvaavien mittojen hajonta ja keskiarvot | 31 |
| a. | Taustatietojen jakautuminen | 31 |
| b. | Ultraäänimittojen hajonnat ja keskiarvot | 32 |
| c. | Punnitustulosten hajonnat ja keskiarvot | 34 |
| d. | Rungon kokoa kuvaavien mittojen hajonnat ja keskiarvot | 36 |
| e. | Muunnosmittojen hajonnat ja keskiarvot | 36 |
| 2. | Mittauksiin liittyvistä systemaattisista tekijöistä | 39 |
| 3. | Ultraäänimittojen ja kasvutulosten välisistä fenotyypillisistä korrelaatioista | 42 |
| a. | Ultraäänimittojen väliset korrelaatiot ikäluokittain | 42 |
| b. | Punnitustulosten väliset korrelaatiot ikäluokittain | 46 |
| c. | Rungon mittojen väliset korrelaatiot ikäluokittain | 48 |
| d. | Muunnosmittojen väliset korrelaatiot ikäluokittain | 50 |
| e. | Ultraäänimittojen ja punnitustulosten välisiä korrelaatioita ikäluokittain | 52 |
| f. | Ultraäänimittojen ja rungon mittojen välisiä korrelaatioita ikäluokittain | 54 |
| g. | Ultraäänimittojen ja muunnosten välisiä korrelaatioita ikäluokittain | 57 |
| h. | Punnitustulosten ja rungon mittojen välisiä korrelaatioita | 59 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4. | Ultraäänimittojen ja kasvutulosten geneettisistä korrelaatioista | 60 |
| 5. | Eri mittojen keskinäisestä yhteydestä | 63 |
| a. | Faktorit ja niiden jakautuminen | 63 |
| b. | Kasvufaktori | 68 |
| c. | Selkälihasfaktori | 71 |
| d. | Rasvafaktori | 73 |
| 6. | Syitä ultraäänimittojen vaihteluihin | 73 |
| III | Tulosten tarkastelua | 83 |
| IV | Yhteenvedo | 94 |

A. Johdanto

Taustalla hämmöittävä maailmanlaajuinen elintarvikepula sekä lisääntyneet tuotantokustannukset ovat omiaan lisäämään karjankasvattajien ja tutkijoiden kiinnostusta yksittäisen sonnin kasvua ja lihakkuutta kohtaan.

Suomessa on pyritty tehostamaan erityisesti kotoisten yhdistelmärotujen lihanantitaipumusta. Lihantuotantoon tarkoitettulla naudalla pitäisi olla nopean ja taloudellisen kasvun lisäksi mahdollisimman korkea teurasarvo.

Teurasarvon määrittäminen elävästä eläimestä on tullut tärkeäksi, koska se varmistaisi fenotyyppiarvostelua ja edistäisi siten jalostusta. Useissa kokeissa on ilmennyt, että eräät anatomiset suhteet ovat selvitettävissä ultraäänitekniikalla. Nykyisin ultraäänitekniikkaan kohdistetaan suuria toiveita ruhon koostumuksen selvittäjänä.

Helsingin Yliopiston Kotieläinten Jalostustieteen laitos aloitti lokakuussa 1971 pitkän koesarjan, jossa tutkitaan Suomen Kotieläinjalostusyhdistyksen omistamilla kasvatusasemilla olleiden sonnien erilaisia kasvuun ja lihakkuuteen liittyviä tekijöitä. Näiltä sonneilta kerättiin mm. ultraäänimitat, punnitustulokset sekä rungon mitat puolen vuoden ja yhden vuoden iässä. Sonneista on jo osa poistettu käytöstä ja leikeltä. Vielä keinosiemennyskäytössä olevat sonnit leikellään myöhemmin. Eläinten kasvua tarkkaillaan myös myöhemmin, samoin niiden sperman- tuotantoa.

Tämä tutkimus, joka kuuluu osana edellä esitettyyn suurempaan projektiin pyrkii selvittämään niiden yhteyksien voimakkuutta, joita esiintyy ultraäänitekniikalla arvioitujen lihakkuutta ja rasvaisuutta kuvaavien mittojen sekä sonnien kasvukoetulosten välillä. Lisäksi pyritään selvittämään, mitkä ominaisuuksista parhaiten kuvaisivat eläimen kokonaiskasvua ja lihakkuutta sekä rasvaisuutta. Lopuksi tarkastellaan niitä tekijöitä, jotka aiheuttavatvaihteluita ultraäänimittoihin.

B. Kirjallisuuskatsaus

I Kasvu

1. Kasvun merkityksestä

Mahdollisimman täydellisen lihantuottajaeläimen olisi tyydyttävä kolmen eri intressipiirin vaatimuksia:

- Karjankasvattaja edellyttää lihanaudalta suurta päivittäistä lisäkasvua, edullista rehunkäyttökykyä sekä mahdollisimman korkeata teuraspainoa, terveyttä ja hedelmällisyyttä.

- Lihateollisuus haluaisi mahdollisimman paljon arvokkaita ruhon osia sekä laadultaan sellaista lihaa ja rasvaa, mikä soveltuisi teollisuuden ja kaupan tarkoituksiin.

- Perheenemäntä etsii lihastiskistä meheviä ja kauniinvärisiä paistinpaloja, jotka sisältävät mahdollisimman vähän mutta korkealaatuista rasvaa.

On selvää, ettei tällaisten vaatimusten yhdistäminen yhteen ja samaan eläimeen ole helppoa, kun maito vielä on tärkein jalostuskohde. Viime vuosina tosin on lihantuotantokyky muodostunut toiseksi tärkeäksi jalostustavoitteeksi. Suomessa naudanlihan tuotanto perustuu lypsykarjojen vasikkatuotantoon, koska vain tehostettu karjankasvatus on osoittautunut oloissamme taoudellisesti kilpailukykyiseksi. Näin ollen on lihantuotantomme kehitettäessä keskityttävä kotoisten yhdistelmärotujen kasvuominaisuuksien sekä lihan laatuominaisuuksien parantamiseen.

Eräitä usein esiintyviä sanoja on tässä esityksessä käytännön syistä pyritty lyhentämään. Tällainen on esim. keinosiemennyssonni, josta käytetään lyhennettä ks-sonni. Ultraäänimitta ja ultraäänilaite lyhennetään UÄ-mitta ja UÄ-laite. Pitkästä selkälihaksesta eli longissimus dorsista käytetään nimitystä selkelihas tai lihas. Heritabiliteetti on yleisen käytännön mukaisesti lyhennetty h^2 . Vastaavasti käytetään korrelaatiosta merkintää r .

Ks-sonnien kasvukokeissa on vuoden iässä punnituissa elopainoissa huomattavia eroja vapaalla ruokinnalla - keskiarvo on 442 kg, suurimmat 526 kg (MYLLYLÄ, 1974). On selvää, että sonnien lihantuotantokykyyn eli siis kasvunopeuteen ja lihakkuuteen on syytä kiinnittää huomiota. Tätä käsitystä vahvistaa myös RUOHOMÄEN ja POUTIAISEN (1972) toteama seikka, että asemalla hyvin kasvaneiden sonnien jälkeläiset menestyivät ruokintakokeissa paremmin kuin huonosti kasvaneiden sonnien jälkeläiset sekä vähäisellä että runsaalla ruokinnalla. Kyseisen kokeen tulosten perusteella painavien sonnien poikien parempi kasvu on tulkittavissa jonkin verran runsaamman rehun syönnin ja paremman rehun hyväksikäytön yhteisvaikutukseksi. Tämä osoittaa tarkoituksenmukaiseksi kasvatusasemilla tapahtuvan ks-sonnien fenotyypitestausta, jossa kaikki ks-käyttöön tulevat sonnit kasvatetaan vuoden ikään vapaalla väkirehuruokinnalla.

MAATILAHALLITUKSEN julkaisemassa tilastossa näkyy, että naudanlihan teurastus on kohonnut sekä kilomäärältään että eläinmäärältään kolmenkertaiseksi viimeisten 15 vuoden aikana. Tilastoa tarkasteltaessa on muistettava, että siinä on huomioitu vain teurastamoissa teurastetut eläimet. Aiemmin teurastettiin paljon kotona, joten tilasto ei kerro koko totuutta.

TEURASTAMOISSA TEURASTETTU

| vuosi | milj.kg naud.lihaa | nautoja kpl | sonneja kpl | keski paino |
|-------|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| -50 | 34.9 | - | - | - |
| -55 | 37.8 | - | - | - |
| -60 | 43.4 | 285 900 | 59 600 | 119 kg |
| -65 | 68.7 | 486 100 | 106 200 | 129 " |
| -70 | 95.3 | 625 500 | 218 000 | 135 " |
| -72 | 99.8 | 625 900 | 257 100 | 158 " |

Näihin teurastettuihin eläinmääriin verrattuna tulevat eläinten teuraspainojen vaihtelut varmasti oikeaan mittasuhteeseen. Siten kasvun ja kasvattamisen taloudellinen merkitys saa sille kuuluvan arvon.

2. Kasvun yksilöllisyys

Eläimen kasvu alkaa jo ennen syntymää ja niinpä vasikat ovat erikokoisia syntyessään. LINDSTRÖMIN (1974) mukaan perintötekijöiden osuus vasikan syntymäpainosta on n. 24 %. Myöhemässä iässä painon perinnöllinen osuus suurenee, samoin LINDSTRÖMIN mukaan, niin paljon, että se vuoden iässä on jo n. 65 %.

Kasvu ei ole yksiselitteistä. Eri kudokset kehittyvät eri iässä ja kunkin eläimen kasvukäyrä on yksilöllinen. Ensin kehittyi luusto ja siksi luiden suhteellinen osuus on nuorella eläimellä suuri. Sidekudokset ja lihakset kehittyvät seuraavina ja rasvakudos viimeiseksi. VARON (1973) mukaan on suomalaisella Ay:lla lihaprosentti puolen vuoden iässä 71.7, rasvaprosentti 3.2 ja luuprosentti 22.6. Puolentoista vuoden iässä ovat vastaavat luvut: 70.5, 6.7 ja 20.3. MALKUS ja HENRIKSSON (1964) ovat saaneet 9 kk:n ikäisille hiehoille seuraavia prosenttiosuuksia: lihalle 55.7, rasvalle 25.0 ja luulle 19.3. Puolentoista vuoden ikäisillä hiehoilla olivat prosentit muuttuneet siten, että liha-% ja luu-% olivat vähentyneet, mutta rasva-% oli lisääntynyt.

NEIMAN-SØRENSEN (1967) jakaa lihakset neljään ryhmään:

- Aikaisin kehittyvät lihakset. Esim. distaaliset lihakset sekä etujalkojen lihakset.
- Kasvukauden puolivälissä kehittyvät lihakset, kuten selkälihakset.
- Melko myöhään kehittyvät lihakset, kuten etuosan muut kuin jalkojen lihakset.
- Myöhään kehittyviä lihaksia ovat vatsalihakset ja takajäsenten proksimaaliset lihakset.

HINES ja BOND (1971) totesivat, että lihasten kasvunopeus vaihtelee ikäluokkien välillä eri lihaksilla. Ruokinta ei myöskään ole ratkaiseva tekijä lihasten kasvunopeutta määrättäessä. He havaitsivat myös, että psoas major, biceps femoris ja triceps brachi lisäävät prosenttuaalista osuuttaan ruhon koko lihamäärästä iän lisääntyessä, mutta semitendinosuksen osuus

säilyy muuttumattomana. Longissimus dorsi, semimembranosus ja rectus femoris puolestaan vähenevät prosentuaalisesti iän lisääntyessä. HINESin ja BONDin mukaan oli 6 kk:n ikäisillä sonneilla m. long. dorsin prosenttuaalinen osuus ruhon koko lihamäärästä 5.9 %, kun se 12 kk:n iässä oli laskenut 5.7 %:iin. Semimembranosuksen osuus oli 6 kk:n iässä lähes prosenttiyksikön pienempi, samoin vuoden iässä. MALKUS ja HENRICKSON (1964) tutkivat kyljyslihasten kasvua iän muuttuessa ja he havaitsivat, että kyljys-% lisääntyi 7.9 %:sta 8.4 %:iin, kun ikä kasvoi 9:stä 18:aan kuukauteen. Samanaikaisesti kyljyksen ympäräsvan osuus pieneni muutaman prosenttiyksikön verran.

CALO ym. (1973) totesivat että elopainot perättäisinä ikäluokkina olivat positiivisesti korreloituneet, mutta edellinen paino oli huono indikaattori seuraavalle painolle, jos aikaväli oli liian pitkä. CALO ym. eivät myöskään havainneet mitään tiettyä suhdetta kasvunopeuksien välillä perättäisinä ikäkausina, mikä osoittaa heidän mukaansa, että kasvunopeus tietyssä ikävälissä on tyypillinen vain tälle ikäluokalle.

LINDSTRÖM (1974) totesi, että syntymäpainon korrelaatio 60 pv:n painoon oli varsin korkea, mutta laski sitten kuta vanhemman iän painoon sitä verrattiin. LINDSTRÖM ja MAIJALA (1969) havaitsivat, että sonnin paino 60 pv:n iässä korreloi varsin heikosti kasvuun ikävälillä 60 - 180 pv. Melko vähäisiä olivat korrelaatiot myöhempienkin ikäväliden kasvun ja 60 pv:n elopainon välillä.

3. Kasvun arvioiminen

a. Elopaino tietyssä iässä

Kasvun määrittämiseksi on suoritettu lukemattomia kokeita ja tutkijat ovat käyttäneet useita erilaisia menetelmiä. Paljon käytetty kasvun kuvaaja on eläimen elopaino tietyssä iässä.

Seuraavassa on kerätty joitain koetuloksia niiden suurten vaihteluiden osoittamiseksi, joita kokeissa esiintyy.

| tutkija | kpl | ikä pv | paino kg |
|---------------------------|------|--------|----------|
| ZEMANEK (1968) | 111 | 497.9 | 507,7 |
| ZEMANEK (1969) | 208 | 478 | 499 |
| CALO ym. (1973) | 504 | 450 | 480 |
| RAIMONDI & AUXILLA (1973) | 15 | 482 | 482 |
| MYLLYLÄ (1975) | 2113 | 365 | 442 |

Kokeissa voidaan verrata eläimiä vain yhden koeryhmän sisällä, koska ryhmien väliset olosuhteet vaihtelevat. Useimmiten ruokintakokeilla pyritään selvittämään tietyn yksilön geneettisiä kasvutaipumuksia. Koska eri eläimet kasvavat nopeammin eri iässä, ei elopainoja voida verrata muuta kuin saman ikäisillä eläimillä. Esim. CALO'n ym. (1973) kokeissa sonnit saavuttivat 15 kk:n iässä vasta 46 % täysi-ikäisen sonnin painosta.

b. Ikä tietyissä painossa

Eräät tutkijat, esim. PASEK (1972) ovat tutkineet, miten vanha eläin on saavutettuaan tietyn painon. Tätä koejärjestelyä ei käytetä suuremmassa määrin, johtuen juuri eri yksilöiden erilaisesta teuraskypsyyden saavuttamisistä. RITTER ym. (1963) ovat todenneet, että tiettyyn painoon kasvattaminen soveltuu erityisesti ruhon eri osien keskinäisten suhteiden selvittämiseen.

c. Päivittäinen lisäkasvu

Tietyllä ikävälillä tapahtuva päivittäinen lisäkasvu on yleisesti käytetty kasvun mitta. LINDSTRÖMin (1974) mukaan eri ikäväliden päivittäisen lisäkasvun heritabiliteetit vaihtelevat jonkin verran, esim. 60 pv - 365 pv:n välisen lisäkasvun h^2 on 0,64, mutta 60 pv - 180 pv:n välisen lisäkasvun h^2 on vain 0.25.

LINDSTRÖMin ja MAIJALAN (1969) mukaan syntymävuosi vaikuttaa kasvunopeuteen 6-16 % ja syntymäkuukausi 5-13 % kokonaisvaihtelusta. Kasvunopeuden vaihtelu on LINDSTRÖMin mukaan kasvatusasemien sonniaineistoissa n. 8 %. MYLLYLÄN (1975) mukaan on suomalaisten Ay-sonnien kasvu asemalla nopeinta ikävälillä 180-270 pv ja toiseksi nopeinta se on ikävälillä 60-180 pv. Keskimäärin kasvavat suomalaiset Ay-sonnit 1200 g päivässä kasvatusasemalla. Eri tutkijoiden saamat päivittäiset lisäkasvat vaihtelevat mm. eläinten rodun ja ikävälän suhteen, kuten seuraavista luvuista näkyy.

| Tutkija | n | Ikäväli pv | Kasvu gr | Rotu |
|---------------|------------|--------------------|----------|-------------|
| Zemanek | (1968) 111 | 1 → 163 | 1074 | Tsekk. Fr. |
| Zemanek | (1969) 208 | 150 kg:n ikä → 478 | 1134 | Pun-must. |
| Kralik ym. | (1971) 208 | 1 → 478 | 971 | Tsekk. Fr. |
| Malossini ym. | (1971) 112 | 21 → 310 | 1120 | Ital. rusk. |
| Reichen | (1972) 7 | 1 → 437 | 1011 | Simm. |

d. Rehun kulutus

Eräs kasvuun liittyvä kriteeri on rehunkulutus, joka ilmaistaan kulutettujen rehuyksikköjen määränä yhtä lisäkasvukiloa kohti. KRALIK ym. (1971) ovat saaneet tsekkiläisellä fr-karjalla rehunkulutukseksi 4.16 ry/kg, mikä lienee varsin tyypillinen arvo. MALOSSINI ym. (1971) käyttävät nimitystä keskimääräinen rehunkulutusindeksi, jolloin rehumäärän lisäksi on huomioitava eläimen ikä.

II Lihakkuus

1. Yleistä

Lihakkuus on rasvaisuuden ohella ruhon anatomisen koostumuksen mittari, jota eri intressipiirit kuvaavat eri tavoin. Lihankuluttajat ja kauppa ovat luoneet käsitteen ruhon arvo, mikä

merkinnee lihakkuutta. Karjankasvattajalle ruhon arvo on lähes samaa kuin teuraspaino. WENIGER'in (1966) mukaan ruhon arvo voidaan jakaa ruhon koostumukseen sekä lihan ja rasvan laatuun. Ruhon koostumus voidaan käsittää siten, että erotetaan toisistaan liha ja rasva sekä luut ja jännteet. Toisaalta koostumus voidaan käsittää siten, että leikkelemällä erotetaan toisistaan ruhon eri osat, kuten esim. kinkku ja kuve ym. Lihakkuuden käytön hankaluutta lisää sekin, että sitä on vaikea määrittää elävästä eläimestä. DAVIS ym. (1964) totesivat, etteivät kaikki ruhojen arvostelijat pysty lajittelemaan ruhoja todelliseen paremmuusjärjestykseen. CROUSE'n ym. (1974) mukaan elävästä eläimestä arvioidut laatuarviot selvittävät vain 13 % ruhojen laatuluokkavaihteluista amerikkalaisessa teurasarvostelussa. Onkin ymmärrettävää, että useissa maissa on paljon tutkittu menetelmiä, joilla voitaisiin määrittää teurasarvo elävästä eläimestä.

2. Lihakkuuden merkitys

Lihakkuus on karjankasvattajalle rahallisesti tärkeä ominaisuus. Onhan lihaksikas eläin painavampi kuin laiha, pienilihaksinen eläin. Tämän lisäksi on teurastamoilla käytössä laatumaksujärjestelmä. Tämä on ymmärrettävää, sillä KAUFFMAN ym. (1973) osoittivat, että lihaksikkailta eläimillä oli rasvatonta lihaa n. 2 % enemmän korkeammasta liha-luu-suhteesta johtuen. Toisin sanoen lihan ja luun suhde ei ole naudalla vakio. Koska eläinten lihakkuus teurastamoilla arvostellaan silmämääräisesti, on luonnollista, että tarkkuus kärsii. KAUFFMAN ym. (1973) totesivat lihaksikkaiden ja laihojen eläinten leikkelytulosten perusteella, että painon ja rasvaisuuden vaikutuksen poistamisen jälkeen oli erilaisten anatomisten ruhonmuotojen lihantuotanto sama.

Teurastamojen laatuluokitus tapahtuu lihakkuuden, lihan värin ja rakenteen sekä rasvaisuuden perusteella (LIHATEOLLINEN TUTKIMUSKESKUS) silmävaraisesti. Laatuluokkia on kahdeksan ja lihan hinta putoaa 5 - 10 p/kg ruhon joutuessa laatuluokkaa alemmaksi, alimmissa laatuluokissa jopa 20 p/kg. Nykyisillä

(1975) hintasuhteilla tämä merkitsee 5-10 %:n eroja tilityshinnoissa huonoimman ja parhaimman laadun välillä. Sonnin ruhojen jakautuminen laatuluokkiin vaihtelee eri teurastamoilla, mutta suuruusluokka selvinnee seuraavasta yhteenvedosta.

Sonnin ruhojen prosenttuaalinen jakautuminen laatuluokkiin eräissä teurastamoissa. (PUNTILA 1975, PELTOLA 1975)

| Laatuluokka | Teurast. a | Teurast. b | |
|-------------|------------|------------|------------------|
| E + | 0.8 | 0.9 | |
| E | 6.8 | 8.2 | ↑ Lisähintaa |
| I + | 31.1 | 29.6 | _____ |
| I | 47.9 | 43.3 | _____ Perushinta |
| I - | 12.1 | 15.7 | |
| II, III, IV | 1.3 | 2.3 | ↓ Hinta laskee |

Noin 15 %:lla ruhoista kilohinta putoaa, kun se runsaalla 40 %:lla pysyy perushintana ja vajaalla 40 %:lla nousee. Teurasruhojen laatuluokituksella on siis myös taloudellista merkitystä.

3. Lihakkuuden kuvaajat

Lihakkuuden kuvaamiseen on käytetty lukuisia erilaisia mittoja. Lihasten kasvussa tapahtunut kehitys voidaan varmimmin arvioida mittaamalla ruhoa eri tavoin. PURCHASin ja LLOYDin (1974) mielestä koko kuvaa parhaiten ruhon koostumusta. RUOHOMÄKI (1973) selittää teuraspainoa, lihakilojen määrää sekä lihaprosenttia. VARO (1969) puhuu niin ikään lihaprosentista, mutta myös suhteellisesta lihamäärästä. BARTON (1973) vertaili eri rotujen ruhoja hyötyprosentin perusteella. COLE ym. (1960) totesivat, että osittaisesta leikkelystä - kinkut, lapa tai etupotka - saatu liha on varsin hyvä ruhon lihakkuuden kuvaaja. CARRARA ym. (1962) tutkivat teurasprosenttia ja ruhon takaneljänneksen prosenttuaalista osuutta. Teuras-

prosenttia on käytetty monissa tutkimuksissa, kuten esim. CURTO ja OLIVETTI (1963) sekä HINES ja BOND (1971) ja REICHEN (1972) ja ZEMANEK (1968) sekä HEDRICK ym. (1963). BECH ANDERSEN (1970) mainitsee lihaprosentin ohella pistoolilihan prosenttuaalisen osuuden. Pistooliliha käsittää paistiosan lisäksi eläimen selän. COLE ym. (1960) käyttivät myös kokonaisen ruhon luiden painoa lihakkuuden arviointiin liittyvänä terminä. Laskemalla saatu liha / luu - suhde on paljon käytetty (BECH ANDERSEN, VARO) lihakkuutta kuvaava mitta. Eräiden yksittäisten ruhonosien prosenttuaalinen osuus kuvaa lihakkuutta, kuten MALKUS ym. (1964) totesivat laskiessaan kyljysprosentin.

Mitään yhtenäistä käytäntöä ei voida havaita, kun tarkastellaan eri tutkijoiden käyttämiä lihakkuuden arvosteluperusteita. Lukuisat lihakkuutta koskevat tutkimukset osoittavat asiaa kohtaan tunnettavaa kiinnostusta.

4. Lihakkuuden arvioiminen

a. Leikkely

Lihakkuuden arviointi voidaan suorittaa joko elävästä eläimestä tai teurasruhosta. Viimeksi mainitussa tapauksessa se tapahtuu tarkimmin leikkelemällä. Ruhon eri osien erottelemisellä pyritään selvittämään, mikä osa tai mitkä osat parhaiten selittävät ruhon arvokkaan ja käyttökelpoisen lihan kokonaisuusmäärää. Kirjallisuudessa esitetään, että elopaino kuvaa varsin hyvin ruhon kokonaislihamäärää (VARO, 1969). Elopainon merkitystä lihakkuuden arvioijana voidaan täydentää monilla mitoilla.

RUOHOMÄKI (1973) totesi, että sonnin teuraspaino selittää 96 % ruhon kaikkien lihojen kilomäärästä. COLE ym. (1960) saivat ruhon painon ja käyttökelpoisen lihan väliseksi korrelaatioksi 0.77. Koko ruhon ja erilaisten leikkelyosien, kuten kinkun, lavan ja etupotkan käyttökelpoisen lihan määrän väliset korrelaatiot olivat vielä suurempia. KRALIK ym. (1971)

totesivat, että ruhon parhaiden osien paino oli selvästi korreloitunut paistiosan painoon ja kyljyslihaksen alaan. He havaitsivat, että myös takaneljänneksen paino oli selvästi korreloitunut paistiosan painoon. PASEK (1971) tutki ruhon eri osien suhteita ja havaitsi, että etuneljänneksen kokonaispaino oli korreloitunut vastaavaan lihan sekä lavan painoon. Niin ikään PASEKin mukaan takaneljänneksen koko paino korreloi takaneljänneksen lihojen painon samoin kuin kinkun ja takaselän painojen kanssa erittäin voimakkaasti. Korrelaatioista näkyy selvästi ruhon arvokkaampien osien merkitys arvioitaessa lihakuutta. PIERCE (1969) toteaaakin, että kinkku ja kuve kuvaavat yli 50 % ruhon kokonaisarvosta ja ovat näin ollen erinomaisia ruhon kokonaisarvon mittoja. BECH ANDERSEN (1970) huomauttaa, että pistoolilihan prosenttuaalinen osuus on selvästi korreloitunut kaikkiin muihin ruhon laatumittoihin ja on suhteellisen yksinkertainen määrittää ja sikäli sopivin arvosteluperustaksi.

Monet tutkijat ovat havainneet leikkelytuloksia tarkastellessaan, että pitkän selkälihaksen eli longissimus dorsin koko on selvästi yhteydessä ruhon koko lihamäärään. BECH ANDERSEN (1970) toteaaakin, että pitkä selkälihas muodostaa yksinään prosenttuaalisesti suurimman osan ruhon koko lihamäärästä. Lisäksi pitkä selkälihas on hinnaltaan kalleinta lihaa vähittäiskaupassa. ZEMANEK ym. (1970) havaitsivat, että l. dorsin poikkileikkauspinta-alan ja paksuuden välillä on selvä vuoro-suhte samoin kuin poikkileikkausalan ja pituudenkin välillä.

Pitkän selkälihaksen alaa yksistään on kuitenkin vaikeaa määrittää ja siksi usein käytetään koko kyljyksen alaa tai kyljyksen liha-alaa. RAIMONDI ja AUXILLA (1973) havaitsivat, että l. dorsin osuus kyljyksen alasta oli 46.5 %, muiden lihasten osuus 24.0 %, luiden osuus 20.4 % ja rasvan osuus 9.1 %.

SEEBECK (1963) on etsinyt syitä, jotka aiheuttavat eroja kyljyslihaksen pinta-alassa ja totesi, että vuosien ja rotujen välillä oli merkittäviä eroja, vaikka teuraspaino pidettiin vakiona. Poikkileikkausalan korkeudessa ja leveydessä oli niin

paljon eroja, että alan laskeminen yksistään näistä mitoista ei ollut mahdollista. PASEK (1972) havaitsi, että kyljyslihaksen ala mitattuna 8:n ja 9:n kylkiluun kohdalta oli merkittävästi korreloitunut viiteentoista tärkeään ruhon mittaan sekä teuraspainoon. ZEMANEKIN ja KRALIKIN (1970) mukaan pitkän selkälihaksen ala oli korreloitunut kinkun painoon ja ruhon oikean puoliskon lihojen painoon. Myös TUREK ym. (1967) tutkivat mahdollisuuksia määrittää kyljyksen alan avulla koko ruhon karkea koostumus. He saivat ruhon puolikkaan lihamäärän ja pitkän selkälihaksen alan (11/12 kylkiluun kohdalta) väliseksi korrelaatioksi 0.54. McREUNOLDS ym. (1970) saivat elopainolle teurastushetkellä ja pitkän selkälihaksen alalle 24 tuntia teurastuksen jälkeen merkitseviä vuorosuhteita. CROSS ym. (1973) saivat merkitseviä korrelaatioita pitkän selkälihaksen alan ja luuttoman lihan painon välille. Samoin he saivat merkitseviä korrelaatioita kyljen painon ja luuttoman lihan painon välille sekä myös trimmatun kinkun painon ja luuttoman lihan painon välille. Pitkän selkälihaksen alan ja arvokkaan luuttoman lihan prosenttuaalisen määrän välinen korrelaatio oli vain 0.30. Arvokkaan lihan prosenttuaalisen määrän ja trimmatun kinkun painon välillä ei havaittu lainkaan vuorosuhdetta.

Ruhojen lihakuus pystytään tarkimmin määrittämään leikkelemällä. Kaikkia teuraseläimiä ei ole kuitenkaan taloudellisista syistä mahdollista leikellä ja eläviä eläimiä ei voida tällä tavoin arvostella ollenkaan. COLE ym. (1960) korostavat leikkelyn merkitystä todeten, että osittaisen arvokkaan lihan leikkelytuloksena saatu hyvä liha selittää ruhon kokonaislihakuutta enemmän kuin sekä kyljyksen ala että erilaiset rungon mitat.

b. Ulkoiset mitat

Elävän eläimen mittaukset tähtäävät niiden arvokkaiden osien määrälliseen arvioimiseen, joita edellä selostettiin leikkelytulosten yhteydessä. Monissa tutkimuksissa etsitään yhteyksiä rungon mittojen ja elopainon sekä myös teuraspainon välille. RUOHOMÄKI (1973) on saanut elopainon ja ruhon ulkoisten mitto-

jen välille seuraavia yhteyksiä: elopainon ja pituuden välinen korrelaatio oli puolen vuoden iässä 0.51, kun se vuoden iässä oli 0.65. Elopainon ja säkäkorkeuden välillä oli niin ikään selvä korrelaatio puolen vuoden ja vuoden iässä. Nämä mittaukset on tehty koeaineistolla, jossa on monenlaisia eläimiä ja jotka ovat olleet osittain erilaisissa olosuhteissa. LINDSTRÖM ja MAIJALA (1969) ovat saaneet elopainon ja pituuden väliseksi korrelaatioksi yhden vuoden iässä 0.69 sekä elopainon ja säkäkorkeuden väliseksi korrelaatioksi samoin vuoden iässä 0.47. VARO (1972) on saanut sonneille lihamäärän ja pituuden väliseksi korrelaatioksi 199 pv:n iässä 0.83 sekä lihamäärän ja säkäkorkeuden välille samassa iässä yhtä suuren korrelaation. CURTO ym. (1963) saivat teurasprosentin ja ruhon pituuden välille merkitsevän korrelaation. BROWN ym. (1963) saivat säkäkorkeuden ja elopainon välille merkitseviä korrelaatioita, jotka vaihtelivat roduttain. Rungon pituus ja korkeus eivät anna ehdottoman varmaa tietoa edes eläimen elopainosta saati ruhon lihakuudesta. Tämä johtunee osaksi siitä, kuten BERRY ym. (1973) ovat todenneet, että erot luuttoman lihan painossa lyhyiden, keskikokoisten ja pitkien ruhojen välillä eivät ole merkitseviä, jos ruhon paino pidetään vakiona.

Rinnan ympäryys korreloi selvästi ruhon kokonaispainoon. RUOHOMÄKI (1973) havaitsi elopainon ja rinnan ympäryksen välillä korrelaation 0.82, LINDSTRÖMin ja MAIJALAn (1969) saadessa samoille mitoille hieman suuremman korrelaation. CURTO ja OLIVETTI (1963) havaitsivat, että teurasprosentin ja etupään ympärysmitan välinen korrelaatio oli merkitsevä. COLE ym. (1960) löysivät ruhon käyttökelpoisen lihamäärän ja rinnan ympäryksen väliltä korreloitumista, mittojen ollessa teurasruhosta määritettyjä. BROWNin ym. (1973) tutkimustuloksissa rinnan ympäryksen ja elopainon väliset korrelaatiot vaihtelivat välillä 0.30 - 0.93. MALOSSINI ym. (1971) saivat elopainon ja rinnan ympäryksen välille niin ikään selvän korrelaation, samoin kuin BIAGIOLO ym. (1972). Vaikka eri tutkijoiden saamat korrelaatiot vaihtelevat jonkin verran, näyttää rinnan ympäryys olevan selvässä yhteydessä elopainoon ja sitä kautta lihakuuteen.

Vaikka elopaino onkin helpon määrittämisen vuoksi käyttökelpoinen, ei se ole ainoa mahdollinen lihakuuden kuvaaja. RUOHOMÄKI (1973) totesi, että elopaino vuoden iässä selittää teuraspainoa 88 %, rinnan ympäröyksen, leveyden ja rungon pituuden selittäessä yhteensä vain 84 % teuraspainon muuntelusta. Siis elopaino selittää yksinään teuraspainoa enemmän kuin rungon mitat. Teuraspaino vuorostaan selittää ruhon lihakilojen vaihteluista 96 % vuoden iässä, mutta elävän eläimen mainitut mitat ja elopaino yhteensä selittävät vain 85 % lihakilojen vaihteluista.

Varsinaisten rungon pituus- ja korkeus- sekä ympärysmittojen lisäksi käytetään eräitä yksittäisiä mittoja lihakuutta arvioitaessa. COLE ym. (1960) totesivat, että säären pituus korreloi koko ruhon käyttökelpoisen lihan kanssa. Myös selän pituus ja lavan leveys ovat korreloituneet ruhon käyttökelpoiseen lihan määrään. CROSS ym. (1973) saivat reiden pituuden ja ruhon arvokkaan luuttoman lihan välille merkitsevän korrelaation. ZEMANEK (1968) tutki leikkelytuloksista saadun pitkän selkälihaksen alan ja erityisen ulkomuotoindeksin välistä korrelaatiota, saaden $r = 0.29$. COLE ym. (1960) ovat tutkineet myös teurasruhosta mitatun selkälihaksen alan yhteyttä rungon mittoihin ja ovat todenneet, että selkälihaksen ala korreloi positiivisesti rinnan ympäröyksen ja leveyden kanssa, kuten myös lavan leveyden kanssa. Ruhon pituuteen sen sijaan selkälihaksen alan korrelaatio oli negatiivinen.

Ulkoiset rungon mitat ja erityisesti elopaino ovat selvästi korreloituneet teuraspainoon ja käyttökelpoisen lihan kokonaisuuteen. Etenkin ruhon arvokkaimpien osien lihamäärä on hankala arvioida pelkkien ulkoisten mittausten perusteella tyydyttävästi verrattuna siihen tarkkuuteen, joka saavutetaan leikkelytuloksilla.

C. Ultraäänitekniikka

Parin vuosikymmenen ajan on ultraäänittukimuksia suoritettu elävien eläinten teuraslaadun arvioimiseksi. Aluksi pyrittiin arvioimaan nahanalaisen rasvan paksuus. Seuraavassa vaiheessa oli tarkoituksena arvioida pitkän selkälihaksen pituuden ja rasvan vahvuuden avulla liha-rasva-suhdetta. DIEKMANN (1960) saikin UÄ-mittausten perusteella arvioidulle liha-rasva-suhteelle ja leikkelytulosten perusteella lasketulle vastaavalle suhteelle merkitsevän korrelaation. STOUFFER (1964) sovelsi tätä menetelmää pitkän selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan arvioimiseen ja kytki systeemin kameraan siten, että kuva saatiin valokuvauslevylle.

Vähitellen UÄ-menetelmä kehittyi edelleen, jolloin kamerasen ja mittauslaitteen äänipään synkronoimisen lisäksi mekanisoitiin itse mittauksensahtuma.

Nykyisin ovat yleisimmin käytössä yksidimensionaalinen (A-kuva) ja kaksidimensionaalinen (B-kuva) kuvaussysteemi. A-kuva perustuu siihen, että kohtisuorissa UÄ-kaiuissa esiintyy niiden kulkemista eri pituisista matkoista johtuvia aikaeroja. Näin syntyneet aikaerot näkyvät kuvassa pystysuorana reunusnauhana. B-kuva mahdollistaa kuvauskohteen poikkileikkauksen kaksisuuntaisen kuvauksen. Tällöin voidaan kuvauskohteen, siis esim. selkälihaksen, yläpinta todeta äänipäästä lähtevien vakiosuuntaisten UÄ-kaikujen avulla. Tämän systeemin tehoa heikentää se, että äänipää pystyy tavoittamaan vain ne kaiut, jotka kimpoavat kohtisuoraan lihaksen tai luun pinnasta takaisin. BECH ANDERSEN (1972) on kokeillut hyvin tuloksin tanskalaisten kehittämää B-kuva-laitetta, jossa äänipää liikkuu vapaasti ja säteilysuuntaa voidaan muuttaa. Näin voidaan syntyneitä kuvia jonkin verran selventää.

Ennen kuin UÄ-tutkimusten tuloksena saatuja selkälihaksen pinta-aloja voidaan ryhtyä soveltamaan ruhon lihakuusarviointeihin, on tiedettävä, miten luotettavasti selkälihaksen ala voidaan todellisuudessa arvioida. Monissa tutkimuksissa

onkin verrattu elävästä eläimestä arvioitua selkälihaksen alaa ruhosta mitattuun vastaavaan mittaan (Taulukko 1). Saa-
duista tutkimustuloksista nähdään, että UÄ-menetelmän tark-
kuus on varsin tyydyttävä. Eri tutkimusten eläinmäärät vaih-
televat samoin kuin rodutkin, joten korrelaatiot eivät ole
aivan samanlaisia. Osasyynä korrelaatioiden vaihteluun on,
kuten OJALA ja VARO (1974) toteavat, se, että elävästä eläi-
mestä ja ruhosta tehtyjä mittoja ei voida tarkasti ottaen pi-
tää saman ominaisuuden kahtena eri mittauskertana. Ruhosta
on vaikea määrittää täsmälleen sama selkälihaksen kohta, josta
UÄ-kuvaus on tehty. Jäähdytyksen yhteydessä ruhosta tapahtuu
haihtumista ja lisäksi ruhojen riippuva asento saattaa aiheut-
taa muutoksia selkälihaksen muotoon ja kokoon. OJALA ja VARO
(1974) toteavatkin, että käytännön toistuvuus antaa parhaan
kuvan menetelmän käyttökelpoisuudesta huomauttaen samalla,
että eri työvaiheet voidaan toistaa varsin tyydyttävällä var-
muudella.

Se seikka, että juuri pitkästä selkälihaksesta on tullut UÄ-
tutkimusten keskeinen kohde, johtuu monistakin syistä. En-
sinnäkin, kuten aiemmin todettiin, longissimus dorsi on suu-
rin yksittäisistä lihaksista. Toisekseen, pitkä selkälihas
on sellaisella paikalla, että sen poikkileikkauspinta-ala on
käytännössä mahdollista arvioida riittävällä tarkkuudella.
DAVIS ym. (1964) tutkivat eri lihasten määritysmahdollisuuksia
ja totesivat, että pitkän selkälihaksen ala viimeisten
kylkiluiden kohdalta mitattuna antoi merkittävän korrelaation
ruhon mittojen ja ultraäänimittojen välille. Biceps femoris
puolestaan antoi vain heikosti positiivisen korrelaation ru-
hon mittojen ja ultraäänimittojen välille. KALINICHENKO (1972)
korosti mittauskohdan tärkeyttä arvioidessaan UÄ-menetelmällä
kyljyksen pinta-alaa useista eri kohdista ja totesi, että kor-
relaatio vastaaviin ruhon mittoihin oli selvästi suurin kol-
mannentoista kylkiluun kohdalta. Lisäksi selkälihaksen merki-
tystä lihakkuuden kuvaajana lisäävät ne korrelaatiot, joita
on saatu erilaisten ruhon lihakkuutta kuvaavien mittojen ja
selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan välille (Taulukko 2).

Taulukko 1. Elävästä eläimestä UÄ-menetelmällä arvioidun ja vastaavasta teurasruhosta mitatun pitkän selkälihakseen alan välisiä korrelaatiokertoimia naudalla.

| Tutkija | n | r | Mitt.koht. paino, rotu yms. |
|----------------------------|-----|-----------|---|
| HEDRICK ym. (1961) | 202 | 0.58-0.89 | 12-13 kylkiluiden välistä |
| STOUFFER ym. (1961) | 327 | 0.22-0.85 | pääosa Hereford sonneja ja hiehoja |
| HEDRICK ym. (1963) | 203 | 0.58-0.92 | Hereford, Shorthorn, Aberdeen Angus |
| RITTER ym. (1963) | 41 | 0.80 | 11-12 kylkiluiden kohdalta 450 kg elopaino |
| BURBKART ym. (1964) | 42 | 0.91 | 11-12 kylkiluiden kohdalta 410-598 kg elopaino |
| DAVIS ym. (1964) | 10 | 0.82 | poikkileikkaus lantion kohd. Hereford |
| " (1964) | 70 | 0.87-0.93 | 12-13 kylkiluiden kohdalta Hereford 300-400 kg |
| LEVANTIN ym. (1964) | 31 | 0.92 | 13 kylkiluun kohdalta |
| CAMPBELL ym. (1968) | 47 | 0.85-0.87 | 11 ja 13 kylkiluiden kohdalta Heref. Brah. ja Ab. Ang. |
| CERENKOVA (1968) | 31 | 0.85-0.99 | Venäl. Fr. ja Ch x Fr. 15 kk:n iässä |
| ANDERSEN B. BECH (1970) | 123 | 0.42 | Tanskan pun., 450 kg paino (fenot. korrel.) |
| " (1970) | 123 | 0.78 | Tanskan pun., (geneett. korrel.) |
| McREYNOLDS ym. (1970) | 10 | 0.95 | 12-13 kulkiluiden kohdalta |
| ANDERSEN, BECH (1972) | 213 | 0.44-0.61 | Ab. Angus, Saks. pun., Saks. Fr. 350 kg (fenot. k.) |
| " (1972) | 213 | 0.70-0.93 | Ab. Angus, Saks. pun., Saks. Fr. (geneett. k.) |

Esitetyt tutkimukset ovat hajanaisia ja korrelaatiot vaihtelevia. Näiden tulosten perusteella ei voida varmasti sanoa, miten hyvä ruhon lihakkuuden indikaattori selkälihaksen pinta-ala on. Yksittäisistä lihaksista ei kuitenkaan löytyne toista, joka reakoisi ruhon lihamäärän vaihteluihin niinkään herkästi. Edellä esitetyn perusteella näyttäisi siltä, että arvioitaessa ultraäänitekniikalla eläinten lihakkuutta, on pitkän selkälihaksen koon ja ruhon lihakkuuden välisen korrelaation suuruus rajoittavana tekijänä. Ko. yhteyden olemassaolosta ovat tutkijat yhtä mieltä.

III. Rasvaisuus

1. Rasvaisuuden merkityksestä

Rasvaisuuden vähäisempi käsittely ei suinkaan merkitse sitä, ettei ruhon rasvaisuudella olisi merkitystä. Rasvaisuus on kuten lihakkuuskin teurastamoissa tapahtuvan ruhojen laatu- luokittelun yksi peruste. Mikäli rasva ei ole riittävän vaa- leaa, sopivan vahvuista ja tasaisesti ruhon pintaa peittävää, pudotetaan ruhon kilohintaa. Rasvaisuudella on siis talou- dellista merkitystä. Rasvaisuuden merkitystä ruhon koostumuks- en arvioijana on tutkittu melko paljon. KAUFFMAN ym. (1973) totesivat, että eräät yksittäiset ruhon mitat kuten reisi-% tai lanne-% itseasiassa kuvastavat ruhon rasvaisuutta eikä niinkään lihakkuutta. HEDERICH ym. (1963) pitävät rasvasisäl- töä eräänä tärkeimmistä ruhon koostumuksen tekijöistä. VARO (1969) on todennut, että rasvomitat muodostavat erillisen, yksinään jalostettavan ruhon ominaisuuksien ryhmän. Rasvan merkitystä lisää sekin, että BECH ANDERSEN (1970) on saanut rasva-%:in periytyvyysasteeksi 0.57. Tämä merkitsee sitä, että rasvan määrään voidaan vaikuttaa jalostuksen keinoin. Rasvan merkityksestä puhuttaessa on syytä muistaa, että erilaisten ruhon rasvaisuustermien, pintarasva, kylkirasva, suolirasva jne. ohella puhutaan myös lihaksen sisäisestä rasvasta, marmo- roituneesta rasvasta. Marmoroitumisaste on kuitenkin lihan laatua eikä niinkään ruhon koostumusta kuvaava termi.

Taulukko 2. Teurasruhosta mitatun sekä ultraäänimittauksilla arvioidun pitkän selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan yhteyksiä ruhon eräisiin lihakkuutta kuvaaviin mittoihin.

| Tutkija | n | Teuras- paino | Elo- paino | Arvok- kaan lihan paino | % lihaa | Ruhon liho- jen paino | Ruhon puolik- kaan paine | Ruhon puolik- kaan lihojen paine | % lihaa ruhon puoliikk. | Leikkely- tulokset | Mittaus- tapa |
|-------------------------|-----|------------------|---------------|----------------------------------|------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|-----------------------|------------------|
| LEVANTIN ym. (1964) | 31 | 0.85 | | | | 0.52 | | | 0.54 | 0.37-0.66 | ultraääni |
| BURBKART ym. (1967) | 48 | | | | | | 0.54 | | | | ultraääni |
| TUREK ym. (1967) | 201 | | | | | | | 0.54 | | | leikkely |
| CAMPBELL ym. (1968) | 47 | | | | | | 0.57 | | | | ultraääni |
| CERENKOVA (1968) | 31 | | 0.74-0.97 | | | | | 0.52 | | | ultraääni |
| ZEMANEK (1968) | 111 | 0.41 | | | | | | 0.49 | | | ultraääni |
| ZEMANEK (1969) | 208 | 0.38 | 0.33 | | | | 0.45 | 0.46 | | 0.32-0.46 | leikkely |
| BECH ANDERSEN (1970) | | | | | 0.31 | | | | | 0.30 | ultraääni |
| McREYNOLDS (1970) | 10 | | 0.58 | | | | | | | | " |
| KRALIK (1971) | 208 | | | | | | | | | 0.45 | leikkely |
| COLE ym.(1960) | 99 | 0.14 | | 0.52 | | 0.43 | | | | 0.22-0.55 | " |
| CROSS (1973) | 82 | | | 0.77 | | | | | | | " |

2. Rasvan määrän arvioiminen

Rasvan määrä arvioidaan varmimmin leikkelemällä kuten lihakuuskin. RUOHOMÄKI (1973) tuli siihen tulokseen, että teuraspaino ja ruhon etupään paloittelu selittävät vuoden iässä n. 86 % sonnien rasvan määrän vaihteluista. MALKUS ym. (1964) saivat koko ruhon rasvan määräksi 25-37 % ja kyljyksen ympäräysrasvan osuudeksi koko kyljyksen poikkileikkauksalasta 12-15 %. Ruhon rasvaprosentille oli tunnusomaista, että se suureni iän myötä, mutta kyljyksen ympäräysrasvan prosentuaalinen osuus väheni. TUREK ym. (1967) tutkivat ruhon puolikkaan rasvan ja kolmen kyljysleikkauksen kokonaisrasvan välisiä yhteyksiä ja löysivät merkitsevän korrelaation. CROSS ym. (1973) saivat munuais-, vatsa- ja kylkirasvojen korrelaatioksi koko ruhon leikkelystä saadun rasvan prosentuaaliseen määrään 0.66 sekä kyljen painoon 0.54. Myös reiden leveys ja ruhon pituus korreloivat koko ruhosta saadun rasvamäärän kanssa. KRALIK ja ZEMANEK (1971) löysivät ruhon parhaiden osien ja munuaisrasvojen väliltä selvän korrelaation.

Kirjallisuudesta havaitaan, että eri rotuisten eläinten rasvamäärät vaihtelevat, mutta rasva muodostaa joka tapauksessa huomattavan osan leikkelytuloksista. BECH ANDERSEN (1974) on tullut kirjallisuuden perusteella siihen tulokseen, että arvioitaessa pintarasvan paksuutta ultraäänitekniikalla sekä ruhosta mittamalla, on näiden välinen korrelaatio n. 0.60. Rasvan vahvuuden arvioinnissa on otettava huomioon samoin kuin lihaksen pinta-alan arvioinnissakin se, ettei elävästä eläimestä arvioitua vahvuutta voida pitää täysin identtisenä ruhosta mitatun vahvuuden kanssa. Mittauskohdan määrittelyvaikeuksien ohella aiheuttaa virhettä mahdollinen nahan mukana teurastettava irtoava pintarasva. Taulukkoon 3 on kerätty eräitä tutkimustuloksia, joissa verrataan UÄ-menetelmällä saatua rasvan vahvuutta ruhosta saatuun vastaavaan tulokseen. Huolimatta taulukossa esiintyvistä korrelaatioiden vaihteluista, voitaneen UÄ-menetelmän tarkkuutta pitää varsin tyydyttävänä.

Taulukko 3. Ultraäänimenetelmällä arvioidun nahanalaisen rasvan vahvuuden yhteys vastaaviin ruhomittoihin.

| Tutkija | r | n | Rotu, mittauskohta yms. |
|-----------------------|-----------------|-----|---|
| HEDRICK ym. (1961) | 0.11-0.63 | 202 | 12 - 13 kylkiluun kohdalta |
| STOFFER ym. (1961) | 0.04-0.54 | 214 | |
| HEDRICK ym. (1963) | 0.43-0.80 | 203 | Hereford, Shortkorn, Ab. Angus ym. |
| DAVIS ym. (1964) | 0.90 | 70 | Hereford |
| McREYNOLDS ym. (1970) | 0.38-0.61 | 63 | 12 - 13 kylkiluun kohdalta, ruho käsiteltiin asetaatilla |
| McREYNOLDS ym. (1970) | keskim. 0.51 | 785 | 12 - 13 kylkiluun kohdalta, 9 ja 13 cm keski- viivasta |

McREYNOLDS ym. (1970) tulivat pintarasvan vahvuutta arvioidessaan siihen tulokseen, että rasvan arvioiminen UÄ-menetelmällä on vaikeampaa erittäin lihavilla ja erittäin laihoilla eläimillä. Virheitä aiheuttavat selkärangan kuvaus, rasvapiikit sekä kerrosten väliset kalvot. UÄ-menetelmän käyttökelpoisuutta kuvannee myös McREYNOLDS'in ym. (1970) saama elopainon ja rasvakerroksen välinen positiivinen korrelaatio ($r = 0.24$). Menetelmän tarkkuus rasvan arvioinnissa riippuu suuresti siitä, missä määrin nahan alaisen rasvan paksuus, selkälihakseen päältä mitattuna, todellisuudessa kuvaa koko ruhon rasvaisuutta. PIERCE (1969) toteaa, että takarasvan paksuus selittää 45-55 % leikkelytulosten määrällisistä vaihteluista. Myös CROUSE ym. (1974) ovat tulleet samaan tulokseen huomauttaen että takarasvan paksuuden määrittäminen on tärkeä kaikissa ruhon määrällistä koostumusta koskevissa kysymyksissä. Vähäisten tutkimustulosten perusteella ei voida vetää varmoja johtopäätöksiä pintarasvan vahvuuden merkityksestä arviotaessa ruhon rasvaisuutta.

IV Lihakkuuden ja rasvaisuuden yhteys kasvuun

Kasvunopeuden yksilölliset vaihtelut ja eri kudosten kehittymisjärjestys on huomioitava tarkasteltaessa lihakkuuden ja rasvaisuuden sekä kasvun välisiä yhteyksiä. PASEK (1972) löysi kyljyslihaksen poikkipinta-alan ja eläimen teurastusajan väliltä merkitsevän korrelaation. Iän lisäksi ruokintatase vaikutti kudosten kehittymiseen. HINES ja BOND (1971) totesivat, että rasvan lisääntyminen oli voimakkainta ruokintaryhmässä, jossa annettiin väkirehua eläimille vapaasti puolen vuoden iästä lähtien, kun rehua aikaisemmin oli annettu rajoitetusti. PURCHAS ym. (1974) havaitsivat ruokinnan vaikuttavan kasvunopeuteen ja sitä kautta ruhon koostumukseen. CALO ym. (1973) totesivat ruhon painon korreloituvan punnitushetkeä seuraavan ikäjaksan kasvuun yleensä negatiivisesti, joten tietyssä iässä raskaat eläimet kasvavat hitaammin seuraavassa ikäjaksossa. PASEKin lisäksi mm. ZEMANEK (1969) halusi

selvittää kasvua yksittäisen lihaksen, kuten myös selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan avulla ja totesi, että kyljyksen ala korreloi lievästi päivittäiseen lisäkasvuun sekä nettolisäkasvuun. KRALIK ym. (1971) havaitsivat ruhon parhaiden osien painon ja päivittäisen lisäkasvun välillä selvän korrelaation. Myös takaneljänneksen paino korreloi päivittäisen lisäkasvun kanssa.

BOVARD ym. (1970) tutkivat nahanalaisen rasvan vahvuuden yhteyttä kasvuun ja totesivat, että päivittäisen lisäkasvun ja rasvan vahvuuden lisääntymisen välillä oli pihviroduilla lievää korreloitumista. Sen sijaan HEDRICK ym. (1963) totesivat, että pintarasvan vahvuuden ja kasvun välillä on merkittävä negatiivinen korrelaatio. Rasvan vahvuuden ja kasvun välinen yhteys vaikuttaa siten epäselvältä ainakin nuorilla eläimillä.

Tutkimustulosten perusteella havaitaan, että päivittäinen lisäkasvu korreloi monien ruhon osien koon kanssa. Selvimmin päivittäinen lisäkasvu korreloi elopainoon ja teuraspainoon. Vuoden iässä sai RUOHOMÄKI (1973) teuraspainon ja lisäkasvun väliseksi korrelaatioksi 0.91, jolloin päivittäinen lisäkasvu selitti 77 % teuraspainon vaihteluista.

V Tarkastelua

Edellä on todettu, että kohonnut lihan kulutus on lisännyt tarvetta kehittää erikoisesti kotimaisten lypsyrotujen lihantuotantoa. Eläinten teuraspainossa on suuria vaihteluita, jotka eivät johdu yksinomaan teurastusiästä eivätkä ruokintaolosuhteista. Huolimatta yksilöiden erilaisesta kasvunopeudesta ja jopa eri kudosten välisistä yksilöllisistä eroista, ovat elopaino ja lisäkasvu perinnöllisesti määräytyviä ja näin ollen jalostettavia ominaisuuksia. Eri tutkijoiden käyttämät kasvunarviointimenetelmät vaihtelevat mutta elopaino tietyssä iässä ja päivittäinen lisäkasvu ovat eniten käytettyjä.

Lihakkuus on rahallisesti arvokas tuottajille kuten myös liha-teollisuudelle. Lihakkuus kuvaa arvokkaiden kappaleiden osuutta ruhon koko painosta. Lihakkuus arvioidaan tarkimmin leikkelemällä ruho. Arvokkaat ruhon osat ovat tällöin selvässä yhteydessä ruhon painoon. Leikkelytuloksia tarkasteltaessa on havaittu kyljyslihaksen alan ja eläimen painon sekä arvokkaiden osien väliltä vuorosuhteita. Myös rungon ulkoiset mitat, kuten pituus, säkäkorkeus ja selvimmin rinnan ympäryys ovat korreloituneet eläimen koko painoon sekä arvokkaiden osien painoon.

Kyljyslihaksen poikkileikkauspinta-alan yhteys arvokkaiden osien painoon on antanut aihetta kehittää UÄ-laitteella tapahtuvaa kyljyksen alan arviointia. Nykyisin on UÄ-laitteen tarkkuus todettu varsin tyydyttäväksi. UÄ-kuvista arvioitu kyljyksen ala on korreloitunut erityisesti 13:n kylkiluun kohdalta mitattuna varsin hyvin useisiin ruhon mittoihin, sekä elopainoon, arvokkaan lihan painoon ja ruhon puolikkaan painoon. UÄ-menetelmän merkityksestä todellisena elävän eläimen lihakkuuden arvioijana on vaikea vetää tarkkoja johtopäätöksiä, koska tutkimustulokset ovat vielä riittämättömiä.

Rasvamäärä arvioidaan tarkimmin leikkelemällä, mutta myös UÄ-menetelmällä on saatu tyydyttäviä tuloksia arvioitaessa pintarasvan paksuutta. Pintarasvan merkitys koko rasvaisuuden kuvaajana on hieman epäselvä.

Päivittäisen lisäkasvun ja elopainon välinen korrelaatio on voimakas. Kasvu korreloi selvästi ulkoisten mittojen kanssa. Eläimen paino tietyssä iässä ei ole yhteydessä seuraavan ikäjakson aikaiseen kasvuun. Kasvun korrelaatio pintarasvan vahvuuteen on melko epäselvä.

C. Oma tutkimus

I Aineisto ja menetelmät

1. Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto koostuu Suomen Kotieläinjalostusyhdistyksen omistamalla nuorten sonnien fenotyypitestausasemilla kasvatettujen sonnien mittaustuloksista. Tässä tutkimuksessa mukana olevat eläimet muodostavat suurimman osan niistä loka-kuun 1971 ja huhtikuun 1973 välisenä aikana teurastetuista nuorista sonneista, jotka kuuluvat ayrshire-rotuun. Eläinten mittaukset on pyritty suorittamaan mahdollisimman tarkoin 180 ja 365 päivän iässä. Käytännössä tätä ei aina täysin ole voitu toteuttaa. Sonnien elopaino on edellä mainitun li- säksi punnittu n. 60 ja 270 päivän iässä. Kaikkiaan on mitattu 385 sonnia. Aineisto ei kuitenkaan ole kovin yhtenäinen, vaan puolen ja yhden vuoden iässä on sonneja mitattu eri mää- rät. Edellä mainitusta eläinmäärästä on vain 188 eläintä eli 49 % sellaisia, joilla on suoritettu mittaukset molemmissa ikäluokissa. Ainoastaan puolen vuoden iässä mitattuja eläimiä on 74 kpl. Nämä sonnit ovat pääasiassa kesken kokeen karsit- tuja. Pelkästään 1-vuotiaina mitattuja eläimiä on 123 kpl. Vähäinen määrä johtuu siitä, että kokeen alettua mitattiin hei- ti kaikki sekä puoli- että yksivuotiaat eläimet ja silloin puolta vuotta vanhemmilta eläimiltä ei ollut enää mahdollista saada aiempia arvoja. Mittaustulokset on saatu kaikkiaan 262:sta sonnista puolen vuoden iässä ja 311:sta sonnista yhden vuoden iässä. Sonneista voidaan vielä mainita, että ne pyri- tään tuomaan kasvatusasemalle kuukauden ikäisinä, mutta varsi- nainen kasvukoe alkaa 60 pv:n iässä ja päättyy 365 pv:n ikään.

2. Tutkittavat ominaisuudet ja niiden mittaaminen

Eri ominaisuudet pyritään määrittämään siten, että toisiaan vastaavat mittaukset voitaisiin suorittaa molemmissa ikäluokissa. Tarkoituksena oli, että sama henkilö suorittaisi kaikki mittaukset. Käytännössä tämä on kuitenkin osoittautunut mahdottomaksi, mikä on ymmärrettävää kokeen pitkästä kestoajasta ja kahdesta eri kasvatusasemasta johtuen. Tässä tutkimuksessa on ollut analysointivaiheessa käytettävissä testatuista sonneista seuraavat tiedot:

1. Isä
2. Sukuryhmä
3. Syntymäkuukausi
4. Eläimen tuleva käyttö (ks. tai muu)
5. Eläimen ikä punnitushetkellä (n. 180 pv)
6. " " " (n. 365 pv)
7. Selkälihaksen paksuus takaa (T) (mm)
8. " " keskeltä (K) (mm)
9. " " edestä (E) (mm)
10. " " keskimäärin $\frac{T + K + E}{3}$ (mm)
11. Pintarasvan paksuus takaa (T) (mm)
12. " " keskeltä (K) (mm)
13. " " edestä (E) (mm)
14. " " keskimäärin $\frac{T + K + E}{3}$ (mm)
15. Selkälihaksen poikkileikkauspinta-ala takaa (T) (cm²)
16. " " keskeltä (K) (cm²)
17. " " edestä (E) (cm²)
18. " " keskimäärin $\frac{T + K + E}{3}$ (cm²)
19. " " " $\frac{T + K}{2}$ (cm²)
20. Eläimen paino 60 pv:n iässä (kg)
21. " " 180 " " (kg)
22. " " 270 " " (kg)
23. " " 365 " " (kg)
24. Kasvu ikävälillä 60 - 180 pv (g / pv)
25. " " 180 - 270 pv (g / pv)
26. " " 270 - 365 pv (g / pv)
27. " testausaikana 60 - 365 pv (g / pv)
28. Rungon pituus (cm)

29. Säkäkorkeus (cm)
30. Takakorkeus (cm)
31. Rinnan leveys (cm)
32. " syvyys (cm)
33. Takaleveys (cm)
34. Lantion leveys (cm)
35. Rinnan ympäryys (cm)
36. Reisimitta (cm)
37. Takasäären pituus (cm)
38. " ympäryys (cm)
39. Pään pituus (cm)
40. " leveys (cm)
41. Rakennepisteet jalat
42. " runko
43. Rungon tilavuus
44. Pään mittojen tulo
45. Pitkän selkälihakseen tilavuus
46. " " p.p.a / elopaino x 100
47. " " p.p.a / rungon tilavuus x 100
48. Pintarasvan paksuus / elopaino x 100
49. " " / rungon tilavuus x 100

Jokaisella testatuista eläimistä ei kaikkia näitä tietoja ollut saatavissa. Esim. 1-vuotiailta puuttuu 51:ltä eläimeltä rungon pituus ja sen mukana kaikki ne suhteelliset mitat, joissa rungon pituus on osatekijänä. Näiden tietojen saamiseksi on tarvittavat mittaukset suorittanut kasvatusasemien henkilökunta. OJALA ym. (1975) ovat selvittelleet mittausten yksityiskohtaista suorittamista.

Kuusi ensimmäistä ominaisuutta muodostavat eläimille tarvittavat taustatiedot. Ominaisuudet 7 - 19 on määritetty käyttämällä apuna amerikkalaista Scanogram Model 721- ultraäänilaitetta, jonka äänipää on ollut mallia TR-01. Näillä ominaisuuksilla pyritään arvioimaan ruhon lihakkuutta ja rasvaisuutta. Kuvausta varten on eläimeltä ensin ajettava kuvauskohdasta karva pois, siis tässä tapauksessa pitkän selkälihakseen kohdalta. Alueelle on tämän jälkeen levitettävä glyseroliöljyä. Sitten eläimen selkään asetetaan kuvauskohdalle ohjauskisko, jota

pitkin äänipää liikkuu kalibroidun laitteen käynnistyttyä. Ohjauskiskoa pitkin liikkuva äänipää välittää eri kudosterosten aiheuttamat kaiut oskilloskooppiin ja edelleen kameran avulla filmiin. Filmille syntyy yksittäisistä kaiuista äänipään liikkeen ja kameran synkronoinnin ansiosta yhtenäinen ultraäänikuva. Tämän kuvan perusteella on lihaksen ja rasvan kaavamaisen puhtaaksi piirtämisen ja mittakaavan korjauksen jälkeen planimetrillä määritetty pitkän selkälihaksen paksuus, ja poikkileikkauspinta-ala sekä vastaava pintarasyvan paksuus. Nämä kolme ominaisuutta on mitattu kukin kolmesta kohdasta. Keskimäinen mittauskohta on välittömästi viimeisen kylkiluun takana eli 13. rintanikaman kohdalla. Puoli-vuotiailla eläimillä ovat etumainen ja takimmainen mittauskohta 12 cm:n päässä keskimäisestä. Vuoden iässä on kuvauskoh- tien väli 15 cm. Näidenkin mittojen tarkempi määrittäminen käy ilmi OJALAN ym. (1975) tekemästä selvityksestä.

Ominaisuudet 20 - 27 muodostuvat kasvatusasemalla määritetyistä punnitustuloksista ja niiden perusteella tietokoneella lasketuista päivittäisistä lisäkasvuista. Nämä kasvua ja kookoa kuvaavat ominaisuudet muodostavat tärkeän osan tässä tutkimuksessa.

Ominaisuudet 28 - 40 on määritetty mittanauhalla tai mittakepillä ja niillä pyritään kuvaamaan eläimen kokoa. Ominaisuudet 41 - 42 perustuvat silmävaraiseen arvosteluun ja kuvaavat eläinten rakennetta.

Loput ominaisuudet 43 - 49 ovat erilaisia muunnoksia. Rungon tilavuus on saatu kertomalla rinnan leveyden ja lonkkien leveyden keskiarvo rinnan syvyyden ja rungon piteuden tulolla. Näin saadaan teoreettinen mitta, joka kuitenkin asettanee eläimet oikeaan järjestykseen rungon koon suhteen. Pään mittojen tulo on leveyden ja piteuden tulo ja se kuvaa pään kokoa. Selkälihaksen tilavuus on saatu kertomalla rungon piteus selkälihaksen keskimääräisellä poikkileikkauspinta-alalla. Tämän teoreettisen mitan tarkoituksena on asettaa eläimet selkälihaksen koon mukaiseen järjestykseen. Neljä viimeistä ominaisuutta ovat suhdelukuja, joiden avulla pyritään kuvaamaan eläi-

men suhteellista lihakkuutta selkälihakseen avulla ja toisaalta suhteellista rasvaisuutta pintarasvan vahvuuden avulla.

3. Käytetyt menetelmät

Tämän työn tilastollisia analyysejä suoritettaessa turvauduttiin Helsingin Yliopiston laskentakeskuksen tietokonekapasiteettiin, jolloin oli mahdollista käyttää osittain Viikin laitosten omaa tietokonepäättettä. Laskentakeskuksen HYLPS-järjestelmä kirjasto-ohjelmineen soveltui erinomaisesti analyysien suorittamiseen.

Aineiston eri ominaisuuksien keskiarvot ja hajonnat laskettiin normaaliin tapaan. HYLPS-käsikirjan selvittämällä tavalla liitettiin seuraavaksi osasuorituksiksi työketjuun korrelaatiot, jolloin kone käytti korrelaatiokertoimen laskemisessa kaavan tietokonesovellutusta. Tällöin puuttuvat tiedot korvataan keskiarvoilla. Iän vaihteluita, samoin kuin syntymäkuukauden vaikutusta poistettiin osittaiskorrelaatiolla. Geneettisen korrelaation laskemiseksi ei HYLPS:issä ole omaa kirjasto-ohjelmaa, mutta erotteluanalyysin osatulostuksena on mahdollista saada ryhmien väliset korrelaatiot (HYLPS-käsikirja), jotka ovat isittäin ryhmiteltyssä aineistossa itse asiassa geneettisiä korrelaatioita. Regressioanalyysillä laskettuja kertoimia yritettiin käyttää aineiston ikäviahteluiden poistamiseen.

Korrelaatiokertoimien laskemisen jälkeen työketjuun liitettiin faktorianalyysi, jolla voidaan muodostaa korrelaatiomatriisia vastaava nk. pääakselimenetelmän faktoriratkaisu ja joukko tästä varimax-rotaatio- menetelmällä johdettuja ratkaisuja. Eri ominaisuuksien ryhmittelemiseksi ja saattamiseksi tärkeysjärjestykseen faktoreittain, suoritettiin useita faktorianalyysejä sekä 1- että 0,5-vuotiailla. Analyysien lähtömatriiseina käytettiin eri tavoin korjatuista aineistoista saatuja fenotyyppisiä korrelaatiomatriiseja sekä osittaiskorrelaatiomatriiseja.

Ultraäänikuvissa esiintyvän vaihtelun syitä analysoitaessa todettiin eri käyttötarkoituksiin (keinosiemennykseen tai teuraaksi) tulevien eläinten väliset erot yksisuuntaisella varianssianalyysillä (KORHONEN 1973). Kun selitettävään malliin otettiin mukaan ikäluokkien ja kuvauskohtien väliset erot sekä isien väliset erot, ei käytettävä analyysimalli laskenut varianssiosuuksia, vaan testasi ainoastaan mallissa mukana olevien ominaisuuksien yhdysvaikutukset sisältävän nollaoletuksen. Lisäksi ohjelma laski kunkin tekijän selitysasteen estimaatit erikseen. Selitysasteen estimaatteja voidaan tosin pitää varianssiosuuksien karkeina arvioina.

Kun aineisto luokiteltiin ikäluokittain, kuvauskohdittain ja yksilöittäin, voitiin käyttää ristikkäistä varianssianalyysiä. Aineoston koko oli tällöin aluksi vaikeutena, koska HYLPS-järjestelmä ei salli yli sadan havainnon aineistoja, jos luokittelu on monimutkainen. Edellä esitetty luokittelu aiheutti sen, että syntynyt matriisi oli liian suuri koneen muistille ja tällöin oli käytettävä sisäkkäistä valemuuttujaa muuten ristikkäisessä mallissa. Tällöin kone luuli laskevansa kahta riittävän pientä aineistoa. Tällaisella järjestelyllä voitiin poistaa ikäluokkien ja kuvauskohteen sekä yksilöiden väliset yhdysvaikutukset.

II Tulokset

1. Lihakkuutta ja kasvua kuvaavien mittojen hajonta ja keskiarvot

a. Taustatietojen jakautuminen

Tutkittavan aineiston esittelyn yhteydessä ominaisuudet ryhmiteltiin määrittämissä menetelmän perusteella. Vaikka tällainen jakoperuste on keinotekoinen, ryhmitellään tutkimustulokset käytännön selvyiden vuoksi taustatietoihin, UÄ-mittoihin, punnitustuloksiin, eläimen kokoa ilmaiseviin mittoihin sekä muunosmittoihin. Muutamista taulukoista on jätetty mittayksiköt pois. Siten on pyritty helpottamaan taulukoiden luke-

mista. Eri ominaisuuksien mittayksiköt on aiemmin mainittu aineiston esittelyn yhteydessä.

Taustatiedoista ei liene tarpeellista laatia mitään taulukkoa. Puolivuotiailla oli isiä 31 kpl. Niistä oli 15 sellaisia, joilla oli vähintään 4 poikaa. Yksivuotiailla oli isiä 34 kpl ja niistä oli 17 sellaisia, joilla oli vähintään 4 poikaa. Poikamäärät ovat siis epätasaisesti jakautuneet isittäin. Mainittakoon vielä, että sellaisilla eläimillä, joilla oli molempien ikäluokkien mittaukset, oli isiä 26, joista sellaisia, joilla oli vähintään 4 poikaa, oli 12. Sukuryhmittäin aineisto yksivuotiaiden osalta jakautuu siten, että B-ryhmään kuuluu 49 sonnia, C (+A)-ryhmään 155 ja D-ryhmään 107 eläintä. Eläinten tuleva käyttö jakautuu siten, että puolivuotiaista 193 (73.7 %) tuli keinosiemennykseen, 62 (23.7 %) karsittiin kesken kokeen ja 7 (2.67 %) eläintä on hävinnyt muulla tavoin. Vuoden ikään ehtineistä 289 (92.9 %) tuli keinosiemennyskäyttöön ja 20 (6.4 %) karsittiin, kahden (0.64 %) joutuessa muualle. Karsinta on siis puolivuotiaiden aineistossa ankarampaa kuin yksivuotiaitten.

Eläinten ikä oli puolivuotiailla punnitushetkellä keskimäärin 181,76 pv ja hajonta 4,14 pv eli 2.3 %. Vuoden iässä oli keskimääräinen punnitusikä 364,9 pv ja hajonta oli tällöin vain 3,15 pv eli 0.9 %.

b. Ultraäänimittojen hajonnat ja keskiarvot

Aineiston hajanaisuuden vuoksi tarkastellaan eri ominaisuuksien keskiarvoja ja hajontoja siten, että pidetään puolivuotiaiden ja yksivuotiaiden mitat omana kokonaisuutenaan. Ultraäänimitat voitaisiin jakaa kolmeen alaryhmään, nimittäin selkälihakseen ja pintarasvan paksuusmitat sekä selkälihakseen poikkileikkauspinta-alat. Nämä kolme mittaa on kukin määritetty kolmesta kohdasta, nimittäin selkälihakseen keskeltä sekä etu- ja takaosasta. Lisäksi on laskettu keskiarvot.

Jos aluksi tarkastellaan selkälihakseen paksuuksia (Taulukko 4), todetaan, että keskiarvot suurenevat siirryttäessä puolivuo-

Taulukko 4. Ultraäänimittojen keskiarvot (\bar{x}), hajonnat (s) ja muuntelukertoimet (v) puolivuotiailla ja yksivuotiailla.

| Kuvauskohta | | 0,5-vuotiaat n=262 | 1-vuotiaat n=311 |
|--|-----------|--------------------|------------------|
| Selkälihaksen paksuus takaa (T) (mm) | \bar{x} | 49.51 | 64.06 |
| | s | 4.29 | 4.62 |
| | v | 8.7 | 7.2 |
| Selkälihaksen paksuus keskeltä (K) (mm) | \bar{x} | 54.64 | 67.87 |
| | s | 5.12 | 5.18 |
| | v | 9.4 | 7.6 |
| Selkälihaksen paksuus edestä (E) (mm) | \bar{x} | 59.97 | 73.92 |
| | s | 4.84 | 4.57 |
| | v | 8.1 | 6.2 |
| Selkälihaksen paksuus keskim. $\frac{T+K+E}{3}$ (mm) | \bar{x} | 54.66 | 68.60 |
| | s | 4.10 | 3.90 |
| | v | 7.50 | 5.7 |
| Pintarasvan paksuus takaa (T) (mm) | \bar{x} | 2.22 | 4.18 |
| | s | 0.65 | 1.21 |
| | v | 29.42 | 28.9 |
| Pintarasvan paksuus keskeltä (K) (mm) | \bar{x} | 2.24 | 3.70 |
| | s | 0.61 | 1.07 |
| | v | 27.02 | 28.9 |
| Pintarasvan paksuus edestä (E) (mm) | \bar{x} | 3.54 | 6.07 |
| | s | 1.11 | 1.82 |
| | v | 31.49 | 30.3 |
| Pintarasvan paksuus keskim. $\frac{T+K+E}{3}$ (mm) | \bar{x} | 2.67 | 4.65 |
| | s | 0.61 | 1.09 |
| | v | 22.81 | 23.5 |
| Selkälihaksen pinta-ala takaa (T) (cm ²) ¹⁾ | \bar{x} | 36.67 | 53.88 |
| | s | 4.37 | 5.34 |
| | v | 11.93 | 9.9 |
| Selkälihaksen pinta-ala keskeltä (K) (cm ²) ¹⁾ | \bar{x} | 41.24 | 58.28 |
| | s | 5.21 | 5.95 |
| | v | 12.62 | 10.2 |
| Selkälihaksen pinta-ala edestä (E) (cm ²) ¹⁾ | \bar{x} | 46.48 | 66.15 |
| | s | 5.43 | 5.96 |
| | v | 11.68 | 9.0 |
| Selkälihaksen pinta-ala keskim. $\frac{T+K+E}{3}$ (cm ²) ¹⁾ | \bar{x} | 41.46 | 59.43 |
| | s | 4.28 | 4.82 |
| | v | 10.31 | 8.1 |
| Selkälihaksen pinta-ala keskim. $\frac{T+K}{2}$ (cm ²) ¹⁾ | \bar{x} | 38.96 | 56.07 |
| | s | 4.26 | 4.98 |
| | v | 10.94 | 8.9 |

1) Pinta-ala tarkoittaa poikkileikkauspinta-alaa.

tiaista yksivuotiaisiin. Koska variaatiokertoimet samanaikaisesti pienenevät, on mahdollista, että eläinten pääasiassa painon ja kasvun perusteella tapahtuva karsinta vaikuttaa jos-sain määrin myös selkälihakseen kokoon. Variaatiokertoimista voidaan lisäksi todeta, että ne ovat samansuuruisia kuin painon ja lisäkasvun muuntelukertoimet. Edellä esitettyjä säännönmukaisuuksia ei voida havaita pintarasvan vahvuutta koskevissa mittaustuloksissa. Jossain kohdin näyttää muuntelukerroin suurenevan siirryttäessä puolivuotiaista yksivuo-tiaisiin. Hajonnan prosenttinen osuus on rasvamitoilla lisäksi suurempi kuin lihasmitoilla, vaihdellen 28 %:n molemmin puolin. Pintarasvan paksuuden lisääntyminen näyttää olevan epätasaista eri mittauskohdissa. Selkälihakseen pinta-alat jotka siis tarkoittavat poikkileikkauspinta-alaa noudattavat samaa säännönmukaisuutta kuin selkälihakseen paksuusmitatkin. Muuntelukertoimet pienenevät eläinten iän lisääntyessä, kun taas pinta-alojen keskiarvot suurenevät iän mukana.

c. Punnitustulosten hajonnat ja keskiarvot

Muista mitoista poikkeavasti on testattujen sonnien elopaino otettu mukaan neljässä eri iässä, nimittäin 60, 180, 270 ja 365 pv:n iässä. Aineiston käsittelytavasta johtuu, että punnitustulosten osalta eivät puolivuotiaiden tulokset ole täydellisiä. Taulukosta 5 havaitaan, että punnitustulokset ja niihin liittyen päivittäiset lisäkasvut ovat olleet tärkeitä kriteereitä kokeen aikaista karsintaa suoritettaessa. Muuntelukertoimet ovat suurempia puolivuotiailla kuin yksivuo-tiailla samoissa ominaisuuksissa keskiarvojen ollessa suurempia yksivuotiaiden ryhmässä. Kevyempien ja hitaammin kasva-neiden sonnien poistaminen puolen vuoden iän jälkeen on siten nostanut keskipainoa ja pienentänyt hajontaa. Päivittäisen lisäkasvun muuntelukerroin kasvaa iän lisääntyessä. Päivittäisen lisäkasvu on suurinta 180 - 270 pv:n välisenä aikana ja pienintä 270 - 365 pv:n välillä. Lisäkasvun muuntelukerroin on suurin 270 - 365 pv:n välillä. Voidaankin epäillä, että sonnien suurin lisäkasvu tapahtuu hyvin yksilöllisesti eri aikoi-na.

Taulukko 5. Punnitustulosten keskiarvot (\bar{x}), hajonnat (s) ja muuntelukertoimet (v) puolivuotiailla ja yksivuotiailla.

| Ominaisuus | | 0,5-vuotiaat n = 202 | 1-vuotiaat n = 311 |
|------------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
| Paino 60 pv (kg) | \bar{x} | 77.98 | 78.33 |
| | s | 8.10 | 7.50 |
| | v | 10.4 | 9.6 |
| Paino 180 pv (kg) | \bar{x} | 224.87 | 228.92 |
| | s | 17.54 | 14.22 |
| | v | 7.8 | 6.8 |
| Paino 270 pv (kg) | \bar{x} | | 348.96 |
| | s | | 21.64 |
| | v | | 6.2 |
| Paino 365 pv (kg) | \bar{x} | | 452.14 |
| | s | | 29.72 |
| | v | | 6.6 |
| Lisäkasvu (g / pv) 60 - 180 pv | \bar{x} | 1224.09 | 1256.13 |
| | s | 117.61 | 102.13 |
| | v | 9.6 | 8.1 |
| Lisäkasvu (g / pv) 180 - 270 pv | \bar{x} | | 1332.18 |
| | s | | 168.36 |
| | v | | 12.6 |
| Lisäkasvu (g / pv) 270 - 365 pv | \bar{x} | | 1085.77 |
| | s | | 199.25 |
| | v | | 18.6 |
| Lisäkasvu (g / pv) 60 - 365 pv | \bar{x} | | 1225.54 |
| | s | | 89.03 |
| | v | | 7.3 |

d. Rungon kokoa kuvaavien mittojen hajonnat ja keskiarvot

Yleisenä piirteenä rungon kokoa kuvaavilla mitoillakin on se, että verrattaessa puolen ja yhden vuoden iässä tehtyjä mitauksia, suurenevät keskiarvot, mutta hajontojen prosentuaaliset osuudet pienenevät. (Taulukko 6.) Puolen vuoden iän jälkeen suoritettu eläinten karsinta on vaikuttanut useimpiin rungon ulkoisiin mittoihin. Takasäären pituutta ja ympäristä kuvaavat mitat muodostavat poikkeuksen. Karsinta ei olekaan vaikuttanut yhden vuoden iässä muuntelua pienentävästi. Takasäären pituuden hajonta on päinvastoin kasvanut iän myötä.

Muuntelu on rungon ulkoisilla mitoilla melko pientä verrattuna punnitustuloksiin. Punnitustulosten ja päivittäisen lisäkasvun muuntelu kertoimethan vaihtelevat 1-vuotiailla 6.2 - 18,6 %. Rungon ulkoisten mittojen muuntelukertoimet vaihtelevat vain rajoissa 2.49 - 4.80 %. Tässä yhteydessä on esitetty myös rakennepisteet, jotka annetaan silmävaraisen arvostelun perusteella. Niitä ei voida pitää varsinaisina rungon mittoina. Silmävaraisen arvostelun epävarmuus vaikuttaa osaltaan siihen, että rakennepisteiden muuntelukerroin on jonkin verran suurempi kuin rungon mittojen ja punnitustulosten muuntelukerroin. Eläinten rungon ja jalkojen rakennepisteet on arvioitu vasta vuoden iässä, joten mitään vertailuja puolivuotiaiden tuloksiin ei voida suorittaa.

e. Muunnosmittojen hajonnat ja keskiarvot

Eri mitoista saadut muunnokset muodostuvat erilaisista osamääristä ja tuloista, joissa osallisina ovat edellä käsitellyt mittaus- ja punnitustulokset. Nämä osamäärät ja tulot noudattavat muuntelukertoimen vaihteluiden osalta samansuuntaisia periaatteita kuin niiden osakomponentitkin. (Taulukko 7.)

Rungon tilavuuden muuntelukerroin pienenee siirryttäessä puolivuotiaista yksivuotiaisiin. Selkälihaksen tilavuuden muuntelukerroin on samaa suuruusluokkaa kuin selkälihaksen alan muuntelukerroin. Muunnoksille on ominaista variaatiokertoimen

Taulukko 6. Rungon kokoa ja lihakkuutta kuvaavien mittojen keskiarvot (\bar{x}), hajonnat (s) ja muuntelukertoimet (v) puolivuotiailla ja yksivuotiailla.

¹⁾ n = 260; ²⁾ n = 310, ³⁾ n = 296

| Ominaisuus | | 0,5-vuotiaat n = 202 | 1-vuotiaat n = 311 |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
| Rungon pituus (cm) | \bar{x} | 106.69 | 133.86 ¹⁾ |
| | s | 3.94 | 3.41 |
| | v | 3.69 | 2.50 |
| Säkäkorkeus (cm) | \bar{x} | 104.05 | 119.87 |
| | s | 3.45 | 2.98 |
| | v | 3.31 | 2.49 |
| Takakorkeus (cm) | \bar{x} | 108.57 | 125.19 |
| | s | 3.66 | 3.73 |
| | v | 3.37 | 2.98 |
| Rinnan leveys (cm) | \bar{x} | 30.11 | 41.63 |
| | s | 2.41 | 2.60 |
| | v | 8.0 | 6.24 |
| Rinnan syvyys (cm) | \bar{x} | 51.37 | 63.70 |
| | s | 1.96 | 1.73 |
| | v | 3.82 | 2.71 |
| Lantion leveys (cm) | \bar{x} | 33.49 | 43.97 |
| | s | 1.78 | 1.91 |
| | v | 5.32 | 4.35 |
| Takaleveys (cm) | \bar{x} | 35.38 | 44.78 |
| | s | 1.81 | 1.91 |
| | v | 5.11 | 4.26 |
| Rinnan ympärys (cm) | \bar{x} | 138.66 | 179.41 |
| | s | 4.76 | 4.57 |
| | v | 3.43 | 2.55 |
| Reisimitta (cm) | \bar{x} | 160.38 | 198.25 ²⁾ |
| | s | 5.67 | 6.09 |
| | v | 3.54 | 3.07 |
| Takasäären pituus (cm) | \bar{x} | 38.41 | 41.21 |
| | s | 1.16 | 1.47 |
| | v | 3.02 | 3.57 |
| Takasäären ympärys (cm) | \bar{x} | 17.74 | 20.83 |
| | s | 0.71 | 0.83 |
| | v | 3.98 | 3.98 |
| Pään pituus (cm) | \bar{x} | 39.32 | 48.93 |
| | s | 1.66 | 1.45 |
| | v | 4.23 | 2.97 |
| Pään leveys (cm) | \bar{x} | 17.34 | 21.52 |
| | s | 1.0 | 1.03 |
| | v | 5.76 | 4.80 |
| Rakennepisteet jalat | \bar{x} | | 3.50 ³⁾ |
| | s | | 0.48 |
| | v | | 13.67 |
| Rakennepisteet runko | \bar{x} | | 3.74 ³⁾ |
| | s | | 0.50 |
| | v | | 13.26 |

Taulukko 7. Muunnosten keskiarvot (\bar{x}), hajonnat (s) ja muuntelukertoimet (v) puolivuotiailla ja yksivuotiailla:

| Ominaisuus | | 0,5-vuotiaat n = 262 | 1-vuotiaat n = 311 |
|--|-----------|-------------------------|-----------------------|
| Rungon tilavuus | \bar{x} | 174.70 | 364.93 ¹⁾ |
| | s | 17.24 | 27.17 |
| | v | 9.87 | 7.5 |
| Pään mittojen tulo | \bar{x} | 6.83 | 10.53 |
| | s | 0.55 | 0.62 |
| | v | 8.05 | 5.9 |
| Selkälihaksen tilavuus | \bar{x} | 4.43 | 7.90 ¹⁾ |
| | s | 0.53 | 0.70 |
| | v | 11.88 | 8.0 |
| Selkälihaksen poikkil. p-ala / elopaino x 100 | \bar{x} | 18.47 | 13.17 |
| | s | 1.66 | 1.08 |
| | v | 8.96 | 8.2 |
| Selkälihaksen poikkil. p-ala / rungon ti- lavuus x 100 | \bar{x} | 23.87 | 16.23 ¹⁾ |
| | s | 2.50 | 1.51 |
| | v | 10.48 | 9.3 |
| Rasvan paksuus / elopaino x 100 | \bar{x} | 1.19 | 1.03 |
| | s | 0.26 | 0.24 |
| | v | 21.51 | 22.9 |
| Rasvan paksuus / rungon tilavuus x 100 | \bar{x} | 1.53 | 1.26 ¹⁾ |
| | s | 0.34 | 0.29 |
| | v | 22.38 | 23.0 |

¹⁾ n = 260

pieneneminen karsinnan vaikutuksesta siirryttäessä puolivuotiaista yksivuotiaisiin. Sama koskee myös suhdelukuja, joissa suhteutetaan selkälihakseen pinta-alaa ruhon tilavuuteen ja painoon. Variaatiokertoimet eivät ole sanottavasti muuttuneet verrattaessa pitkän selkälihakseen pinta-alan variaatiokertoimeen. Suhdeluvut, joissa rasvan paksuus on mukana, heijastavat rasvan paksuuden vaihteluiden epäsäännöllisyyttä. Molemmissa tapauksissa on yksivuotiailla suurempi variaatio-kerroin kuin puolivuotiailla. Siis eläinten karsinta olisi vain lisännyt vaihtelua. Keskiarvoista näkyy lisäksi, että rasvan paksuus kasvaa suhteessa vähemmän kuin elopaino ja rungon tilavuus.

Kun tarkastellaan kaikkia edellä esitettyjä keskiarvoja havaitaan, että ne ovat yksivuotiailla suurempia kuin puolivuotiailla. Minkään ominaisuuden kasvu ei ole pysähtynyt puolen vuoden iässä. Verrattaessa muuntelukertoimia, jotka ilmoittavat hajonnan prosentteina keskiarvosta, havaitaan, että ne melko säännöllisesti pienenevät siirryttäessä puolivuotiaista yksivuotiaisiin. Tästä muodostavat poikkeuksen säären pituuden ja paksuuden mitat sekä pintarasvan paksuuden ja siitä lasketujen muunnosten mitat. Karsinta pudottaa useimpien mittojen suhteen pienimmät eläimet pois kesken kasvatuskokeen.

2. Mittauksiin liittyvistä systemaattisista tekijöistä

Edellisessä luvussa esitetyt keskiarvot ja hajonnat laskettiin aineistosta, jota ei ole korjattu, vaan numerot perustuvat mittaustuloksiin sellaisinaan. Kaikkia eläimiä ei ole voitu mitata täsmälleen puolen ja yhden vuoden iässä. Siksi eläinten mittaustulokset ei ole täsmälleen puoli vuotta tai yksi vuosi, vaan ajassa esiintyy 1-2 %:n heittoja. PUONTI (1975) on tutkinut käsiteltävällä aineistolla iän vaikutusta mittaustuloksiin. Hän sai puolivuotiaille ikäryhmien välille tilastollisesti merkitseviä eroja, mutta yksivuotiailla eroja ei voitu havaita. PUONTI totesi suoritettuaan regressiokorjauksia iän suhteen, että muuntelukertoimet eivät muuttuneet, joten muuntelu johtuu suurelta osin muista syistä.

Tässä työssä keskitytään pääasiassa korrelaatio- ja faktori-
tutkimuksiin. Osittaiskorrelaatio mahdollisti iän vaikutuk-
sen poistamisen. Tämä osittaminen ei sanottavasti vaikutta-
nut korrelaatiokertoimiin. Näihin tuloksiin palataan myö-
hemmin. Regressioanalyysillä tutkittiin eräiden UÄ-mittojen
muuntelua. Kun ikä oli selittävänä tekijänä. Tällöin saa-
tiin seuraavia selitysasteita:

| Selitettävä ominaisuus | Selitysaste | |
|------------------------------------|-------------|-------|
| | 0,5-v. | 1-v. |
| Lihaksen paksuus \bar{x} | 8.6 % | 2.6 % |
| Pintarasvan pak- suus \bar{x} | 0.1 % | 0.3 % |
| Lihaksen pinta- ala \bar{x} | 7.1 % | 2.8 % |

Selitysasteet ovat puolen vuoden iässä suurempia kuin yhden
vuoden iässä. Tämä on odotettua, koska iän vaihtelu on suu-
rempaa puolen vuoden iässä. Kun mittauksia korjattiin
regressiokertoimilla, ei korrelaatioissa havaittu muutoksia,
kuten myöhemmin esitettävistä korrelaatiokertoimista näkyy.

Sitä aineiston osaa, joka käsitti molemmille ikäluokille yh-
teiset eläimet, oli mahdollista korjata samaan ikään interpo-
loimalla. Tämä tapahtui siten, että laskettiin kullekin yk-
silölle ominaisuuskohtainen päivittäinen lisäkasvukerroin
puolen vuoden iästä yhden vuoden ikään. Tämän lisäkasvuker-
toimen ja yksilön mittausikäpoikkeaman avulla korjattiin kun-
kin sonnin tulokset aineiston keskiarvoikään. Tämä korjaus
perustui siihen, että eläinten kasvu olisi tasaista iästä riip-
pumatta. Koska yksilöt kasvavat nopeammin erilaisissa ikävai-
heissa, on ymmärrettävää, että edellä eistetty tasaiseen kas-
vuun perustuva korjaus ei vaikuttanut korrelaatioihin kovin-
kaan paljon. Näihinkin tuloksiin palataan myöhemmin.

Useissa tutkimuksissa on todettu, että vuodenaika vasikan syntymässä vaikuttaa sen myöhemmin saavuttamiin kasvutuloksiin. Tämän aineiston eläimet kasvatetaan kuitenkin koebasemilla tasalaatuisella rehulla ympärivuotisella sisäruokinnalla. PUONTI luokitteli tämän aineiston talvella, keväällä, kesällä ja syksyllä syntyneisiin ja havaitsi yksisuuntaisella varianssianalyysillä testaten useimmissa ominaisuuksissa vuodenaikojen välisiä eroja sekä puoli- että yksivuotiaissa. Eri vuodenaikojen paremmuus vaihteli ikäluokittain samoissa ominaisuuksissa, joten korjausten tekeminen oli tarpeetonta.

Tässä työssä on tarkoitus tutkia erityisesti yksittäisessä sonnissa ilmeneviä kasvun ja UÄ-kuvien välisiä yhteyksiä. Tarkasteltiin myös eri isien vaikutuksia jälkeläistensä kasvu- ja lihakuustaipumuksiin. Eri ikäluokissa vaihtelivat isittäin ryhmitellyn aineiston parhaiden ja huonoimpien isien jälkeläisryhmien keskiarvot ja hajonnat seuraavasti:

| Ominaisuus | 0,5-v. | | 1-v. | |
|---|---|---|---|--|
| | heikoin isä | paras isä | heikoin isä | paras isä |
| Selkälihaksen paksuus keskim. | \bar{x} 49.75 ^{n = 4} s 4.03 v 8.1 | 58.25 ^{n = 8} 2.96 5.1 | 66.6 ^{n = 15} 5.48 8.2 | 71.36 ^{n = 14} 4.45 6.2 |
| Pintarasvan paksuus keskim. | \bar{x} 2.2 ^{n = 4} s 0.41 v 20 | 3.28 ^{n = 4} 0.87 26.5 | 3.69 ^{n = 7} 0.83 22.5 | 5.72 ^{n = 5} 1.24 21.7 |
| Selkälihaksen poikkileikkaus-p-a. keskim. | \bar{x} 36.78 ^{n = 4} s 3.79 v 13.0 | 46.14 ^{n = 8} 3.60 7.8 | 56.51 ^{n = 9} 4.11 7.3 | 63.05 ^{n = 14} 5.31 8.4 |
| Paino 180 pv | \bar{x} 215.0 ^{n = 4} s 19.13 v 8.9 | 263.38 ^{n = 8} 17.82 6.8 | - - - | - - - |
| Paino 365 pv | \bar{x} - s - v - | - - - | 440.0 ^{n = 9} 21.44 4.9 | 469.32 ^{n = 28} 24.34 5.2 |
| Rinnan ympäry | \bar{x} 135.31 ^{n = 13} s 6.17 v 4.6 | 142.63 ^{n = 8} 4.63 3.2 | 176.53 ^{n = 15} 4.66 2.6 | 184.2 ^{n = 5} 3.90 2.1 |

n = ko. isän jälkeläisten lukumäärä

Kaikki ominaisuudet eivät ole saman jälkeläisryhmän keskiarvoja, vaan eri ominaisuuksien parhaat keskiarvot ovat usein eri jälkeläisryhmillä.

Ne eläimet, joilla on molempien ikäluokkien mittaustulokset, ryhmiteltiin isittäin. Isien väliset erot testattiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Tällöin havaittiin, että ultraäänikuvien keskiarvoista vain selkälihakseen pinta-alan keskimääräiset arvot erosivat merkitsevästi (0.05 %) toisistaan. Isien väliset erot peittyivät ilmeisesti ikäluokkien aiheuttamaan virhemuunteluun. Rungon mitat erosivat selvemmin. Esim. rinnan ympäröityksen erot eri isien välillä todettiin 0.001 %:n riskillä. Isien vaikutusta yritettiin osittaa osittaiskorrelaatioilla. Osittaiskorrelaation laskeminen tietokoneella edellyttää suuria aineistoja. Osittaiskorrelaation avulla suoritettujen ominaisuuksien elinoimiset jäävät melko merkityksettömiksi.

Edellä esitetyt systemaattisten tekijöiden aiheuttamat virheet ovat sitä luokkaa, ettei korjauksia ole yleisesti ryhdytty suorittamaan. Korrelaatiot ja faktorianalyysit onkin laskettu korjaamattomasta aineistosta, samoin kuin loppuksi esitettävät varianssianalyysit.

3. Ultraäänimittojen ja kasvutulosten välisistä fenotyyppisistä korrelaatioista

a. Ultraäänimittojen väliset korrelaatiot ikäluokittain

Tarkasteltaessa yksi- ja puolivuotiaiden ultraäänimittojen välisiä korrelaatioita, todetaan, etteivät vastaavat kertoimet poikkea kovinkaan paljon toisistaan (Taulukko 8). Useimmat korrelaatioista ovat puolivuotiailla isompia. Poikkeuksen tästä muodostavat pintarasvan paksuuden keskiarvon ja eri mittauskohdtien väliset korrelaatiot. Selkälihakseen poikkileikkauspinta-ala ja vastaava paksuus ovat voimakkaasti korreloituneet molemmissa ikäluokissa. Tämä korrelaatio on suurin pinta-alan ja paksuuden keskiarvoilla (0.88 - 0.92). Sekä selkälihakseen

Taulukko 8. Ultraäänimittojen väliset korrelaatiot puoli- ja yksivuotiaiden aineistoissa. Yläkentässä yksivuotiaiden ja alakentässä puolivuotiaiden mittaustulosten väliset korrelaatiokertoimet.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| n = 311 | | | | | | | | | | | | |
| n = 262 | | | | | | | | | | | | |
| Selkälihakseen pak- suus takaa | 1. | .53 | .43 | .80 | .25 | .27 | .28 | .34 | .80 | .46 | .44 | .67 |
| Selkälihakseen pak- suus keskeltä | 2 | .55 | .53 | .86 | .20 | .19 | .30 | .30 | .50 | .85 | .56 | .77 |
| Selkälihakseen pak- suus edestä | 3. | .54 | .67 | .79 | .15 | .18 | .19 | .22 | .41 | .50 | .86 | .71 |
| Selkälihakseen pak- suus keskim. | 4. | .80 | .88 | .87 | .25 | .27 | .32 | .36 | .69 | .76 | .75 | .88 |
| Pintarasvan pak- suus takaa | 5. | .28 | .23 | .26 | .30 | .56 | .45 | .80 | .18 | .19 | .18 | .22 |
| Pintarasvan pak- suus keskeltä | 6. | .24 | .27 | .26 | .30 | .50 | .36 | .73 | .20 | .18 | .21 | .24 |
| Pintarasvan pak- suus edestä | 7. | .28 | .31 | .35 | .37 | .33 | .32 | .83 | .20 | .26 | .23 | .28 |
| Pintarasvan pak- suus keskim. | 8. | .36 | .36 | .40 | .44 | .72 | .70 | .83 | .24 | .27 | .26 | .31 |
| Selkälihakseen poikki- leikkausp.a. takaa | 9. | .87 | .52 | .53 | .74 | .31 | .27 | .24 | .35 | .55 | .48 | .80 |
| Selkälihakseen poikki- leikkausp.a. keskeltä | 10. | .53 | .89 | .63 | .82 | .26 | .29 | .27 | .35 | .58 | .61 | .87 |
| Selkälihakseen poikki- leikkausp.a. edestä | 11. | .52 | .62 | .90 | .80 | .29 | .28 | .31 | .39 | .55 | .65 | .84 |
| Selkälihakseen poikki- leikkausp.a. keskim. | 12. | .73 | .80 | .82 | .92 | .33 | .33 | .32 | .43 | .81 | .88 | .87 |

Korrelaatioiden merkitsevyys P < 0.05 r > 0.12
P < 0.01 r > 0.16
P < 0.001 r > 0.21

paksuus- että poikkileikkauspinta-ala- kuvissa havaitaan molemmilla ikäluokissa sellainen piirre, että vierekkäiset kuvauskohdat korreloivat keskenään kiinteämmin kuin kauimmat. Muussa suhteessa korrelaatioilla ei näyttäisi olevan mitään kiinteää linjaa sen enempää pinta-alojen kuin paksuuksienkaan suhteen. Selkälihaksen paksuuden keskiarvon ja yksittäisten paksuusmittojen väliset korrelaatiot ovat suuria. Eri kuvauskohtien välisistä korrelaatioista ovat suurimpia selkälihaksen paksuuden ja poikkileikkauspinta-alan keskiarvojen väliset korrelaatiot. Paksuuden ja pinta-alan keskiarvot kuvaavat varsin hyvin selkälihaksen kokoa.

Pintarasvan eri kuvauskohtien väliset korrelaatiot ovat pienempiä kuin selkälihaksen paksuuden ja pinta-alan vastaavat yhteydet. Yksivuotiailla kuvauskohtien väliset korrelaatiot ovat suurempia kuin puolivuotiailla. Pintarasvan paksuuden etu- ja keskikohdan väliset korrelaatiot ovat pienempiä kuin taka- ja keskikohdan väliset. Rasvan vahvuuden keskiarvon ja eri mittauskohtien väliset korrelaatiot ovat sekä yksi- että puolivuotiailla varsin tyydyttävät.

Tarkastellaan vielä eräiden korjaustekijöiden vaikutusta korrelaatioihin. Taulukossa 9 on eri ultraäänimittojen keskiarvojen korrelaatiot laskettu ikäluokittain siten, että on mahdollista vertailla erilaisten korjausten vaikutusta. Sekä puolivuotiaiden että yksivuotiaiden perusaineistosta on osittaiskorrelaation avulla poistettu eläinten iän vaikutus. Ikä ei ole osittaiskorrelaation tulosten perusteella vaikuttanut lainkaan.

Kun tarkastellaan aineistoa, joka muodostuu niistä sonneista, jotka ovat yhteisiä molemmille ikäluokille, havaitaan, että korrelaatiot pienenevät hieman. Tämä johtunee sattumasta. Molemmilla ikäluokilla mitattujen sonnien aineistossa on suoritettu tasaisen kasvun perusteella tapahtuvia ikäkorjauksia interpoloimalla. Nämä korjaukset eivät sanottavasti muuttaneet korrelaatioita. Poikkeuksen tekee selkälihaksen paksuuden ja

Taulukko 9. Eri korjaustekijöiden vaikutus ultraäänimittojen keskiarvojen väliin korrelaatioihin. Perusaineisto sisältää puolivuotiaalle 262 havaintoa ja yksivuotiaalle 311 havaintoa. Yhteisiä havaintoja on 188.

| Ominaisuudet | Ikäluokka | Perusaineistot (0,5- ja 1-v.) | | Molemmissa ikäluokissa mitatut sonnit | |
|---|-----------|----------------------------------|--|--|---|
| | | Korjaa- maton | Ikä vakioitu ositt. kor- relaat. | Korjaa- maton malla | Ikä korjattu interpoloi- repr. ker- toimella |
| Selkälihaksen paks. \bar{x} x pintarasv. paks. \bar{x} | 1 | .36 | .36 | .34 | .34 |
| | 0,5 | .44 | .44 | .34 | .35 |
| Selkälihaksen paks. \bar{x} x selkäläh. poikkil. p.a. \bar{x} | 1 | .88 | .88 | .79 | .90 |
| | 0,5 | .92 | .92 | .91 | .90 |
| Selkälihaksen paks. \bar{x} x pintarasv. paks. \bar{x} | 1 | .31 | .31 | .26 | .28 |
| | 0,5 | .43 | .43 | .33 | .34 |

pinta-alan välinen korrelaatio, joka nousee yksivuotiailla yli 10 % ikäkorjauksen ansiosta. Tämä on yhdenmukainen perusaineiston korjaamattoman korrelaation kanssa. Molemmille ikäluokille yhteisten sonnien aineistossa on suoritettu regressiokorjauksia iän suhteen, mutta muutokset korrelaatioissa ovat olemattomia.

b. Punnitustulosten väliset korrelaatiot
ikäluokittain

Punnitustulosten korrelaatioista on keskityttävä yksivuotiaiden korrelaatioihin, koska punnitus- ja kasvutulosten väliset vuorosuhteet lasketaan pääasiassa vuoden iässä. Korrelaatioista tärkein on testausaikaisen kasvun ja eläimen elopainon välinen vuorosuhde vuoden iässä (0.97). Elopaino ilmentää kasvua varsin hyvin (Taulukko 10).

Jos kasvu esitetään lyhyempiin jaksoihin, heikkenee kasvun ja vuoden ikäisten sonnien elopainon välinen yhteys, jota varhaisemmasta kasvuiästä on kysymys. Tietyn ikävälin kasvu korreloi voimakkaasti kyseisen ikävälin päättyessä saatuun elopainoon. Esim. kasvu ikävälillä 60 - 180 pv korreloi selvästi 180 pv:n iässä saatuun elopainoon. Tietyn ikävälin aikana tapahtuneen kasvun ja ikävälin alussa havaitun elopainon välinen yhteys sen sijaan näyttää olevan lähes olematon. Lähimpien ikäluokkien elopainojen väliset korrelaatiot ovat odotetusti suurempia kuin jos punnitusväli olisi pidempi.

Eri ikäjaksojen väliset päivittäiset lisäkasvut eivät ole toisistaan sanottavasti riippuvaisia. Koko kokeen aikainen päivittäinen lisäkasvu korreloi selvästi kaikkien ikäjaksojen lisäkasvuihin noudattaen sellaista suuruusjärjestystä, että nuorempien ikäjaksojen korrelaatiot ovat pienempiä kuin vanhempien.

Taulukko 10. Punnitustulosten väliset korrelaatiot puoli- ja yksivuotiaiden aineistoissa. Yläkentässä yksivuotiaiden ja alakentässä puolivuotiaiden punnitustulosten korrelaatiokertoimet.

| n = 311 | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| n = 262 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Eläimen paino 60 pv:n iässä | 1. | .53 | .40 | .45 | .01 | .08 | .25 | .22 |
| Eläimen paino 180 pv:n iässä | 2. | .62 | .72 | .60 | .83 | .10 | .12 | .51 |
| Eläimen paino 270 pv:n iässä | 3. | | | .77 | .60 | .75 | .07 | .73 |
| Eläimen paino 365 pv:n iässä | 4. | | | | .43 | .54 | .69 | .97 |
| Kasvu ikävälillä 60 - 180 pv | 5. | .20 | .89 | | | .08 | -.02 | .47 |
| Kasvu ikävälillä 180 - 270 pv | 6. | | | | | | -.01 | .57 |
| Kasvu ikävälillä 270 - 365 pv | 7. | | | | | | | .69 |
| Kasvu testausaika- na 60 - 365 pv | 8. | | | | | | | |

Korrelaatioiden merkitsevyys

P < 0.05 r > 0.12
 P < 0.01 r > 0.16
 P < 0.001 r > 0.21

c. Rungon mittojen väliset korrelaatiot
ikäluokittain

Rungon mitat on valittu siten, että ne antavat mahdollisimman hyvän kuvan sonnin koosta. Yksivuotiaitten ryhmässä puuttuu rungon pituus 51:ltä sonnilta (16.6 %). Käytetty tietokoneohjelma korvaa puuttuvat tiedot keskiarvoina, joten puuttuvien tietojen vaikutus ei liene häiritsevän voimakas.

Yksivuotiaitten ryhmässä ovat useimmat korrelaatiot pienempiä kuin puolivuotiaiden ryhmässä (Taulukko 11). Erityisen selvästi tämä näkyy pään pituuden korrelaatioissa muihin rungon mittoihin. Puolivuotiailla ovat pään pituuden korrelaatiot useimpiin muihin rungon mittoihin selvästi merkitseviä, mutta yksivuotiailla korrelaatiot pienenevät häviten osittain lähes kokonaan. Luuston varhainen ja lihasten sekä rasvan myöhäisempi kehittyminen saattavat aiheuttaa pään ja muiden rungon mittojen välisen yhteyden löystyminen. Rungon pituus korreloi voimakkaammin takakorkeuden kanssa. Puolivuotiaiden ryhmässä on rungon pituudella voimakas korrelaatio myös säkäkorkeuteen rinnan ympärykseen ja pään pituuteen suuruusjärjestyksessä lueteltuina. Yksivuotiailla nämä yhteydet heikkenevät rungon pituuden ja reisimitan välisen korrelaation suuretessa.

Puolivuotiaiden ryhmässä korreloi säkäkorkeus selvästi rinnan ympärykseen. Takakorkeus korreloi selvästi säkäkorkeuden ja rungon pituuden lisäksi myös reisimitaan. Erilaiset eläimen korkeutta kuvaavat mitat ovat selvästi korreloituneet keskenään. Nuorella iällä havaittavat rungon pituuden ja korkeuden sekä leveyden ja korkeuden väliset korrelaatiot näyttävät heikkenevän eläinten vanhetessa.

Rinnan leveydellä on selvä korrelaatio lonkkien leveyteen ja takaleveyteen. Rinnan leveyden ja rungon muiden mittojen välisistä korrelaatioista havaitaan, ettei puoli- ja yksivuotiaiden vastaavissa korrelaatioissa ole huomattavia eroja muissa kohdin kuin pään pituuden ja rinnan leveyden välillä. Rinnan syvyys ja ympäryys korreloivat selvästi keskenään. Lonkkien leveys korreloi selvemmin takaleveyden ja rinnan ympäryksen

Taulukko 11. Rungon mittojen korrelaatiot puoli- ja yksivuotiaiden aineistoissa. Yläkentässä yksivuotiaiden ja alakentässä puolivuotiaiden mittaustulosten väliset korrelaatiokertoimet.

| | | n = 311 | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| n = 262 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Rungon pituus | 1. | | .44 | .59 | .11 | .33 | .26 | .24 | .33 | .51 | .36 | .38 | .27 |
| Säkäkorkeus | 2. | .56 | | .76 | .08 | .41 | .20 | .19 | .27 | .43 | .44 | .29 | .29 |
| Takakorkeus | 3. | .62 | .82 | | .17 | .35 | .22 | .17 | .42 | .55 | .47 | .40 | .34 |
| Rinnan leveys | 4. | .20 | .25 | .35 | | .21 | .45 | .40 | .56 | .32 | .10 | .19 | .06 |
| Rinnan syvyys | 5. | .42 | .48 | .43 | .29 | | .46 | .38 | .54 | .43 | .27 | .31 | .17 |
| Lantion leveys | 6. | .43 | .42 | .40 | .41 | .52 | | .58 | .53 | .35 | .13 | .34 | .09 |
| Takaleveys | 7. | .39 | .48 | .48 | .43 | .46 | .60 | | .47 | .48 | .21 | .36 | .05 |
| Rinnan ympäry | 8. | .53 | .53 | .53 | .60 | .63 | .59 | .60 | | .58 | .27 | .45 | .20 |
| Reisimitta | 9. | .42 | .47 | .50 | .37 | .49 | .41 | .62 | .63 | | .44 | .48 | .28 |
| Takasäären pituus | 10. | .30 | .28 | .35 | .24 | .29 | .23 | .32 | .39 | .50 | | .38 | .26 |
| Takasäären ympäry | 11. | .36 | .32 | .39 | .35 | .34 | .40 | .48 | .42 | .47 | .38 | | .26 |
| Pään pituus | 12. | .50 | .37 | .43 | .32 | .42 | .37 | .33 | .51 | .38 | .32 | .32 | |

Korrelaatioiden merkitsevyys P < 0.05 r > 0.12
P < 0.01 r > 0.16
P < 0.001 r > 0.21

kanssa. Siis erilaiset sonnin leveyttä kuvaavat mitat ovat selvästi korreloituneet keskenään, joskin yhteydet löystyvät eläinten vanhetessa.

Myös reisimitan korrelaatiot muihin rungon mittoihin osoittavat, ettei niiden merkitystä rungon koon kuvaajana sovi vähätellä. Reisimitan ja rungon pituuden sekä reisimitan ja takakorkeuden väliset korrelaatiot ovat yksivuotiailla suurempia kuin puolivuotiailla. Tämä viitanee siihen, että reisimitalla olisi merkitystä pikemminkin lihakkuuden kuin pelkän koon arvioinnissa. Puolivuotiailla on takasäären pituus selvimmin korreloitunut reisimitan kanssa. Yksivuotiaitten takasäären ympärys puolestaan korreloi reisimitan kanssa selvimmin. Takasäären pituus korreloi reisimitan ohella selvästi rungon pituus- ja korkeusmittoihin. Tämä tuntuu luontevalta, kun havaitaan, että korrelaatiot ovat vuoden iässä suurempia kuin puolen vuoden iässä. Rinnan ympärys ja takaleveys sekä takakorkeus ovat selvästi korreloituneet takasäären ympärysmitan kanssa. Tämä viitanee siihen, että takasäären ympäryksellä olisi merkitystä erityisesti takapään kokoa ja lihamäärää arvioitaessa.

d. Muunnosmittojen väliset korrelaatiot
ikäluokittain

Muunnosten välisistä korrelaatioista heijastuvat osakomponenttien väliset korrelaatiot (Taulukko 12). Kuten jo mainittiin, on yksivuotiailta mitattu rungon pituus vain 260:ltä tonnilta. Tästä johtuu, että useimmat muunnosmitoista on voitu laskea vain näille sonneille, koska rungon pituus sisältyy useimpiin muunnoksiin.

Rungon tilavuus on korreloitunut negatiivisesti selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan ja rungon tilavuuden välisen suhteen kanssa yhden vuoden iässä. Tämä on odotettua, koska rungon tilavuus suurenee suhteessa enemmän kuin selkälihas. Puolen vuoden iässä rungon tilavuus korreloi positiivisesti selvemmin pitkän selkälihaksen tilavuuden ja pään mittojen tulon kanssa.

Taulukko 12. Muunnosmittojen väliset korrelaatiot puoli- ja yksivuotiaiden aineistossa. Yläkentässä yksivuotiaiden ja alakentässä puolivuotiaiden muunnosten väliset korrelaatiot.

| n = 311 | | | | | | | | |
|--|---|------|-----|------|------|------|------|------|
| n = 262 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Rungon tilavuus | 1 | | .44 | .30 | -.30 | -.55 | .03 | -.07 |
| Pitkän selkälihaksen tilavuus | 2 | .61 | | .14 | .48 | .48 | .10 | .12 |
| Pään mittojen tulo | 3 | .59 | .50 | | -.17 | -.17 | -.06 | -.05 |
| Selkälihaksen poikkil.p.a. elopaino x 100 | 4 | -.15 | .56 | -.04 | | .78 | .24 | .18 |
| Selkälihaksen poikkil.p.a. rungon tilavuus x 100 | 5 | -.50 | .35 | -.13 | .81 | | .12 | .23 |
| Rasv. paksuus elopaino x 100 | 6 | .02 | .21 | .04 | .27 | .24 | | .88 |
| Rasv. paksuus rungon tilavuus x 100 | 7 | -.15 | .14 | -.01 | .24 | .37 | .96 | |

P < 0.05 r > 0.12
P < 0.01 r > 0.16
P < 0.001 r > 0.21

Pitkän selkälihakseen tilavuus korreloi myös selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan ja elopainon suhteeseen sekä selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan ja rungon tilavuuden suhteeseen yksivuotiaiden ryhmässä. Puolivuotiailla on pään mittojen tulon ja pitkän selkälihakseen tilavuuden välillä havaittavissa selvä korrelaatio, mutta se heikkenee iän lisääntyessä. Pään mittojen tulon korrelaatiot muunnosmittoihin ovat yleensä heikkoja, ja yksivuotiailla lievästi negatiivisia. Selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan ja elopainon välinen suhde korreloi selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan ja rungon tilavuuden välisen suhteen kanssa selvästi.

c. Ultraäänimittojen ja punnitustulosten välisiä korrelaatioita ikäluokittain

Ultraäänimittojen ja punnitustulosten välisiä korrelaatioita ei ole voitu laskea puolivuotiaille kaikissa luokissa, koska punnitus- ja kasvutulokset puuttuvat puolen vuoden jälkeiseltä koeajalta.

Taulukossa 13 esitettävässä korrelaatiomatriisissa on eräitä selviä yleispiirteitä. Ensinnäkin, selkälihakseen poikkileikkauspinta-ala vuoden iässä takaa määritettynä korreloi voimakkaimmin eri iässä havaittujen elopainojen sekä kokeen alku- puolen kasvun kanssa. Sen sijaan loppupuoliskon kasvujaksot ja kokonaiskasvu korreloivat selvimmin keskimääräisen poikkileikkauspinta-alan kanssa.

Toiseksi koko kokeenaikainen kasvu korreloi voimakkaasti useimpien kuvaustulosten kanssa. Tosin myös paino vuoden iässä on korreloitunut kuvaustuloksiin. Poikkeuksen muodostavat keskimääräinen pintarasvan paksuus ja edestä mitattu pintarasvan paksuus, jotka korreloivat selvimmin viimeisten kolmen kuukauden aikana tapahtuneen kasvun kanssa. Tämä viitanee rasvan melko myöhäiseen muodostumiseen.

Puolen vuoden iässä määritetyistä ultraäänimitoista ei voida erottaa tiettyä mitta- ja korreloisi voimakkaimmin kaikkiin

Taulukko 13. Ultraäänimittojen ja punnitustulosten väliset korrelaatiot puoli- ja yksivuotiailla eläimillä. Yläpuolella yhden vuoden iässä (n = 311) ja alapuolella puolen vuoden iässä (n = 262) määritettyinä.

| | eläimen paino 60 pv:n iässä | eläimen paino 180 pv:n iässä | eläimen paino 270 pv:n iässä | eläimen paino 365 pv:n iässä | kasvu välillä 60 - 180 pv | kasvu välillä 180 - 270 pv | kasvu välillä 270 - 365 pv | kasvu välillä 60 - 365 pv |
|--|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Selkälihakseen paksuus takaa (T) | .13 .35 | .18 .52 | .30 | .39 | .14 .44 | .25 | .26 | .39 |
| Selkälihakseen paksuus keskeltä (K) | .01 .26 | .09 .43 | .24 | .29 | .10 .39 | .27 | .17 | .31 |
| Selkälihakseen paksuus edestä (E) | .05 .21 | .08 .44 | .19 | .28 | .06 .43 | .21 | .23 | .29 |
| Selkälihakseen paksuus keskimäärin $\frac{T+K+E}{3}$ | .08 .32 | .14 .54 | .30 | .39 | .12 .49 | .30 | .26 | .40 |
| Pintarasvan paksuus takaa (T) | .04 .12 | .02 .30 | .08 | .16 | .01 .31 | .10 | .16 | .16 |
| Pintarasvan paksuus keskeltä (K) | .11 .11 | .09 .30 | .18 | .30 | .05 .31 | .18 | .27 | .30 |
| Pintarasvan paksuus edestä (E) | -.05 .09 | -.03 .28 | .02 | .14 | .50 .30 | .04 | .20 | .17 |
| Pintarasvan paksuus keskimäärin $\frac{T+K+E}{3}$ | .02 .13 | .02 .38 | .10 | .24 | .02 .40 | .12 | .26 | .25 |
| Selkälihakseen poikkil. p.a. takaa (T) | .14 .26 | .21 .48 | .32 | .40 | .15 .45 | .27 | .26 | .40 |
| Selkälihakseen poikkil. p.a. keskeltä (K) | .02 .23 | .07 .45 | .22 | .28 | .06 .43 | .25 | .20 | .30 |
| Selkälihakseen poikkil. p.a. edestä | .06 .24 | .10 .45 | .21 | .31 | .08 .42 | .23 | .25 | .33 |
| Selkälihakseen poikkil. keskimäärin $\frac{T+K+E}{3}$ | .08 .28 | .15 .54 | .30 | .39 | .11 .51 | .30 | .28 | .41 |

P < 0.05 r > 0.12
P < 0.01 r > 0.16
P < 0.001 r > 0.21

punnitustuloksiin. Selkälihakseen keskimääräinen paksuus ja poikkileikkauspinta-ala korreloivat yhtä voimakkaasti puolen vuoden iässä saatuun painoon.

Paino on puolen vuoden iässä korreloitunut selvimmin ultraäänimittoihin. Korrelaatioiden suuruutta tarkasteltaessa havaitaan, että puolen vuoden iässä saadut ultraäänimitat korreloivat jonkin verran voimakkaammin punnitustulosten kanssa kuin yksivuotiaiden vastaavat UÄ-mitat. Selkälihakseen aikainen kehittyminen heijastuu näihin korrelaatioihin siten, että ne heikkenevät, kun selkälihas ei enää kasva yhtä nopeasti vanhemmalla iällä. Selkälihakseen paksuusmitat korreloivat merkittävästi viimeisten kolmen kuukauden aikaisen päivittäisen lisäkasvun kanssa ja koko kokeen aikaisen keskimääräisen lisäkasvun kanssa sekä vuoden iässä havaitun elopainon kanssa.

Pintarasvan paksuusmittojen korrelaatiot painomittoihin ovat enimmäkseen pieniä. Selkälihakseen poikkileikkauspinta-alakuvien korrelaatiot painomittoihin noudattavat samaa linjaa kuin selkälihakseen paksuusmittojenkin korrelaatiot. Korkein painomittojen ja UÄ-kuvien välinen korrelaatio on selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan keskiarvon ja koko kokeen aikaisen päivittäisen lisäkasvun välillä ($r = 0.41$).

f. Ultraäänimittojen ja rungon mittojen välisiä korrelaatioita ikäluokittain

Korrelaatiomatriisiin on otettu vain tärkeimmät rungon mitat. Rungon pituus on mitattu vain 260:ltä yksivuotiaalta sonnilta ja korrelaatiolaskuissa on puuttuvat tiedot korvattu keskiarvolla.

Kaikki selkälihakseen paksuus- ja poikkileikkauspinta-alamitat sekä useimmat rasvan paksuusmitat korreloivat voimakkaimmin rinnan ympäryksen kanssa molemmissa ikäluokissa (Taulukko 14). Kuvausmitoista korreloi selvimmin kaikkien rungon mittojen kanssa selkälihakseen poikkileikkauspinta-ala takaa määritettyinä. Rinnan leveyden kanssa korreloi parhaiten rasvan paksuus.

Taulukko 14. Ultraäänimittojen ja rungon mittojen väliset korrelaatiot puoli- ja yksivuotiailla eläimillä. Yläpuolella yhden vuoden iässä (n = 311) ja alapuolella puolen vuoden iässä (n = 262) määritettyjen mittojen väliset korrelaatiokertoimet.

| | rungon pituus | säkä- korkeus | taka- korkeus | rinnan leveys | rinnan syvyys | lantion leveys | taka- leveys | rinnan ympärys | reisi- mitta |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Selkälihakseen pak- suus takaa (T) | .07 .33 | -.03 .28 | .05 .33 | .28 .35 | .17 .35 | .34 .51 | .29 .49 | .34 .53 | .24 .48 |
| Selkälihakseen pak- suus keskeltä (K) | .02 .29 | -.02 .23 | .03 .27 | .17 .34 | .13 .27 | .20 .37 | .21 .34 | .28 .43 | .18 .39 |
| Selkälihakseen pak- suus edestä | .06 .27 | .05 .22 | .10 .30 | .19 .37 | .14 .29 | .22 .32 | .24 .33 | .28 .43 | .18 .39 |
| Selkälihakseen pak- suus keskim. ($\frac{T+K+E}{3}$) | .06 .35 | -.01 .28 | .08 .35 | .26 .41 | .18 .35 | .31 .46 | .30 .45 | .37 .54 | .25 .50 |
| Pintarasvan pak- suus takaa (T) | -.06 .13 | -.08 .04 | -.06 .10 | .20 .21 | .16 .09 | .16 .20 | .09 .20 | .19 .23 | .02 .20 |
| Pintarasvan pak- suus keskeltä (K) | .02 .04 | -.02 .10 | .04 .10 | .28 .22 | .19 .08 | .26 .18 | .20 .25 | .31 .20 | .22 .27 |
| Pintarasvan pak- suus edestä (E) | -.05 .12 | -.17 .12 | -.14 .12 | .25 .22 | .09 .24 | .22 .16 | .13 .14 | .17 .27 | -.07 .24 |
| Pintarasvan pak- suus keskim. ($\frac{T+K+E}{3}$) | -.04 .13 | -.12 .12 | -.08 .14 | .30 .28 | .17 .20 | .26 .23 | .16 .24 | .26 .32 | .04 .31 |
| Selkälihakseen poik- kil.p.a. takaa (T) | .12 .27 | .07 .23 | .12 .29 | .26 .31 | .19 .31 | .29 .37 | .31 .42 | .34 .47 | .27 .46 |
| Selkälihakseen poik- kil.p.a. keskeltä (K) | .07 .23 | -.05 .19 | .04 .23 | .18 .34 | .10 .26 | .15 .32 | .19 .34 | .28 .42 | .17 .41 |
| Selkälihakseen poik- kil.p.a. edestä (E) | .05 .29 | .02 .20 | .09 .30 | .24 .33 | .15 .26 | .23 .29 | .24 .33 | .34 .43 | .19 .42 |
| Selkälihakseen poik- kil.p.a. keskim. ($\frac{T+K+E}{3}$) | .09 .31 | .01 .24 | .09 .32 | .27 .39 | .17 .32 | .27 .38 | .29 .42 | .38 .52 | .25 .50 |

P < 0.05 r > 0.12
P < 0.01 r > 0.16
P < 0.001 r > 0.21

Selkälihaksen paksuusmittojen korrelaatiot rungon eri mittoihin vaihtelevat jonkin verran ikäluokkien välillä. Rungon pituus, säkä- ja takakorkeus korreloivat puolen vuoden iässä melko voimakkaasti selkälihaksen eri paksuusmittojen kanssa, mutta vuoden iässä tämä korrelaatio on heikko tai olematon. Takaleveyden ja selkälihaksen paksuusmittojen väliset korrelaatiot ovat samansuuruisia kuin muidenkin rungon leveyttä kuvaavien mittojen ja selkälihaksen paksuuden väliset korrelaatiot.

Selkälihaksen paksuusmittojen korrelaatiot ovat rinnanympärysmittaan suurempia kuin muihin rungon mittoihin. Tosin nämäkin korrelaatiot pienenevät iän lisääntyessä. Korrelaatiot ovat suuria ja puolivuotiailla onkin selkälihaksen keskimääräisen paksuuden ja rinnan ympäryksen välinen korrelaatio 0.54. Puolivuotiaiden ryhmässä ovat myös reisimitan korrelaatiot tyydyttäviä.

Pintarasvan paksuusmitat korreloivat puolen vuoden iässä pituus- ja korkeusmittojen kanssa heikosti ja vuoden iässä korrelaatio on lievästi negatiivinen. Rinnan ja lantion leveys sekä rinnan syvyys korreloivat positiivisesti selvimmin, mutta silti heikosti pintarasvan paksuusmittojen kanssa. Näille korrelaatioille on muista UÄ-kuvien ja rungon mittojen välisistä korrelaatioista poiketen ominaista se, että ne suurenevät iän myötä. Nämäkin korrelaatiot jäävät pieniksi, tosin rinnan leveys näyttää suurenevan samanaikaisesti pintarasvan paksuuden kanssa.

Selkälihaksen poikkileikkauspinta-aloista keskiarvo on selvimmin korreloitunut rungon pituus- ja korkeusmittojen kanssa. Yksivuotiaiden ryhmässä vain selkälihaksen pinta-ala takaa sekä pinta-alan keskiarvo ovat selvässä yhteydessä rungon leveyttä kuvaaviin mittoihin. Takaleveyden, rinnan ympäryksen ja reisimitan korrelaatiot selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan mittoihin ovat tyydyttäviä.

g. Ultraäänimittojen ja muunnosten välisiä korrelaatioita ikäluokittain

Useimmat muunnosten ja UÄ-mittojen välisistä korrelaatioista ovat suurempia puoli- kuin yksivuotiaiden ryhmässä (Taulukko 15). Tämä ei ole kuitenkaan säännöllistä. Esim. selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan ja rungon tilavuuden välinen suhde korreloi vuoden iässä voimakkaammin selkälihaksen paksuusmittojen sekä pinta-alamittojen kanssa. Rasvan paksuuden ja rungon tilavuuden välinen suhde on vuoden iässä selvemmin korreloitunut joihinkin selkälihaksen ja rasvan paksuusmittoihin.

Pitkän selkälihaksen tilavuus on selvimmin korreloitunut selkälihaksen paksuus- ja pinta-alamittojen kanssa. Pintarasvan paksuusmitat korreloivat voimakkaimmin rasvan paksuuden ja elopainon välisen suhteen kanssa. UÄ-mitoista ei voida osoittaa tiettyä mitta, joka korreloisi ehdottoman selvästi kaikkien muunnosmittojen kanssa, ellei sellaisena pidetä selkälihaksen pinta-alan keskiarvoa, jonka korrelaatio rasvamittojen suhteisiin on heikko.

Rungon tilavuus korreloi UÄ-mittojen kanssa samansuuruisesti kuin monet rungon mitat. Useimmat korrelaatiot ovat puolivuotiailla selvästi suurempia. Puolivuotiailla selkälihaksen paksuuden ja poikkileikkauspinta-alan keskiarvot ovat selvästi korreloituneet pään mittojen tulon kanssa.

Pitkän selkälihaksen tilavuus, joka on voimakkaimmin korreloitunut UÄ-kuvien kanssa, korreloi selvästi selkälihaksen paksuuden ja pinta-alan keskiarvojen kanssa. Selkälihaksen pinta-alan suhde elopainoon ja suhde rungon tilavuuteen ovat korreloituneet samansuuruisesti UÄ-mittoihin.

Rasvan paksuuden suhde elopainoon ja suhde rungon tilavuuteen korreloivat selvästi pintarasvan paksuusmittojen kanssa molemmissa ikäluokissa. Korrelaatiot jäävät jonkin verran heikomiksi selkälihaksen paksuus- ja poikkileikkauspinta-alamittoihin.

Taulukko 15. Ultraäänimittojen ja muunnosten väliset korrelaatiot puolen vuoden ja vuoden iässä. Yläpuolella yksivuotiaiden (n = 311) ja alapuolella puolivuotiaiden (n = 262) korrelaatiokerroimet.

| | rungon tilavuus | pään mittojen tulo | pitkän selkäliahaksen tilav. | s. lihp.p.a. x 100 elopaino | s. lihp.p.a. x 100 rungon tilav. | rasv.paks. x 100 elopaino | rasv.paks. x 100 rungon tilav. |
|---|-----------------|--------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Selkäliahaksen paksuus takaa (T) | .26 .51 | .12 .42 | .58 .73 | .36 .39 | .32 .22 | .24 .19 | .22 .14 |
| Selkäliahaksen paksuus keskeltä (K) | .16 .41 | .08 .41 | .66 .78 | .53 .54 | .48 .38 | .23 .23 | .21 .18 |
| Selkäliahaksen paksuus edestä (E) | .22 .40 | .04 .41 | .63 .79 | .48 .55 | .39 .41 | .15 .26 | .14 .22 |
| Selkäliahaksen paksuus keskim. $\frac{(T + K + E)}{3}$ | .27 .51 | .10 .49 | .79 .90 | .56 .58 | .48 .40 | .26 .27 | .24 .21 |
| Pintarasvan paksuus takaa (T) | .16 .21 | .02 .28 | .18 .33 | .10 .12 | .06 .12 | .78 .66 | .72 .64 |
| Pintarasvan paksuus keskeltä (K) | .24 .17 | .08 .19 | .21 .30 | -.01 .12 | .00 .16 | .67 .65 | .65 .65 |
| Pintarasvan paksuus edestä (E) | .16 .26 | -.04 .14 | .17 .31 | .16 .13 | .04 .07 | .82 .79 | .68 .74 |
| Pintarasvan paksuus keskim. $\frac{(T + K + E)}{3}$ | .22 .29 | .01 .25 | .23 .41 | .12 .17 | .05 .14 | .96 .94 | .86 .90 |
| Selkäliahaksen poikkil.p.a. takaa (T) | .27 .42 | .08 .37 | .71 .78 | .48 .50 | .42 .38 | .14 .20 | .12 .17 |
| Selkäliahaksen poikkil.p.a. keskeltä (K) | .16 .38 | .01 .39 | .76 .83 | .64 .61 | .57 .49 | .20 .21 | .17 .19 |
| Selkäliahaksen poikkil.p.a. edestä (E) | .22 .39 | .04 .39 | .71 .84 | .59 .61 | .48 .48 | .19 .25 | .18 .22 |
| Selkäliahaksen poikkil.p.a. keskim. $\frac{(T + K + E)}{3}$ | .25 .46 | .05 .45 | .87 .96 | .68 .68 | .59 .53 | .21 .26 | .19 .23 |

P < 0.05 r > 0.12
P < 0.01 r > 0.16
P < 0.001 r > 0.21

h. Punnitustulosten ja rungon mittojen välisiä korrelaatioita.

Kokonaisvaikutelman saamiseksi tarkastellaan taulukossa 16 vielä joidenkin punnitustulosten ja rungon mittojen välisiä yhteyksiä yksivuotiaiden ryhmässä.

Taulukko 16. Eräiden punnitustulosten ja rungon mittojen väliset korrelaatiot yksivuotiaiden ryhmässä.

| | Säkä- korkeus | Rinnan ympärys | Taka- korkeus | Rinnan syvyys | Lantion leveys | Reisi- mitta |
|----------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| Paino 365 pv | .35 | .78 | .50 | .47 | .57 | .67 |
| Paino 180 pv | .33 | .51 | .42 | .31 | .38 | .46 |
| Kasvu 60 - 365 pv | .30 | .74 | .44 | .42 | .55 | .62 |

P < 0.05 r > 0.11

P < 0.01 r > 0.15

P < 0.001 r > 0.21

Näistä korrelaatioista havaitaan, että ne ovat koeaikaiseen kasvuun ja vuoden iässä saatuun elopainoon varsin suuria. Puolen vuoden iässä mitattu elopaino korreloi hieman heikommin vuoden iässä saatujen rungon mittojen kanssa. Viime mainitut korrelaatiot ovat varsin tyydyttäviä ja tilastollisesti merkitseviä. Nämä tulokset selvenevät faktorianalyysin tulosten yhteydessä. Tässä vaiheessa voidaan kuitenkin korostaa rinnan ympäröimän varsin suurta korrelaatiota elopainoon ja kasvuun.

4. Ultraäänimittojen ja kasvutulosten välisistä geneettisistä korrelaatioista

Geneettisillä korrelaatioilla pyritään selittämään eri ominaisuuksien välistä perinnöllistä yhteyttä. Esitetystä sonniaineistosta laskettiin geneettisiä korrelaatioita sekä yksittä puolivuotiaiden ryhmästä. Koska geneettiset korrelaatiot ovat itse asiassa isien jälkeläisryhmien keskiarvoista laskettuja korrelaatioita, oli mukaan otettavilla isillä oltava jokin tietty vähimmäismäärä poikia. Tällä pyritään varmistamaan sitä, että tietyn isän jälkeläisryhmä todella edustaisi ko. isän perinnöllistä tasoa, eikä sattuma olisi aiheuttanut huomattavaa virhettä. Geneettisiä korrelaatioita laskettaessa käytettiin minimivaatimuksena 4 poikaa kutakin isää kohti. Tällöin oli puolivuotiaiden aineistossa 236 pojan mittautulokset, ja isiä oli 15 kpl. Geneettisiä korrelaatiota laskettiin myös siten, että kutakin isää kohti vaadittiin vähintään 7 poikaa. Tällöin oli havaintoja 224 kpl ja isiä 12 kpl. Näin lasketut korrelaatiot eivät sanottavasti eronneet toisistaan, vaikka on pidettävä mielessä, että geneettiset korrelaatiot ovat herkkiä aineiston vaihteluille. Saatuja korrelaatioita ei ole syytä tarkastella liian yksityiskohtaisesti. Taulukossa 17 on koottu kyseisiä korrelaatioita.

Puolivuotiailla fenotyyppiset korrelaatiot vastaavat varsin hyvin koko aineiston vastaavia korrelaatioita. Muutamien sonnien poistaminen ei ole siis vaikuttanut eri ominaisuuksien välisiin korrelaatioihin. Puolivuotiaiden ryhmässä geneettiset korrelaatiot seuraavat fenotyyppisten korrelaatioiden linjaa. Geneettiset korrelaatiot ovat hienokseltaan suurempia. Geneettisten korrelaatioiden suuremmuus näkyy selvimmin rinnan syvyyden ja ympäröksen sekä UÄ-kuvien välillä.

Yksivuotiaiden aineistosta laskettuja korrelaatioita on koottu taulukkoon 18. Korrelaatiot on laskettu aineistosta, jossa on 279 poikaa ja 17 isää. Poikia on vähintään 4 jokaista isää kohti.

Taulukko 17. Eräitä UÄ-kuvien ja kasvutulosten sekä rungon mittojen välisiä korrelaatioita puolivuotiailla. Yläkentässä geneettiset ja alakentässä fenotyyppiset korrelaatiot.

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Selkälihakseen paksuus \bar{x} | 1 | | .50 | .98 | .63 | .60 | .49 | .82 | .58 | .61 |
| Rasvan paksuus | 2 | .46 | | .38 | .51 | .54 | .91 | .45 | .56 | .42 |
| Selkälihakseen poikkil.p.a. \bar{x} | 3 | .93 | .45 | | .67 | .64 | .58 | .86 | .55 | .64 |
| Paino 180 pv | 4 | .55 | .39 | .54 | | .93 | .79 | .84 | .82 | .85 |
| Kasvu 60 - 180 pv | 5 | .50 | .41 | .51 | .89 | | .68 | .76 | .61 | .79 |
| Lantion leveys | 6 | .45 | .25 | .37 | .62 | .51 | | .82 | .68 | .84 |
| Rinnan ympäryys | 7 | .56 | .34 | .53 | .79 | .67 | .61 | | .73 | .80 |
| Rinnan syvyys | 8 | .39 | .23 | .34 | .59 | .43 | .56 | .63 | | .81 |
| Takaleveys | 9 | .47 | .25 | .44 | .67 | .55 | .65 | .64 | .50 | |

Fenot.

P < 0.05
P < 0.01
P < 0.001

r > 0.13
r > 0.17
r > 0.22

Genot.

P < 0.05
P < 0.01
P < 0.001

r > 0.51
r > 0.64
r > 0.76

Taulukko 18. Eräitä UÄ-kuvien ja kasvutulosten sekä rungon mittojen välisiä korrelaatioita yksivuotiailla. Yläkentässä geneettiset ja alakentässä fenotyyppiset korrelaatiot.

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------------------------------------|---|-----|------|-----|------|------|-----|-----|------|------|
| Selkälihaksen paksuus \bar{x} | 1 | | .24 | .34 | .09 | .22 | .19 | .31 | -.17 | -.54 |
| Rasvan paksuus \bar{x} | 2 | .34 | | .29 | -.19 | -.19 | .41 | .32 | -.33 | -.57 |
| Selkälihaksen poikkil.p.a. \bar{x} | 3 | .87 | .29 | | .21 | .32 | .27 | .44 | -.05 | -.49 |
| Paino 365 pv | 4 | .36 | .21 | .36 | | .97 | .35 | .76 | .65 | .46 |
| Kasvu 60 - 365 pv | 5 | .37 | .22 | .37 | .97 | | .32 | .74 | .54 | .32 |
| Lantion leveys | 6 | .32 | .26 | .26 | .56 | .54 | | .56 | -.04 | .13 |
| Rinnan ympärys | 7 | .35 | .25 | .36 | .78 | .74 | .52 | | .34 | .13 |
| Reisimitta | 8 | .25 | .03 | .25 | .68 | .64 | .34 | .59 | | .63 |
| Taka-korkeus | 9 | .11 | -.06 | .11 | .54 | .49 | .23 | .43 | .56 | |

Fenot.

P < 0.05

P < 0.01

P < 0.001

r > 0.12

r > 0.16

r > 0.20

Genot.

P < 0.05

P < 0.01

P < 0.001

r > 0.48

r > 0.61

r > 0.72

Geneettisiä ja vastaavia fenotyyppejä korrelaatioita vertailtaessa ovat erot huomattavia. Useimmat geneettisistä korrelaatioista ovat pienempiä kuin vastaavat fenotyypilliset korrelaatiot. Rinnan ympäryksen ja UÄ-mittojen sekä rinnan ympäryksen ja punnitustulosten väliset korrelaatiot muodostavat poikkeuksen ja geneettiset korrelaatiot ovat osaksi jopa suurempia. Geneettisissä korrelaatioissa kiinnittää lisäksi huomiota rasvan vahvuuden negatiivinen korrelaatio punnitustuloksien ja reisimitan sekä takakorkeuden kanssa. Takakorkeus ja reisimita saavat negatiivisen geneettisen korrelaation myös selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan ja paksuuden kanssa. Selkälihakseen poikkileikkauspinta-alasta voidaan lisäksi todeta, että sen positiivinen korrelaatio takaleveyteen ja rinnan ympäryseen kasvaa, mutta elopainoon hieman pienenee, verrattaessa fenotyypistä korrelaatiota vastaavaan geneettiseen. Geneettisten korrelaatioiden merkitystä ei pidä liioitella, kuten aikaisemmin jo todettiin, koska aineiston pienuus ja koeaikainen karsinta vaikuttavat niihin haitallisesti.

5. Eri mittojen keskinäisestä yhteydestä

a. Faktorit ja niiden jakautuminen

Sonnien ominaisuuksien ryhmittelemiseksi suoritettiin faktorianalyysi molempien ikäluokkien mittaustulosten välisistä fenotyypillisistä korrelaatioista. Faktorianalyysit suoritettiin erikseen molemmissa ikäkausissa ja faktorointi paljasti kummasakin ryhmässä 3 pääfaktoraa. Myös useampia faktoreita kokeiltiin, mutta neljännen ja viidennen faktorin merkitys on vähäinen. Faktorianalyysi laskettiin useista eri tavoin korjatuista korrelaatiomatriiseista, mutta erot eri matriisien välillä olivat niin vähäisiä, että tässä esitetään tulokset vain niistä faktorianalyyseistä, jotka on laskettu 0,5- ja 1-vuotiaiden perusaineistosta saaduista korrelaatiomatriiseista.

Eri ominaisuuksien latausten neliöiden summan muodostama faktorin ominaisarvo kuvaa kunkin faktorin antaman informaation suuruutta. Ikäluokittain laskettuna olivat faktoreiden ominaisarvot seuraavan suuruisia.

| Ikäluokka | Faktoreiden ominaisarvot | | | | |
|-----------|--------------------------|------|------|------|------|
| | I | II | III | IV | V |
| 0,5-v. | 14.33 | 5.69 | 3.39 | 1.36 | 1.14 |
| 1 - v. | 11.83 | 7.34 | 4.06 | 1.88 | 1.46 |

Ylläolevat luvut on saatu pääkseliratkaisusta laskettuna viidellä faktorilla ilman rotatointia. Seuraavassa taulukossa esitetään eri faktorimääriä vastaavat ominaisarvot, kun rotatointi on suoritettu:

| Faktorien lukum. eläinten ikä | Kunkin faktorin ominaisarvo eri faktorilukum. vast. malleissa | | | | | |
|----------------------------------|--|------|------|------|------|-------------------------|
| | I | II | III | IV | V | Kokonais- neliösumma |
| 3 fakt. 0,5-v. | 10.24 | 8.42 | 4.75 | - | - | 23.41 |
| 4 fakt. 0,5-v. | 9.84 | 8.76 | 4.69 | 1.48 | - | 24.77 |
| 5 fakt. 0,5-v. | 9.08 | 8.85 | 4.68 | 1.34 | 1.97 | 25.91 |
| 3 fakt. 1-v. | 9.84 | 8.30 | 5.09 | - | - | 23.23 |
| 4 fakt. 1-v. | 9.85 | 8.32 | 4.96 | 1.97 | - | 25.11 |
| 5 fakt. 1-v. | 7.34 | 8.37 | 4.99 | 1.91 | 3.95 | 26.57 |

Taulukosta näkyy, että kolmella faktorilla laskettuna faktorilatausten kokonaisneliösumma on lähes yhtenevä molemmissa ikäluokissa. Neljännen faktorin mukaan ottaminen ei lisää kokonaisneliösummaa siinä määrin, että sillä olisi merkitystä. Neljäs faktori lisää puolivuotiailla kokonaisneliösummaa 1.36:lla, mikä on prosentuaalisesti varsin vähän, samoin on viidennen faktorin laita lisäyksen ollessa 1.14 puolivuotiailla. Lisäksi on

havaittavissa, että liian monien faktoreiden mukaanottaminen saa aikaan hajaannusta ominaisuuksien jakautumisessa faktoreihin, koska tärkeiden faktoreiden ominaisarvot saattavat pienentyä ja tulosten tulkinta vaikeutuu. Juuri tulosten tulkinnan kannalta vaikuttaisi kolme faktoria kaikkein selvimmältä.

Taulukossa 19 tarkastellaan faktorilatauksia ratatoinnin jälkeen. Faktorilataukset esitetään kaksinumeroisina ilman etunollaa ja desimaalipistettä. Taulukkoon on kerätty vain 41 tärkeintä ominaisuutta. Faktoreiden merkityksen selventämiseksi on taulukossa 20 kerätty kuhunkin faktoriin sitä parhaiten kuvaavat ominaisuudet tärkeysjärjestyksessä.

Ikäluokkien välinen yhtäläisyys kuvastuu erityisesti toisesta ja kolmannelta faktorista. Ensimmäisessä faktorissa on näennäisesti erilaisuutta, joka johtunee ikäkausien välisistä kasvueroista. Tärkeimmät ominaisuudet eri faktoreissa siis ovat:

- I Rungon tilavuus ja paino
- II Selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan keskiarvo
- III Pintarasvan paksuus

Rungon tilavuus ja paino mittaavat lihantuotannon kannalta kasvua, joka on jalostettava ominaisuus. Voimmekin näin ollen käyttää ensimmäisestä faktorista nimitystä kasvufaktori, toisen ollessa selkälihasfaktori ja kolmannen rasvafaktori.

Piirroksiset 1, 2 ja 3 selventävät taulukossa (19) esitettyjä faktorilatauksia. Piirroksissa kuvatut ominaisuudet on numeroitu taulukon 19 mukaisesti. Faktoreita tarkasteltaessa on muistettava, että latausten suuruuden perusteella voidaan suorittaa vertailuja eri ominaisuuksien välillä vain yhden faktorin sisällä. Sen sijaan tietyn ominaisuuden eri faktoreissa saamien latausten perusteella ei voida päätellä, mikä faktori vaikuttaisi eniten kyseiseen ominaisuuteen:

Taulukko 19. Rotatoidut faktorilataukset ikäluokittain.

| Ominaisuus | No | I | | II | | III | |
|----------------------------|----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | | 0,5-v | 1-v | 0,5-v | 1-v | 0,5-v | 1-v |
| Selkäläh. paks. takaa | 1 | 43 | 23 | 64 | 66 | 15 | 24 |
| " " keskeltä | 2 | 29 | 10 | 77 | 80 | 15 | 17 |
| " " edestä | 3 | 29 | 14 | 75 | 71 | 20 | 11 |
| " " \bar{x} | 4 | 39 | 19 | 85 | 89 | 20 | 22 |
| " poikkil.p-ala takaa | 5 | 33 | 23 | 72 | 75 | 16 | 11 |
| " " keskeltä | 6 | 25 | 06 | 83 | 86 | 15 | 12 |
| " " edestä | 7 | 27 | 13 | 78 | 78 | 19 | 14 |
| " " \bar{x} | 8 | 33 | 17 | 92 | 96 | 20 | 15 |
| " " tak.+kesk. \bar{x} | 9 | 32 | 16 | 88 | 92 | 17 | 13 |
| " tilavuus | 10 | 48 | 34 | 83 | 83 | 14 | 06 |
| " poikkil.p.a./elop. x 100 | 11 | -37 | -54 | 84 | 76 | 08 | 02 |
| " /rung.til. x 100 | 12 | -55 | -51 | 72 | 71 | 15 | -05 |
| Pintarasvan paks. takaa | 13 | 18 | 04 | 15 | 11 | 67 | 77 |
| " " keskeltä | 14 | 15 | 20 | 16 | 11 | 67 | 70 |
| " " edestä | 15 | 17 | -02 | 14 | 17 | 75 | 77 |
| " " \bar{x} | 16 | 22 | 07 | 19 | 16 | 95 | 97 |
| Rasvan paks./elop. x 100 | 17 | -09 | -19 | 12 | 11 | 97 | 95 |
| " " /rung.til. x 100 | 18 | -19 | -19 | 12 | 11 | 97 | 87 |
| Paino 60 pv | 19 | 68 | 53 | 07 | -01 | -04 | -03 |
| " 180 pv | 20 | 87 | 68 | 21 | 04 | 17 | -06 |
| " 270 pv | 21 | - | 77 | - | 19 | - | 00 |
| " 365 pv | 22 | - | 90 | - | 23 | - | 17 |
| Kasvu 60 - 180 pv | 23 | 68 | 46 | 23 | 05 | 25 | -04 |
| " 180 - 270 pv | 24 | - | 47 | - | 25 | - | 05 |
| " 270 - 365 pv | 25 | - | 50 | - | 14 | - | 25 |
| " 60 - 365 pv | 26 | - | 83 | - | 25 | - | 19 |
| Rungon pituus | 27 | 67 | 63 | 13 | 00 | -06 | -14 |
| Säkäkorkeus | 28 | 68 | 55 | 03 | 06 | -05 | -22 |
| Takakorkeus | 29 | 68 | 66 | 11 | 00 | -04 | -20 |
| Rinnan leveys | 30 | 55 | 50 | 18 | 13 | 14 | 30 |
| Rinnan syvyys | 31 | 71 | 59 | 08 | 04 | 01 | 14 |
| Lantion leveys | 32 | 70 | 60 | 17 | 12 | 04 | 25 |
| Takaleveys | 33 | 68 | 56 | 21 | 19 | 06 | 14 |
| Pään leveys | 34 | 52 | 24 | 26 | 02 | 09 | 06 |
| Rinnan ympäryys | 35 | 80 | 75 | 25 | 22 | 10 | 21 |
| Reisimitta | 36 | 67 | 74 | 28 | 15 | 13 | -04 |
| Rungon tilavuus | 37 | 90 | 80 | 17 | 08 | 04 | 18 |
| Takasäären pituus | 38 | 49 | 47 | 07 | 01 | 07 | -17 |
| " ympäryys | 39 | 56 | 58 | 21 | 08 | -02 | -06 |
| Pään pituus | 40 | 59 | 36 | 16 | -02 | 02 | -14 |
| " mittojen tulo | 41 | 67 | 38 | 27 | 00 | 07 | -02 |

Taulukko 20. Kutakin faktoria parhaiten kuvaavia ominaisuuksia luettelutina tärkeysjärjestyksessä.

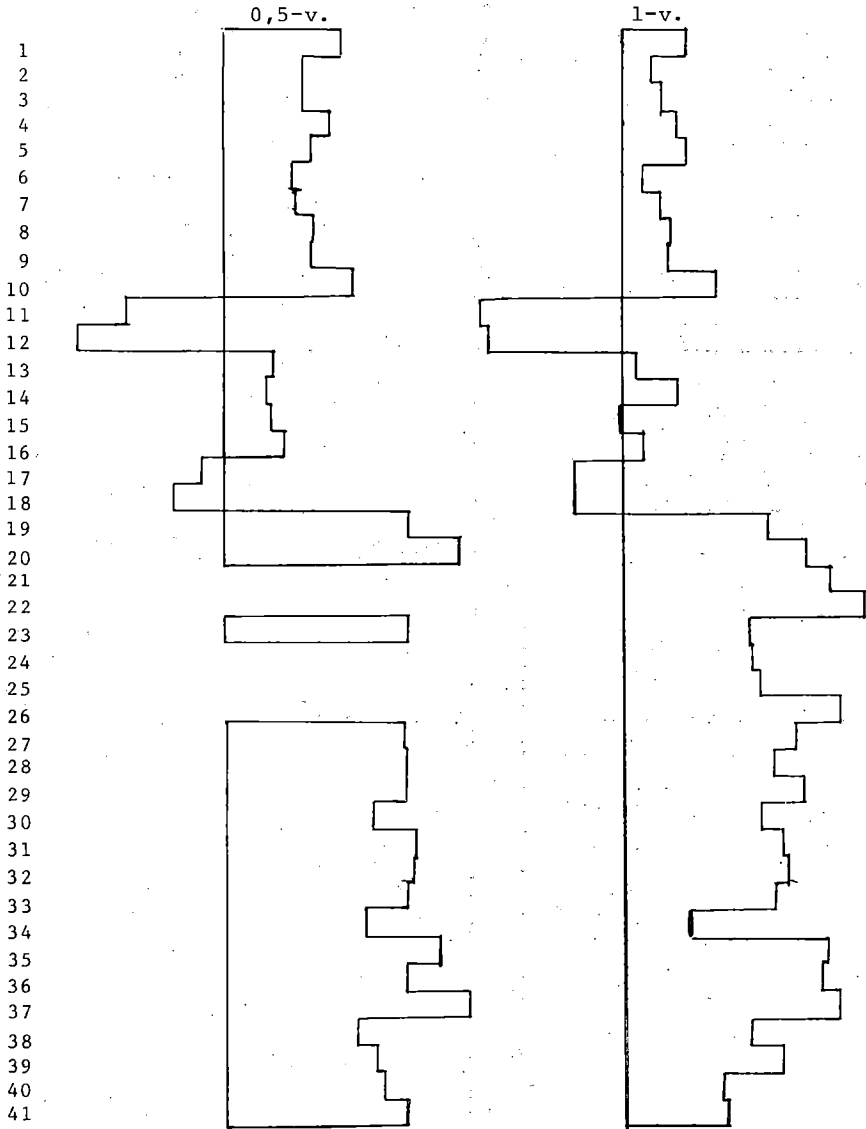
| Faktori I | | Faktori II | | Faktori III | |
|-------------------|-------------------|--|--|------------------------------|--------------------------------|
| 0,5-v | 1-v | 0,5-v | 1-v | 0,5-v | 1-v |
| Rungon tilavuus | Paino 365 pv | Selkäliahksen poikkil.p.a. \bar{x} | Selkäliahksen poikkil.p.a. \bar{x} | Rasv.paks./elop. x 100 | Pintar. paks. \bar{x} |
| Paino 180 pv | Kasvu 60 - 365 pv | Selkäliahksen poikkil.p.a. takaa ja keskeltä \bar{x} | Selkäliahksen poikkil.p.a. takaa ja keskeltä \bar{x} | Rasv.paks./rung.tilav. x 100 | Rasv. paks./elop. x 100 |
| Rinnan ympäritys | Rungon tilavuus | Selkäliahksen paksuus \bar{x} | Selkäliahksen paksuus \bar{x} | Pintarasv. paksuus \bar{x} | Rasv. paks./rung. tilav. x 100 |
| Rinnan syvyys | Paino 270 pv | Selkäliahksen poikkil.p.a./elop. x 100 | Selkäliahksen poikkil.p.a./elop. x 100 | Pintarasvan paksuus | Pintarasvan paksuus edestä |
| Lantion leveys | Rinnan ympäritys | Selkäliahksen tilavuus | Selkäliahksen tilavuus | Pintarasvan paksuus keskeltä | Pintarasvan paksuus takaa |
| Säkäkorkeus | Reisimitta | Selkäliahksen poikkil.p.a. edestä | Selkäliahksen poikkil.p.a. edestä | | |
| Takakorkeus | | | | | |
| Takaleveys | | | | | |
| Kasvu 60 - 180 pv | | | | | |

b. Kasvufaktori

Ensimmäisessä faktorissa saavat hyvin voimakkaan latauksen rungon tilavuus ja eläimen paino. Myös rungon kokoa kuvaavat mitat saavat tässä faktorissa suuren latauksen. Tuntuisikin luonnolliselta, että tietyissä iässä saatu lihamäärä riippuisi eläimen painon ohella myös ulkoisista mitoista. Yksivuotiaiden ryhmässä on suurin lataus elopainolla vuoden iässä ja tähän liittyen koeaikaisella päivittäisellä lisäkasvulla. Paljoakaan pienempi ei ole rungon tilavuuden merkitys tässä faktorissa. Seuraavaksi suurin lataus on elopainolla 270 pv:n iässä ja vasta viidentenä on ensimmäinen yksittäinen rungon kokoa ilmaiseva mitta, rinnan ympäryys. Melkein yhtä suuri lataus on reisimitalla.

Jos vertaillaan puolivuotiaiden vastaavaa faktoria, havaitaan, että painopiste on yksivuotiaita selvemmin rungon kokoa kuvaavissa mitoissa. Suurin lataus puolivuotiaiden ryhmässä on tässä faktorissa rungon tilavuudella. Toiseksi tärkein ominaisuus on elopaino puolen vuoden iässä. Seuraavina onkin useita rungon mittoja, joista myös puolivuotiailla on rinnan ympäryys tärkein. Rinnanympäryksen ohella saavat suuria latauksia mm. rinnan syvyys, lonkkien leveys, takaleveys, takakorkeus ja säkäkorkeus, suuruusjärjestyksessä lueteltuina. Tämä pienehkö rungon mittojen korostuminen puolen vuoden iässä saattaa johtua punnitustulosten vähälukuisuudesta verrattuna yksivuotiaiden ryhmään. Lisäksi useat lihakset eivät ole vielä täysin kehittyneet, mikä saattaa korostaa eläimen koon tärkeyttä, siis myös luuston merkitystä. Onhan puolivuotiaiden ryhmässä suuria latauksia sellaisilla osittain luuston kokoa kuvaavilla ominaisuuksilla kuin lonkkien leveys, takaleveys ja säkäkorkeus. Koon merkitystä osoittavat myös pään mittojen saamat suuret lataukset. Pään mitat liittyvät läheisesti kalon mittoihin, siis myös luuston mittoihin. Yhden vuoden iässä on näiden luuston kokoon liittyvien mittojen merkitys jonkin verran vähäisempi. Erityisesti tämä tulee ilmi pään mittojen pienemmissä latauksissa. Jos ajatellaan tätä faktoria absoluuttisen lihamäärän arvioijana, niin vaikuttaa johdonmukaiselta, että useimpien lihasten kasvun ollessa kesken, kuvaavat luuston

Piirros 1. 0,5- ja 1-vuotiaiden sonnien kasvufaktori.



koko ja siihen liittyvät ulkoiset mitat parhaiten absoluuttista lihamäärää. Lihasten kehityttyä luuston koon merkitys vähenee.

Ensimmäisessä faktorissa saavat myös eräät ultraäänikuvat merkittäviä latauksia. Erityisesti selkälihaksen paksuutta ja poikkileikkauspinta-alaa kuvaavilla mitoilla on puolivuotiaiden ryhmässä melko suuria latauksia. Tässä faktorissa tulevat selkälihaksen paksuus- ja poikkileikkauspinta-alakuville suuremmat lataukset takaa mitattuina. Selkälihaksen kehittyminen kasvukauden puolivälissä selittänee puolivuotiailla havaittavat suuremmat lataukset selkälihaksen UÄ-kuvissa. Puolivuotiaillahan on selkälihas jo hyvin suuri. Paksuus suurenee toisella puolivuotisjaksolla n. 20 % ja pinta-ala n. 30 %. Elopaino sen sijaan kaksinkertaistuu vastaavana aikana. On siis ilmeistä, että selkälihaksen merkitys kuvaamassa eläimen kokonaiskasvua on suurempi puolen vuoden iässä kuin vuoden iässä. Myös se seikka saattaa vaikuttaa selkälihaksen vähäisempään merkitykseen yksi vuotiaiden ryhmässä, että aineisto on kovin valikoitu nopean kasvun suhteen. Kasvatuskokeen aikana tapahtuva karsinta saattaa muuttaa ikäryhmien sisäisiä korrelaatioita.

Pintarasvan vahvuutta ilmaisevilla mitoilla ei ole tässä faktorissa vuoden iässä lainkaan merkitystä ja puolen vuoden iässäkin lataukset ovat varsin pieniä. Hienoinen rasvamittojen latausten suuremmuus puolen vuoden iässä johtunee sattumasta.

Selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan suhteet elopainoon ja rungon tilavuuteen saavat molemmissa ikäluokissa selvästi negatiivisen latauksen. Lievästi negatiivisen latauksen saa myös rasvan paksuuden ja elopaino välinen suhde sekä rasvan paksuuden ja rungon tilavuuden välinen suhde.

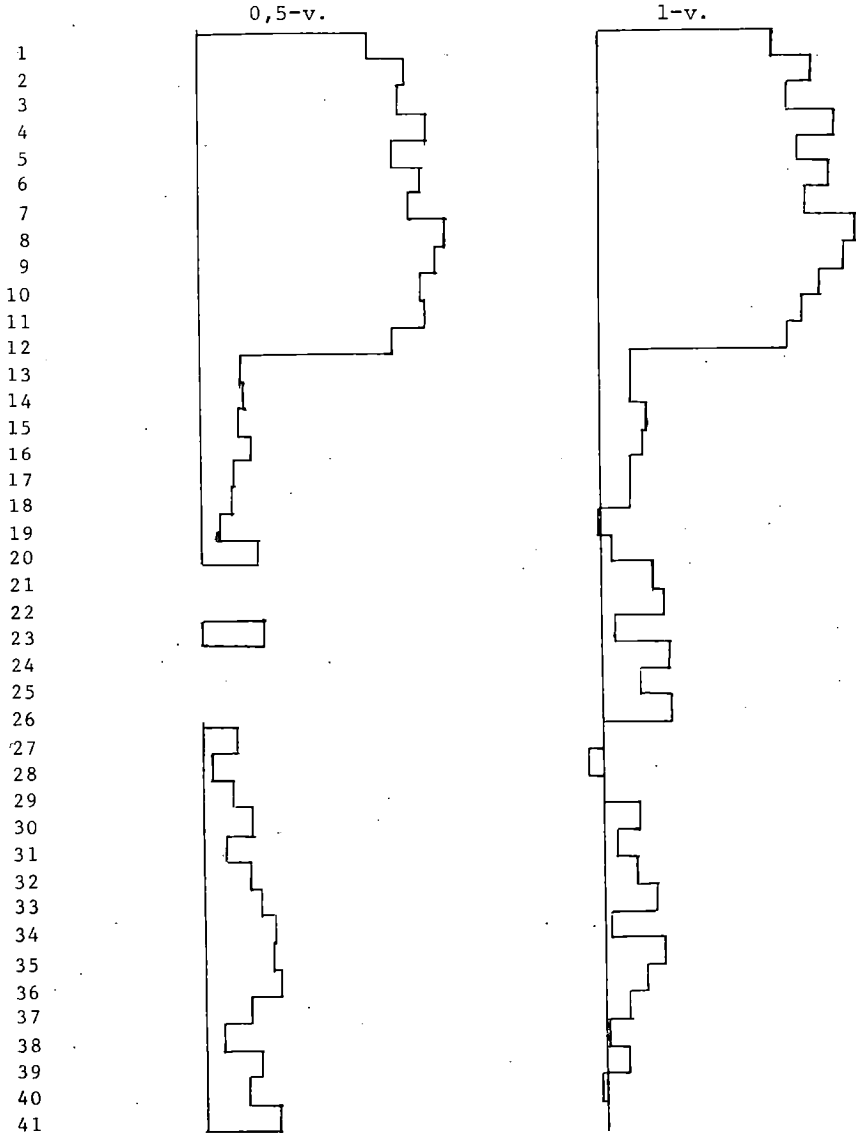
c. Selkälihaksfaktori

Tässä faktorissa saavat suurimman latauksen selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan keskiarvo sekä selkälihakseen takimmaisten poikkileikkauspinta-alojen keskiarvo. Seuraavaksi suurin lataus on selkälihakseen paksuuden keskiarvolla. Molemmilla ikäluokissa on selvästi suurimmat lataukset pitkän selkälihakseen poikkileikkauspinta-alaa ja paksuutta kuvaavilla mitoilla. Pitkän selkälihakseen kokoa määritetään sen vuoksi, että se arvioisi rungon lihakuutta eli suhteellista lihamäärää. Näin ollen voitaisiin tätä faktoria nimittää myös lihakuusfaktoriksi tai suhteellisen lihamäärän faktoriksi.

Selkälihakseen paksuus- ja poikkileikkauspinta-alamittojen lisäksi saavat selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan ja elopainon välinen suhde sekä selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan ja rungon tilavuuden välinen suhde tässä faktorissa suuren latauksen molempina ikäkausina. Myös paino vuoden iässä ja koeaikainen päivittäinen lisäkasvu saavat yksivuotiaiden ryhmässä vähäisen latauksen. Samankaltainen lataus on myös 6 - 9 kuukausien välisenä aikana tapahtuneella lisäkasvulla. Puolivuotiaiden ryhmässä on vastaavat lataukset painolla puolen vuoden iässä ja 2 - 6 kuukausien aikana tapahtuneella päivittäisellä lisäkasvulla.

Myös eräät ulkoiset mitat liittyvät enemmän tai vähemmän selkälihakseen kokoon ja sen ohella rungon lihakuuteen. Selvimmin tämä näkyy puolivuotiaiden ryhmässä. Reisimitta saa tällöin rungon mitoista suurimman latauksen. Myös pään mitat, rinnan ympäryys ja takaleveys on huomioitava. Yksivuotiailla ovat tässä faktorissa tärkeimpiä rungon mittoja rinnan ympäryys ja takaleveys, reisimitankin saadessa vähäisen latauksen. Pään mitat ovat yhden vuoden iässä täysin merkityksettömiä. Pintarasvan vahvuutta ilmoittavien lukujen merkitys ja pintarasvan paksuuden suhteet elopainoon ja rungon tilavuuteen näyttävät melko vähäisiltä.

Piirros 2. 0,5- ja 1-vuotiaiden sonnien selkälihasfaktori.



d. Rasvafaktori

Vaikka rasvan määrää ei ole tässä aineistossa mitattu muualta kuin selkälihaksen päältä, käytetään faktorista nimitystä rasvafaktori. Yksivuotiaiden ryhmässä saa korkeimman latauksen pintarasvan paksuus. Rasvan paksuuden suhde elopainoon sekä suhde rungon tilavuuteen saavat lähes yhtä suuret lataukset. Puolivuotiailla saa rasvan paksuuden suhde elopainoon sekä suhde rungon tilavuuteen suurimmat lataukset pintarasvan paksuuden latauksen ollessa melkein yhtä suuri. Myös pintarasvan paksuuden yksittäisten mittauskohtien saamat lataukset ovat erittäin suuria.

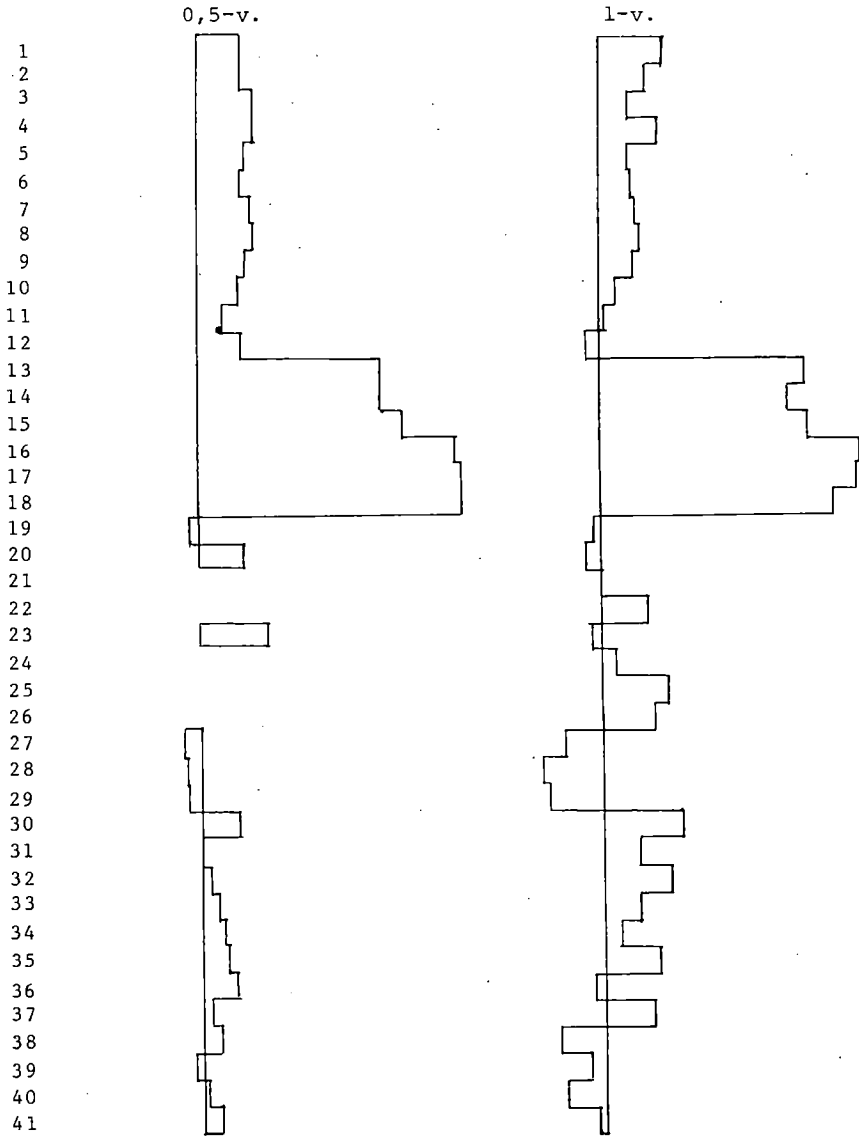
Selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan ja paksuuden eri kuvauskohdissa saamat lataukset ovat melko vähäisiä. Lataukset ovat kuitenkin olemassa vastaavasti kuin edellä kasvufaktorissa, jolloin rasvamitat saivat vähäisiä latauksia. Päivittäinen lisäkasvu, erityisesti kuvaushetkeä edeltäneenä koejakson aikana, saa molemmissa ikäjaksoissa pienehkön latauksen.

Rungon kokoa ilmaisevat mitat saavat rasvafaktorissa melko vähäisiä latauksia ja puolivuotiaiden ryhmässä lataukset ovat jos mahdollista vielä pienempiä. Yksivuotiaiden ryhmässä on eräillä rungon mitoilla varteenotettavia latauksia. Suurin lataus on rinnan leveydellä ja lähes yhtä suuri lonkkien leveydellä. Myös rungon tilavuudella on vähäinen lataus. Näyttää siltä, että samanaikaisesti kun pintarasvan vahvuus lisääntyy, eläimen runko levenee. Tämä ei käy selville puolivuotiaiden ryhmässä, koska rasva ei yleensääkään ole kehittynyt niin varhaisessa vaiheessa merkittäväksi tekijäksi. Rungon pituus- ja korkeusmittojen saamat lataukset ovat lievästi negatiivisia, kuten takasären ja pään pituudenkin saamat lataukset.

e. Syitä ultraäänimittojen vaihteluihin

Aiemmin esitettiin jo eräitä systemaattisia tekijöitä, jotka aiheuttavat virheitä mittaustuloksiin. Nyt on tarkoitus keskittyä erityisesti ultraäänimittojen virhelähteiden jakautumiseen. Kasvaminen on aiheuttanut ikäjaksojen välisiä eroja.

Piirros 3. 0,5- ja 1-vuotiaiden sonnien rasvafaktori.



Koska jokainen UÄ-ominaisuus määritetään etu-, keski- ja takakohdasta, on odotettavissa, että myös mittauskohtien välillä olisi eroja. Loput erot johtuvatkin itse yksilöistä, niiden mittausiästä, syntymäkuukaudesta ja isien sekä ympäristön vaikutuksesta.

Eläinten valintaa suoritettiin kesken kasvatuskokeen ja aluksi tarkastellaan valinnan tehoa ultraäänimittoihin. Puolivuotiaiden ryhmässä oli 255 eläintä, joista 62 karsittiin. Siis karsinta-% oli 24. Yksivuotiaista karsittiin huomattavasti vähemmän, vain 20 sonnia 309:stä (6.5 %). Seuraavassa on merkitty tähdillä eräissä UÄ-ominaisuuksissa varianssianalyysillä havaittujen erojen merkitsevyyttä karsittujen ja hyväksytyjen välille.

| Mittauskohta | 0,5-v. | 1-v |
|---|--------|-----|
| Selkälihaksen paksuusmitat takaa | *** | * |
| Selkälihaksen paksuusmitat edestä, keskeltä sekä \bar{x} | *** | - |
| Selkälihaksen poikkileikkauspinta-ala takaa | ** | - |
| Selkälihaksen poikkileikkauspinta-ala keskeltä, edestä ja \bar{x} | *** | - |
| Rasvan paksuus takaa ja edestä | - | - |
| Rasvan paksuus keskeltä | ** | ** |
| Rasvan paksuus keskimäärin (\bar{x}) | * | - |

Puolivuotiaiden ryhmässä tapahtuva koeaikainen karsinta näyttää vaikuttavan selkälihaksen kokoon, mutta ei niinkään rasvan vahvuuteen. Kasvukokeen päätyttyä tapahtuva vähäinen karsinta ei ilmeisesti vaikuta yhtä selvästi lihaksen kokoon mutta ehkä jossain määrin rasvan vahvuuteen.

Tutkittaessa isien osuutta UÄ-kuvien vaihteluihin, otettiin erilleen ne sonnit, joilta oli mittaustulokset molemmissa ikäluokissa. Koska haluttiin selvittää erityisesti isien osuutta vaihteluihin, poistettiin vielä yksittäiset pojat, niin että mukana oli vähintään 4 poikaa kutakin isää kohti. Näin saatu aineisto testattiin yksisuuntaisella varianssi-analyysillä, jolloin todettiin että ainoastaan selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan keskiarvoissa oli merkitseviä eroja isien välillä ($P > 0.05$) molemmissa ikäjaksossa. Selkälihakseen paksuuden ja pintarasvan paksuuden mitoissa ei löydetty isien välisiä eroja kummassakaan ikäjaksossa.

Merkitsevän eron saamiseksi isien välille ja toisaalta eri tekijöiden varianssiosuuksien selvittämiseksi otettiin varianssianalyysiin mukaan isien lisäksi ikäkaudet ja kuvauskohdat. Tällöin saatiin isien välille merkitsevät erot sekä selkälihakseen paksuuden, selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan että rasvan paksuuden osalta. Tätä mallia ei voitu laskea ristikkäisellä varianssianalyysillä, koska se edellyttäisi yhtä paljon havaintoja jokaiseen ryhmään. Eri isillä on vaihtelevia määriä poikia. Tässä käytetty analyysiohjelma ei laskenut varsinaisia varianssiosuuksia, vaan laski kullekin annetulle komponentille tämän osuuden yhteisestä osittaiskorrelaatioiden neliöstä, jota voidaan pitää varianssiosuuden estimaattina.

Seuraavassa esitettävät varianssianalyysit on laskettu aiemmin mainitusta 163 sonnia käsittävästä aineistosta. Taulukoissa esitetään erikseen selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan (Taulukko 21), selkälihakseen paksuuden (Taulukko 22) ja pintarasvan paksuuden (Taulukko 23) varianssianalyysit. Eri merkitsevyysasteet on taulukossa merkitty seuraavasti:

- * = $P < 0.05$
- ** = $P < 0.01$
- *** = $P < 0.001$

Taulukko 21. Varianssianalyysillä testattu selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan muunteluun vaikuttavia tekijöitä, sekä niiden osuudet kokonaismuuntelusta. Mukana ikäkaudet (A), mittauskohdat (B) ja isät (C).

| Vaiht. lähde | V.A | Keskineliö | F | δ^2 -%:n estimaatti |
|------------------|-----|------------|----------------------|----------------------------|
| Ikäkausi A, AB | 3 | 23375.6 | 852.4 ^{xxx} | 59.2 |
| Mitt.kohta B, AB | 4 | 5146.0 | 187.6 ^{xxx} | 17.3 |
| Isä C | 11 | 167.7 | 6.1 ^{xxx} | 1.6 |
| Yhd.vaik. AB | 2 | 217.6 | 7.9 ^{xxx} | 0.4 |
| Virhe | 961 | 27.42 | | 21.5 22.2 % |

Taulukko 22. Varianssianalyysillä testattu selkälihaksen paksuuden muunteluun vaikuttavia tekijöitä sekä niiden osuudet kokonaismuuntelusta. Mallista mukana ikäkaudet (A), mittauskohdat (B) ja isät (C).

| Vaiht. lähde | V.A | Keskineliö | F | δ^2 -%:n estimaatti |
|------------------|-----|------------|-----------------------|----------------------------|
| Ikäkausi A, AB | 3 | 12818.60 | 616.8 ^{xxx} | 50.5 |
| Mitt.kohta B, AB | 4 | 4221.28 | 203.15 ^{xxx} | 22.2 |
| Isä C | 11 | 83.20 | 4.0 ^{xxx} | 1.2 |
| Yhd.vaik. AB | 2 | 48.13 | 2.3 | 0.1 |
| Virhe | 961 | 20.78 | | 26 26.3 % |

Taulukko 23. Varianssianalyysillä testattu pintarasvan pak-
suuden muunteluun vaikuttavia tekijöitä sekä
niiden osuudet kokonaismuuntelusta. Mukana
ikäkaudet (A), mittauskohdat (B) ja isät (C).

| Vaiht. lähde | V.A | Keskineliö | F | δ^2 -%:n estimaatit |
|------------------|-----|------------|----------------------|----------------------------|
| Ikäkausi A, AB | 3 | 285.87 | 240.2 ^{xxx} | 33.7 |
| Mitt.kohta B, AB | 4 | 132.68 | 111.5 ^{xxx} | 20.9 |
| Isä C | 11 | 2.58 | 2.2 ^x | 1.1 |
| Yhd.vaik. AB | 2 | 8.22 | 6.9 ^{xx} | 0.6 |
| Virhe | 961 | 1.19 | | 43.7 |
| | | | | 45 % |

Varianssiosuuksia arvioitaessa on oltava varovaisia, koska jotkut komponenteista sisältävät virhevariansseja. Ikäkausien välinen muuntelu selittää selkälihakseen poikkileikkauspinta-
alan vaihteluista n. 60 % ja kuvauskohtien välinen muuntelu n. 17 %. Isien välinen muuntelu selittää vajaat kaksi prosenttia virheen osuuden jäädessä pariinkymmeneen prosenttiin. Ikäkausien ja kuvauskohtien välisen yhdysvaikutuksen osuus kokonaismuuntelusta on olematon, vaikka yhdysvaikutuksen aiheuttamat erot ovat tilastollisesti merkitseviä. Sekä ikä-
kausien, kuvauskohtien että isien aiheuttamat erot ovat tilastollisesti erittäin merkittäviä ($P < 0.001$).

Selkälihakseen paksuuskuvien virhetekijät hajaantuvat samansuuntaisesti kuin selkälihakseen poikkileikkauspinta-
alan vaihtelulähteet. Ikäkausien merkitys jää n. 50 %:iin kuvaus-
kohtien merkityksen noustessa 22 %:iin. Isien merkitys on runsas prosentti ja virheen osalle jää neljännes. Ikä-
kausien, kuvauskohtien ja isien väliset erot ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($P < 0.001$).

Huomattavin ero pintarasvan paksuudesta lasketussa varianssianalyysissä on ikäkausien varianssiosuuden pieneneminen yhteen kolmasosaan kokonaisvarianssista. Kuvauskohtien väliset

erot ovat edelleen n. 20 %. Isien osuus on vain noin yksi prosentti ja virheen osuudeksi jää lähes 45 %. Vaikka yhdysvaikutus on tässä tapauksessa tilastollisesti merkitsevä, jää sen prosenttuaalinen osuus kokonaismuuntelusta alle yhden prosentin. Isien kohdalla on merkillepantavaa tilastollisen varmuuden pieneneminen ($P < 0.05$).

Tässä yhteydessä on todettava, että isien välinen muuntelu jäänee edellä esitetyissä analyyseissä todellista pienemmäksi, koska ikäkausien välinen muuntelu ja mittauskohtien välinen muuntelu tavallaan peittävät isien välistä muuntelua. Isien välisen muuntelun osuutta arvioitaessa lieneekin parasta käyttää ikäkausien ja mittauskohtien yhteiskeskiarvoja. Tätä kysymystä ja heritabiliteettejä tultaneen arvioidaan erikseen muissa tutkimuksissa.

Esitetyistä analyyseistä voidaan kuitenkin laskea h^2 :n karkeat arviot siten, että jätetään ikäkausien ja mittauskohtien osuus vallan huomioimatta. Tällöin olisi isien varianssiosuus selkälihakseen poikkileikkauspinta-alojen muuntelusta 6.9 %, jolloin selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan heritabiliteetti olisi n. 28 %. Selkälihakseen paksuuden muunteluista olisi isien osuus 4.4 % ja heritabiliteetti olisi tällöin n. 18 %. Isien osuus pintarasvan vahvuuden muunteluista olisi vain n. 2.5 % ja heritabiliteetti vain n. 10 %. Edellä esitetyt heritabiliteetit ovat mahdollisesti vähän liian suuria, koska niihin saattaa sisältyä yhdysvaikutusta, mutta todennäköisesti suuruusluokka on oikea.

Yhdysvaikutusten ja varianssiosuuksien selvittämiseksi tarkemmin laskettiin ristikkäinen varianssianalyysi, joka sisällsi kaikki ne eläimet, joilla oli UÄ-kuvaustulokset molemmissa ikäluokissa. Tällaisia sonneja oli 188 kpl. Vaihteluita selittämään analyyseihin otettiin ikäjaksot, mittauskohdat sekä yksilöt. Näin laskettujen ristikkäisten varianssianalyysien tulokset esitetään taulukoissa 24 - 25.

Taulukossa 24 esitetään ristikkäinen varianssianalyysi pitkän selkälihakseen poikkileikkauspinta-alasta. Jos vertailaan varianssisuosuuksia edellä esitettyihin tuloksiin, huomataan, että tulokset ovat samansuuntaisia. Ikäjaksojen osuus kokonaismuuntelusta on 70 %. Kuvauskohtien osuus (15 %) vastaa erittäin hyvin edellisiä tuloksia. Samoin yksilöiden osuus (2 %) näyttää vastaavan edellä esitettyä isien varianssisuutta.

Uutta on ikäjaksojen ja yksilöiden välinen yhdysvaikutus. Sekä ikäjaksojen, kuvauskohtien että yksilöiden väliset erot ovat tilastollisesti merkittäviä ($P < 0.001$). Kuvauskohtien ja yksilöiden välinen yhdysvaikutus ei ole merkitsevä, eikä sen varianssisuudellakaan ole merkitystä. Ikäjaksojen ja yksilöiden välinen yhdysvaikutus sen sijaan on tilastollisesti merkitsevä ja sen osuus kokonaisvaihteluista on 6 %. Koska sekä ikäjaksojen että yksilöiden keskineliöt ovat luotettavasti suurempia kuin yhdysvaikutuksen keskineliö, on ikäjaksojen, kuten yksilöidenkin välillä olemassa luotettavia eroja. Ikäjaksojen ja kuvauskohtien välinen yhdysvaikutus on tilastollisesti merkitsevä, mutta sen prosenttinen osuus kokonaismuuntelusta on olematon. Myös ikäjaksojen ja kuvauskohtien keskineliöt ovat luotettavasti suurempia kuin vastaava yhdysvaikutuksen keskineliö. Kaiken kaikkiaan siis useimmat yhdysvaikutukset ovat tilastollisesti merkitseviä.

Selkälihakseen paksuuskuviosta lasketun ristikkäisen varianssianalyysin tulokset (Taulukko 25) ovat samansuuntaisia kuin selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan vastaavat tulokset. Ikäjaksojen välinen varianssisuus on hieman pienempi kuin mitä se oli laskettuna selkälihakseen poikkileikkauspinta-alalle. Samoin oli asian laita edellisissä varianssianalyysissä, jotka oli laskettu isittäin. Kuvauskohtien välinen varianssi on hieman suurempi kuin vastaava selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan varianssi. Yksilöiden osuus vastaa niin ikään isien osuutta (2 %). Myös yhdysvaikutukset ovat samansuuruisia ikäjaksojen ja yksilöiden välisen yhdysvaikutuksen ollessa 6 %. Virhevarianssin

Taulukko 24. Varianssianalyysi selkälihakseen poikkeileikkauspinta-alan UÄ-kuvista. Ikäjaksojen, mittauskohtien ja yksilöiden välinen muuntelu.

| Muuntelun syy | Keski- neliö | V.A | F | F. yhdysvai- kutus | Frek- venssi | δ^2 | δ^2 - % |
|-------------------------|-----------------|------|------------------------|--|------------------|------------|-------------------|
| Kokonais- muuntelu | | 1127 | | | N = 1128 | 202.8 | 100 % |
| Ikä- jakso | 80717.88 | 1 | 6782.02 ^{xxx} | | N 12 = 564 | 142.63 | 70.3 |
| Kuvaus- kohta | 11846.62 | 2 | 995.36 ^{xxx} | | N 13 = 376 | 30.876 | 15.2 |
| Yksilö | 72.203 | 187 | 6.06 ^{xxx} | | N/188 = 6 | 4.13 | 2.0 |
| Ikäjakso x kuv.kohta | 235.502 | 2 | 19.78 ^{xxx} | xxx 344 | (N/2)/3 = 188 | 1.189 | 0.6 |
| Ikäjakso x yksilö | 46.096 | 187 | 3.87 ^{xxx} | xxx 1755 xxx 50.5 xxx 1.5 | (N/2)/188 = 3 | 11.398 | 5.6 |
| Kuv.kohta x yksilö | 13.257 | 374 | 1.11 | | (N/188)/3 = 2 | 0.678 | 0.3 |
| Virhe | 11.90 | 374 | | | | 11.90 | 5.9 |

Taulukko 25. Varianssianalyysi selkälihakseen paksauskuivista. Ikäjaksojen, mittauskohtien ja yksilöiden välinen muuntelu.

| Muuntelun syy | Keskineliö | V.A | F | F. yhdysvai- kutus | Frek- venssi | δ^2 | δ^{2-8} |
|-------------------------|------------|------|------------------------|-----------------------|-----------------|------------|----------------|
| Kokonais- muuntelu | | 1127 | | | N = 1128 | 126.85 | 100 |
| Ikä- jakso | 44677.13 | 1 | 4839.50 ^{xxx} | | $N/2 = 564$ | 79.07 | 62.3 |
| Kuvaus- kohta | 10063.66 | 2 | 1090.11 ^{xxx} | | $N/3 = 376$ | 26.61 | 21.0 |
| Yksilö | 51.1304 | 187 | 5.53 ^{xxx} | | $N/188 = 6$ | 2.59 | 2.0 |
| Ikäjakso x kuv.kohta | 56.8359 | 2 | 6.16 ^{xx} | | $(N/2)/3 = 188$ | 0.25 | 0.2 |
| Ikäjakso x yksilö | 33.6579 | 187 | 3.65 ^{xxx} | $(N/2)/188 = 3$ | 8.14 | 6.4 | |
| Kuv.kohta x yksilö | 11.154 | 374 | 1.21 ⁻ | $(N/188)/3 = 2$ | 0.96 | 0.8 | |
| Virhe | 9.2317 | 374 | | | | 9.23 | 7.3 |

osuudeksi jää 7 %. Selkälihakseen paksuuksien välillä ovat ikäjaksosten aiheuttamat erot odotetusti tilastollisesti merkitseviä, kuten myös kuvauskohtien ja yksilöiden väliset erot. Myös ikäjaksosten ja kuvauskohtien sekä ikäjaksosten ja yksilöiden väliset yhdysvaikutukset ovat tilastollisesti merkitseviä.

Pintarasvan paksuuksista (Taulukko 26) lasketut varianssi-osuudet poikkeavat edellä esitetystä lähinnä siinä, että ikäjaksosten välinen vaihtelu on pienempi (43 %) ja yksilöiden välinen vaihtelu on jonkin verran suurempi (9 %). Virhevariانسsin osuudeksi jää myös melko paljon (17 %). Ikäjaksosten ja yksilöiden välisen yhdysvaikutuksen osuus on yhdeksän prosenttia, muiden yhdysvaikutusten osuuden ollessa vain prosentin luokkaa. Myös pintarasvan paksuuksien väliset erot ovat merkitseviä niin ikäjaksosten, kuvauskohtien kuin isienkin välillä. Primäärisistä yhdysvaikutuksista ovat merkitseviä muut paitsi kuvauskohtien ja yksilöiden välinen yhdysvaikutus.

Myös esitettyissä ristikkäisissä varianssianalyysissä on ikäjaksosten välinen ero eri yksilölläkin sitä luokkaa, että osa yksilöiden välisestä muuntelusta ilmeisesti peittyi ikäjaksosten välisen muuntelun alle. Näin ollen yksilöiden todellinen osuus eri UÄ-mittojen muuntelusta saattaisi olla jonkin verran saatuja arvoja suurempi.

III Tulosten tarkastelua

Kasvukokeisiin hyväksyttävien sonnien esivalinta aiheuttaa sen, että koe-eläimet ovat nopeampikasvuisia kuin ay-sonnit keskimäärin. Kokeenaikainen, erityisesti kasvuun kohdistuva karsinta saattaa muuttaa eläinten rakennetta. Karsinta on kasvukokeen edistyessä melko voimakasta, yhden kolmasosan eläimistä joutuessa karsituksi. Kasvun perusteella karsitaan ilmeisesti sellaisia eläimiä, joilla on keskimääräistä pienempi selkälihas, koska selkälihasmittojen muuntelu on yksivuotiailla pienempi kuin puolivuotiailla.

Taulukko 26. Varianssianalyysi pintarasan paksuudesta. Ikäjaksojen, mittauskohtien ja yksilöiden välinen muuntelu.

| Muuntelun syy | Keskineliö | V.A | F | F. yhdysvai- | Frekvenssi | δ^2 | δ^2 -% |
|----------------------|------------|------|------------------------|----------------------------|------------|------------|---------------|
| Kokonaismuuntelu | | 1127 | | | 1128 | 3.7461 | 100 |
| Ikäjakso | 918.9075 | 1 | 1487.90 ^{xxx} | | 564 | 1.6128 | 43.1 |
| Kuvauskohta | 295.868 | 2 | 479.09 ^{xxx} | | 376 | 0.7646 | 20.4 |
| Yksilö | 3.683 | 187 | 5.96 ^{xxx} | | 6 | 0.3276 | 8.7 |
| Ikäjakso x kuv.kohta | 8.2603 | 2 | 13.37 ^{xxx} | xxx 111.0 xx 36.1 | 188 | 0.0406 | 1.1 |
| Ikäjakso x yksilö | 1.61823 | 187 | 2.62 ^{xxx} | xxx 566 xxx 23 | 3 | 0.3330 | 8.9 |
| Kuv.kohta x yksilö | 0.71876 | 374 | 1.16 ⁻ | | 2 | 0.0500 | 1.3 |
| Virhe | 0.61755 | 374 | | | | 0.6176 | 16.5 |

Selkälihakseen paksuus- ja pinta-alamittojen hajonnat ovat samaa luokkaa kuin vastaavat ulkomaiset mittaustulokset (BECH ANDERSEN, B., 1972, HERVE, M.P. ja CAMPBELL, E.A., 1971). Pintarasvan vahvuuteen eläinten karsinta ei vaikuta mitenkään. Tämä johtunee rasvan vaihtelevasta muodotumisista sekä toisaalta rasvan ohuudesta johtuvista määrityksen epätarkkuuksista.

Karsinta vaikuttaa myös punnitustuloksiin jonkin verran. LINDSTRÖMin (1974) tutkimustuloksiin verrattuna näyttävät lisäkasvu ja punnitustulosten hajonnat hiukan pienemmiltä. Eri ikäväleillä tapahtuvan päivittäisen lisäkasvun epäsuhteellisuus kuvastaa kasvun yksilöllistä luonnetta.

Rungon ulkoiset mität suurenevät eläinten vanhetessa. Kasvuun kohdistuva valinta vaikuttaa jossain määrin myös rungon ulkoisiin mittoihin. Eräät tutkijat, kuten BERRY ym. (1973) kiinnittävät huomiota siihen, että erityisesti rungon pituus ja korkeus eivät välttämättä riipu painosta. Rungon mittoihin lukeutuvat takasäären mitat eivät muutu kasvuun kohdistuvan valinnan vaikutuksesta. Tämä johtunee siitä, että niissä tapahtuu melko vähän kehitystä puolen vuoden iän jälkeen.

Muunnosmittojen vaihtelun pieneneminen karsinnan ansiosta viittaa siihen, että useiden ominaisuuksien yhdistämisellä voidaan joissain tapauksissa helpottaa valintaa. Yksilöiden väliset erot saattavat tulla joissain yhdistelmissä selvemmin näkyviin.

Kirjallisuudessa esitetään useita tekijöitä, jotka aiheuttavat erilaisia systemaattisia virheitä koetuloksiin. LINDSTRÖM mainitsee sellaisena tekijänä mm. syntymäkuukauden. PUONTI (1975) on todennut syntymäkuukauden merkityksen näillä eläimillä vähäiseksi.

Eläinten ikä vaihteli jonkin verran mittaushetkellä. Iän korjaus ei muuttanut korrelaatioita interpolointi-, regressio- eikä osittaiskorrelaatiomenetelmillä. Eri ominaisuuksien väliset korrelaatiot eivät muutu ainakaan pienen ajan kuluessa. Selkälihakseen suuruusmittojen vaihteluiden selityminen paremmin puolen vuoden kuin vuoden tarkan iän perusteella viitannee suurempien ikävaihteluiden lisäksi myös selkälihasten suurempaan kasvunopeuteen ennen puolen vuoden ikää kuin sen jälkeen.

Selkälihakseen paksuus ja poikkileikkauspinta-ala vastaavat toisiaan. Eri mittauskohdat eivät täysin vastaa toisiaan, joten selkälihakseen muoto ja koko muuttuvat pituussuunnassa. Sekä selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan että paksuuden keskiarvojen yhteys eri mittauskohtiin osoittaa keskiarvon antaman tiedon varsin luotettavaksi. Monet tutkijat (KALINICHENKO, 1972; LEVANTIN ym. 1964; McREYNOLDS ym. 1970) ovat käyttäneet 13. kylkiluun arvioitua sijaintipaikkaa selkälihakseen kuvauskohtana. Tämän tutkimuksen keskimäinen kuvauskohta osuu k.o. kohtaan ja on selvimmin yhteydessä saatuihin keskiarvoihin.

Pintarasvan paksuus ei ole liiaksi korreloitunut selkälihakseen kokomittoihin. Pintarasvan paksuuden eri mittauskohtien välisten korrelaatioiden pienuus viittaa rasvan vahvuuden yksilöllisiin vaihteluihin. Pintarasvan paksuuden keskiarvo on korreloitunut siinä määrin yksittäisiin mittaustuloksiin, että sitä voidaan pitää melko luotettavana, erityisesti vuoden iässä.

Eläimen elopainon ja koeaikaisen kasvun välinen yhteys on erittäin kiinteä. Tämän ovat tutkijat monesti todenneet. Korrelaatiot vaihtelevat jonkin verran, mutta esim. RUOHOMÄEN (1973) saamat tulokset ovat melko yhteneviä tässä saatujen korrelaatioiden kanssa. Elopainon ja lisäkasvun välinen korrelaatio on kiintein vuoden iässä, mutta myös nuoremalla iällä saadut punnitustulokset ovat selvästi yhteydessä edeltävään kasvujaksoon. Yksittäisten ikäryhmien

välischen kasvujen heikot yhteydet kuvastavat kasvun yksilöllisyyttä. Sama seikka näkyy siitä, että eläimen paino ei tietyssä iässä korreloidu seuraavan ikäjakson kasvuun. CALO ym. (1973) totesivat, että tiettyjen ikävälischen välillä ei ollut mitään selvää yhteyttä kasvussa.

Rungon mittojen väliset korrelaatiot ovat puolen vuoden iässä hieman voimakkaampia kuin vuoden iässä. Ulkoisten mittojen välischen korrelaatioiden löystyminen johtunee osaksi siitä, että kasvukauden puolivälissä ja loppupuoliskolla kehittyvät etuosan useimmat lihakset ja takajäsenten proksimaaliset lihakset, kuten NEIMANN-SØRENSEN (1967) on todennut. Lihasten myöhempi kehittyminen näkyy erityisesti korkeus- ja leveysmittojen välischen korrelaatioiden löyhtymisenä, sekä toisaalta korkeuden ja reisimitan välischen yhteyden suurenemisena. Rungon mittojen välischen korrelaatioiden löystyminen iän lisääntyessä johtunee osittain voimakkaasta karsinnasta, jota koeaikana tapahtuu. Rinnan ympärys ja reisimitta korreloituvat varsin tyydyttävästi useimpiin muihin rungon mittoihin. Rinnan ympäryksen merkitystä erityisesti elopainon kuvaajana onkin korostettu useissa tutkimuksissa (MALOSSIN ym. 1971, BIAGIOLO, O. ja MEREGALLI, A. 1972). Myös tässä tutkimuksessa korreloi elopaino voimakkaimmin rinnan ympäryksen kanssa, korrelaation ollessa samaa suuruusluokkaa kuin muidenkin ilmoittamat korrelaatiot.

Rungon tilavuuden voimakas negatiivinen korrelaatio selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan ja rungon tilavuuden suhteeseen johtuu siitä, että rungon tilavuus suurenee numeerisesti paljon enemmän kuin selkälihakseen poikkileikkauspinta-ala. Joka tapauksessa rungon tilavuus on eräs parhaita eläimen kokoa ja kasvua kuvaavia mittoja.

Ultraäänimittojen ja punnitustulosten väliset korrelaatiot ovat puolen vuoden iässä jonkin verran suurempia kuin vuoden iässä. Näyttäisikin siltä, että puolen vuoden iässä tapahtunut karsinta on pienentänyt hajontaa niin paljon, että korrelaatiot pienenevät. Suuruudeltaan nyt saadut punnitus-

tulosten ja UÄ-mittojen väliset korrelaatiot ovat samaa luokkaa kuin muissakin tutkimuksissa, joskin vaihtelu on melko laajaa. ZERENKOVA (1968) ja McREYNOLDS (1970) saivat huomattavasti suurempia korrelaatioita, ZEMANEKin (1969) korrelaatioiden ollessa vähän pienempiä. Pintarasvan ja punnistulosten väliset vähäiset korrelaatiot kuvastavat rasvan muodostumisen epätasaisuutta.

Rinnan ympäryys on rungon mitoista kiinteimmin korreloitunut. UÄ-mittojen kanssa. COLE ym. (1960) ovat saaneet ruhosta mitaten rinnan ympäryksen ja selkälihakseen koon välille korrelaatioita, jotka ovat samaa suuruusluokkaa nyt saatujen tulosten kanssa. Pintarasvan vahvuuden UÄ-mittojen perusteella näyttää siltä, että rasvaiset eläimet olisivat myös leveitä. KAUFFMAN ym. (1973) huomauttavatkin, että rungon muoto kuvaa enemmän ruhon rasvaisuutta kuin lihakuutta. On kuitenkin pidettävä mielessä, että ilmeisesti rasvan muodostuminen sinänsä ei vaikuta nimeksikään rungon leveyteen, vaan eläimen rungon leveyskasvu ja rasvan muodostuminen tapahtuvat samassa iässä.

Tärkeimpien ominaisuuksien geneettisistä korrelaatioista näkyy toisaalta aineiston riittämättömyys, mutta myös geneettisten ja fenotyyppisten korrelaatioiden samankaltaisuus. Puolen vuoden iässä ovat geneettiset korrelaatiot suurempia kuin vastaavat fenotyyppiset korrelaatiot. Yksilön kasvunopeuteen ja painoon kohdistuvaa valintaa ei ole puolen vuoden iässä vielä toteutettu, paitsi esivalinta ennen kokeen alkua. Vuoden ikään ehdittäessä käyvät geneettiset korrelaatiot pienemmiksi. Tähän vaikuttanee kasvun perusteella tapahtuvan karsinnan ohella sattuma ja aineistojen hajanaisuus. On lisäksi muistettava, että useimmat fenotyyppiset korrelaatiot pienenevät eläinten vanhetessa. Geneettisistä korrelaatioista on syytä todeta, että aineiston riittämättömyys ja liiallinen esivalinta sekä kokeenaikainen karsinta aiheuttavat sen, että korrelaatioihin on suhtauduttava varoen. Tässä yhteydessä on syytä huomauttaa, että koejärjestelyjen kannalta olisi suotavaa, että kasvatuskokeen aikana tapahtuva karsinta voitaisiin lopettaa. Tällainen säästämi-

nen muodostuu ainakin tutkimustoiminnan kannalta varsin hankalaksi.

Faktorianalyysin tulosten perusteella ominaisuudet voidaan ryhmitellä erilaisiksi ominaisuusryhmiksi. Näin voidaan toisaalta supistaa jalostusvalinnan kohteita valitsemalla vain kullekin faktorille tyypillisin ominaisuus. Toisaalta voidaan erilaisten faktorilatausten avulla selvittää eri ominaisuuksien geneettistä taustaa ja geneettisiä riippuvuussuhteita. Viime mainittu edellyttäisi faktorianalyysin laskemista genettisistä korrelaatioista, mikä ei ollut käytetyillä menetelmillä mahdollista, eikä tässä aineistossa järkevääkään. Tässä työssä käytetyt kasvü-, selkälihäs- ja rasvafaktori vastannevat VAROn (1969) esittämiä absoluuttisen lihamäärän, suhteellisen lihamäärän sekä rasvamäärän faktoreita, kun otetaan huomioon se, että VAROlla oli käytettävissä leikkelytulokset.

Kasvufaktorin parhaista kuvaajista näkyy, miten elopainon merkitys lisääntyy iän myötä ja ulkoisten mittojen merkitys vähenee. Ulkoisista mitoista tärkein on ilman muuta rinnan ympäryys, useiden muidenkin saadessa huomattavia latauksia. Tällaisia ovat mm. reisimitta ja takakorkeus. Rungon ulkoisten mittojen merkityksen selvä pieneneminen iän lisääntyessä liittyy ilmeisesti karsinnan aiheuttamiin muutoksiin sekä luuston osuuden prosenttuaaliseen pienenemiseen ja toisaalta lihaksiston kehittymiseen eläimen vanhetessa. VARO (1969) toteaaakin, että luiden paino korostaa eläimen rungon painon sekä koon merkitystä kokonaislihamäärän arvioijana.

Selkälihaksen kokoa kuvaavat mitat, erityisesti selkälihaksen tilavuus, saavat melko merkittäviäkin latauksia tässä faktorissa. Tämä todistaa sitä, että painoon kohdistuva valinta tuo mukanaan myös suurempia fileitä. Selkälihaksen tilavuuden saama huomattava lataus kasvufaktorissa johtuu osaksi siitä, että selkälihaksen tilavuus sisältää myös rungon pituuden, joka on kasvufaktorissa tärkeä ominaisuus. Painoon kohdistuva valinta ei sitä vastoin juuri vaikuta

pintarasvan vahvuuteen. Kasvukokeen päättyessä vuoden iässä, antavat elopaino ja lisäkasvu parhaan informaation eläimen koosta. Elopainon perusteella voitaisiin eläimet karsia melko luotettavasti jo vähän nuorempinakin. Tämä vahvistaa käsitystä, jonka mukaan kasvukoetta voitaisiin lyhentää esim. kuukaudella, jolloin kesken kasvatuskokeen tahtuvaa karsintaa voitaisiin vähentää. On kuitenkin toinen asia, kannattaako kasvatuskoetta lyhentää, jos otetaan huomioon käytännön teurastusikä ja pyrkimykset sen nostamiseen. Päinvastoin olisikin ehkä syytä pidentää kasvatuskoetta vastaamaan paremmin käytännön olosuhteita. Eläimen kokonaispaino antaa kuukauden välein määritettynä kasvun loppuvaiheessa eläimen koosta suunnilleen samanarvoista tietoa joka kuukausi. Siitä huolimatta on eri yksilöiden kasvussa jonkin verran eroja, joiden selville saamiseksi eläimiä olisi pidettävä myös kasvukokeissa käytännön kasvatusikää vastaava aika.

Selkälihasfaktoria ja rasvafaktoria tarkasteltaessa on pidettävä mielessä, että jos leikkelytulokset olisivat käytettävissä, muuttuisivat useiden ominaisuuksien lataukset ja myös faktorin sisäinen arvojärjestys.

Selkälihasfaktoria, jolle sopisi myös nimitys lihakuusfaktori, kuvaavat parhaiten selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan keskiarvot sekä selkälihaksen paksuuden keskiarvo. Näyttääkin siltä, että selkälihaksen mitat muodostavat melko kiinteän jalostettavan kokonaisuuden. Pintarasvan vahvuus ei ole yhteydessä selkälihaksen kokoon, mitä seikkaa aiemmin mainitut geneettiset korrelaatiot vahvistavat. Elopaino ja kasvu saavat vähäisen latauksen tässä faktorissa, samoin kuin rinnan ympäryys, joten niihin voitaneen hieman vaikuttaa selkälihaksen kokoa suurentamalla, samoin kuin reisimittaan erityisesti puolen vuoden iässä. Ikäjaksojen välisten yhteyksien varma tunteminen olisi suureksi hyödyksi arvioitaessa selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan merkitystä.

Rasvafaktoria parhaiten kuvaavia ominaisuuksia ovat pinta-rasvan paksuuden keskiarvo sekä rasvan paksuuden suhteet elopainoon ja rungon tilavuuteen. Tämäkin faktori muodostaa melko kiinteään jalostettavan kokonaisuuden. Vuoden iässä näkyy selvästi aiemmin mainittu rungon leveyden ja rasvaisuuden korreloituminen. Erityisesti rinnan leveys ja lonkkien leveys suurenevät samanaikaisesti rasvaisuuden kanssa. Geneettiset korrelaatiot vahvistavat tätä käsitystä. Rasvaisuuden lisääntyessä siis sonnit pyöristyvät samalla kun ne lyhenevät ja tulevat matalemmiksi. Tosin KAUFFMAN, R.G. ym. (1973) varoittavat liiaksi tuijottamista rungon muotoon.

Eläinten kasvun perusteella tapahtuva karsinta puolen vuoden iässä vaikuttaa selkälihaksen kokoon. Rasvan vähyteen ei valinnan vaikutus sen sijaan ole yhtä varmaa. Vuoden iässä havaittuun karsittujen ja ei karsittujen välisten erojen vähäisyyteen saattaa vaikuttaa karsinnan niukkuus mutta myös selkälihaksen suhteellisen osuuden pieneminen sekä ennen kaikkea aikaisempi karsinta.

Isien välisten erojen toteennäyttämiseksi UÄ-mitoilla ei yksisuuntainen varianssianalyysi osoittautunut riittävän tehokkaaksi monien jäljelle jääneiden virhelähteiden takia. Näitä virhelähteitä olivat ikäjaksojen, kuvauskohtien sekä isien välisten erojen lisäksi vielä ikäjaksojen ja kuvauskohtien väliset yhdysvaikutukset. Edellä mainitut tekijät otettiin mukaan selvitetessä virhelähteitä tarkemmin. Odotetusti olivat selkälihaksen paksuuden ja poikkileikkauspinta-alan mittojen sisältämät virhelähteet suuruudeltaan samanlaisia. Selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan suurempi määrittystarkkuus saattaa vaikuttaa siihen, että virhevarianssin osuus on hieman pienempi. Ikäkausien ja kuvauskohtien välillä havaittu merkittävä yhdysvaikutus osoittaa, että kaikkien isien pojilla ei selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan kehitys tapahdu yhtä tasaisesti. Isien väliset erot ovat tilastollisesti merkitseviä. Niiden vähäinen varianssiosuus johtunee osaksi analyysin epätarkkuudesta,

osaksi siitä, että ikäkausien välinen tavattoman suuri muuntelu sisältyy kunkin isän mittaustuloksiin peittäen siten isien todellista osuutta. Yhdysvaikutuksesta huolimatta ovat ikäkausien ja kuvauskohtien väliset erot tilastollisesti merkitseviä. Kuvauskohtien välisen muuntelun suuruus osoittaa oikean kuvauskohdan tärkeyttä. Ikäluokkien välisen muuntelun osuus on niin suuri, että laskut olisi ehkä kannattanut laskea molemmille ikäluokille erikseen.

Pintarasvan paksuudessa havaittava tavattoman suuri virhevarianssi johtunee ikäjaksojen välisten erojen osuuden pienemisestä. Ilmeisesti taipumus muodostaa rasvaa ilmenee useimmiten vasta vuoden iän jälkeen. Joka tapauksessa ikäjaksojen, samoin kuin kuvauskohtien väliset erot ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Kuvauskohtien ja ikäjaksojen välinen yhdysvaikutus viittaa rasvan muodostumisen epätasaisuuteen. Edellä tarkastellut yhdysvaikutukset on laskettu ohjelmalla, joka ei salli tarkkojen yhdysvaikutusten laskemista. Saatuja arvioita onkin pidettävä vain suuntaa antavina.

Ristikkäiseen varianssianalyysiin otettiin isien tialle yksilöt. Näin oli mahdollista laskea varianssiosuuksien lisäksi erilaiset yhdysvaikutukset sekä testata niiden merkitsevyys. Selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan ja paksuuden mittojen sisältämät muuntelulähteet jakautuvat hyvin samantapaisesti. Ikäjaksojen välisen kasvun osuus kokonaismuuntelusta on huomattavan suuri. Kuvauskohtien välisten erojen merkitsevyys osoittaa, miten tärkeää on määrittää kuvauskohta oikein. Myös eri yksilöillä on selkälihak tilastollisesti erikokoinen, joskaan yksilöiden osuus kokonaismuuntelusta ei ole suuri. Koska myös yksilöiden UÄ-mitat sisältävät ikäjaksojen aiheuttaman muuntelun, on syytä olettaa, että yksilöiden todellinen osuus muuntelusta olisi suurempi, jos se laskettaisiin erikseen kussakin ikäjaksossa. Ikäjaksojen ja kuvauskohtien välinen yhdysvaikutus osoittaa, että siirryttäessä ikäjaksosta toiseen saattaa eri kuvauskohtien suuruusjärjestys vaihdella, joskin keskimäärin ot-

taen kuvauskohtien välinen järjestys ei muutu. Eri yksilöiden välillä saattaa selkälihakseen suuruusjärjestys muuttua iän myötä. Tämän mukaan yksilöllinen kasvu ulottuisi yksittäisiin lihaksiin asti. Tämän tapaisia tuloksia esittivät HINES ja BOND (1971). Epätasainen kasvunopeus pienentää osaltaan yksilöiden osuutta kokonaismuuntelusta ja lisää toisaalta ikäjaksojen ja yksilöiden välisen yhdysvaikutuksen suuruutta. Selkälihakseen poikkileikkauspintaalamitoissa ei havaittu kuvauskohtien ja yksilöiden välisiä yhdysvaikutuksia, mutta selkälihakseen paksuuskuvissa niitä näytti jonkin verran olevan. Poikkileikkauspinta-alojen perusteella sonnien arvojärjestys ei muutu siirryttäessä kuvauskohdasta toiseen, kun se selkälihakseen paksuuksien perusteella arviotaessa vähän muuttuisi. Ilmeisesti selkälihakseen paksuus on herkkä kaikenlaisille epätarkkuuksille, jotka aiheuttavat tarpeettomasti virhettä, mitä osoittaa myös kuvauskohtien välisen varianssiosuuden hienoinen suureneneminen.

Rasvan vahvuudessa on samalla tavoin ikäjaksojen, kuvauskohtien ja yksilöiden välisiä eroja. Varianssiosuudet osoittavat kuitenkin, että ikäjaksojen välisten erojen merkitys on selvästi vähäisempi kuin selkälihakseen kohdalla. Rasvan vahvuuden suhteen valittaessa yksilöiden merkitys tulee sen sijaan tärkeämmäksi. Kuvauskohtien arvojärjestys muuttuu jonkin verran siirryttäessä ikäluokasta toiseen, eli rasvaa muodostuu epätasaisesti.

Faktorianalyysin tuloksista näkyy, että rungon mitat ja punnitustulokset ovat selvästi samassa ryhmässä. UÄ-mitoista niin selkälihakseen kuin pintarasvan mitatkin muodostavat oman ryhmänsä. Olisi mielenkiintoista tutkia, miten eri ominaisuuksien tärkeysjärjestys muuttuisi faktoreittain, jos olisi käytettävissä leikkelytulokset kuvatuista eläimistä. Leikkelytulosten avulla voitaisiin sanoa, miten hyvin UÄ-kuvat tai ulkoiset mitat todellisuudessa ennustavat eläimen koko lihakuutta.

Selkälihaksen kokoon ja erityisesti pintarasvan vahvuuteen voidaan vaikuttaa. Oikean kuvauskohdan ja ennen kaikkea oikean kuvausikänsä valintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota.

IV Yhteenveto

Tutkimusaineisto käsitti 262 puolivuotiaana ja 311 yksivuotiaana mitattua nuorta ayrshiresonnia, joista 188 oli mitattu molemmissa ikäluokissa. Sonnit oli testattu loka-kuun 1971 ja huhtikuun 1973 välisenä aikana. Sonneilta oli kerätty punnitustulokset, ulkoiset rungon mitat sekä ultraäänimenetelmällä arvioidut pitkän selkälihaksen poikkileikkauspinta-alat ja paksuudet sekä pintarasvan paksuus. Vaihdelukertoimet ovat saman suuruisia kuin vastaavat mitat muissakin tutkimuksissa. Kesken kasvatuskokeen karsittiin kolmasosa eläimistä pääasiassa kasvun perusteella. Karsinta vaikutti samalla useimpiin mitattuihin ominaisuuksiin. Poikkeuksena mainittakoon pintarasvan vahvuus.

Kasvu ja elopaino ovat korreloituneet kiinteästi. Tietyissä iässä tapahtuva kasvu ei ennusta seuraavan ikäjakson kasvua.

Rungon mittojen väliset korrelaatiot ovat kiinteämpiä puolen vuoden kuin vuoden iässä. Samoin UÄ-mittojen ja rungon ulkoisten mittojen sekä kasvutulosten väliset korrelaatiot heikkenivät eläinten vanhetessa. Pääteltiin, että kokeen aikana tapahtuva karsinta on pienentänyt ominaisuuksien hajontaa vuoden iässä ja heikentänyt korrelaatioita. Todettiin, että eläimiä pitäisi karsia vasta kasvatuskokeen päätyttyä. Rungon mitoista rinnan ympäryks on voimakkaasti korreloitunut punnitustuloksiin ja UÄ-mittoihin.

Geneettiset korrelaatiot ovat samansuuntaisia kuin vastaavat fenotyyppiset korrelaatiot, joskin ankara valinta ja aineiston vähäisyys vähentävät geneettisten korrelaatioiden merkitystä. Myös geneettiset korrelaatiot ovat yksivuotiailla pienempiä kuin puolivuotiailla koeaikaisen kasvun vuoksi.

Ominaisuudet voitiin jakaa kolmeen pääfaktoriin, nimittäin kasvufaktoriin, selkälihasfaktoriin ja rasvafaktoriin. Kasvufaktorissa saavat elopainon ja päivittäisen lisäkasvun sekä rungon tilavuuden absoluuttiarvot suuria latauksia. Todettiin, että teoreettisesti kasvatustekoa voitaisiin lyhentää, mutta että käytännön teuraskasvatus edellyttäisi oikeastaan kasvatuskokeen pidentämistä.

Selkälihaksen UÄ-mitat muodostavat oman faktorinsa, jossa keskiarvoilla on suurimmat lataukset.

Rasvan paksuusmitat muodostavat samoin oman faktorin, jossa keskiarvolla on suurin lataus. Rungon leveysmitoilla on myös vähäistä merkitystä rasvafaktorissa.

Yksisuuntaisella varianssianalyysillä ei havaittu isien välisiä eroja UÄ-mitoissa.

Kun varianssianalyysillä poistettiin ikäjaksojen ja mittauskohtien aiheuttamaa muuntelua, saatiin isien väliset erot eri UÄ-mitoilla merkitseviksi. Selkälihaksen poikkileikkauspinta-ala ja paksuus vastaavat toisiaan, joskin poikkileikkauspinta-alan määrittystarkkuus on hieman suurempi.

Ristikkäinen varianssianalyysi osoittaa, että kuvauskohtien välinen järjestys muuttuu harvoin siirryttäessä ikäjaksoista toiseen. Sen sijaan eri yksilöiden keskinäinen paremmuus saattaa vaihdella ikäjaksoittain, mikä osoittaa yksittäisen lihaksenkin kasvun olevan yksilöllistä. Rasvan vahvuudessa tulee esille yksilön suuri merkitys.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ANDERSEN, B. BECH. 1970. Individprøve for slagtekvallitet. Med saerlig henblick på ultralydteknikkens anvendelse i kvaegavlen. Individual tests for carcass quality with special reference to the use of ultrasonic techniques in cattle breeding. Copenhagen: Afdeling for Kvaegets Avl og Fodring, Husdyrsbrugsinstituttet, Den Kgl. Veterinaer- og Landbohøjskole. 110 pp. Mimeograph. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 39:no. 2871.)
- 1972. Ergebnisse von Ultraschallmessungen am Jungbullen. Züchtungskunde 44: 81-90.
- 1974. Bestemmelse af slagtekvallitet hos levende kreaturer. Opetusmoniste. Kööpenhamina 1974.
- BARTON, R.A. 1973. A comparison between Angus, Galloway, Ayrshire and Friesian steers for growth and carcass characteristics - Trial VII. Sheep-farming Annual (1973) 36, 77-84. (En) Massey University, Palmerston North, New Zealand. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 42:no. 2530.)
- BERRY, B.W., SMITH, G.C. & CARPENTER, Z.L. 1973. Beef carcass length and yields of boneless retail cuts. J. Anim. Sci. 37: 1132-1136.
- BIAGIOLO, O. & MEREGALLI, A. 1972. Relationship between body measurements, live weight and weight gain in young Chiana bulls. Riv. Zootec., 45: 121-135. It. with Eng. summ.. Ist. Zoognostica, Univ. Firenze. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 40:no. 4248.)
- BOVARD, K.P. & PRIODE, B.M. 1970. Ultrasonic estimates of hide and fat thickness in beef calves on postweaning growth tests at Front Royal. Virginia Journal of Science (1970) 21 (3) 101.

En, Abstr. from 48 th Annual Meeting of the Virginia Academy of Science. Beef cattle Research Station, VPI and USDA, Front Royal, Virginia 22630, USA. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 41:no. 3801.)

- BURBKART, M. & DOROSZEWSKI, B. 1964. Die ermittlung der Querschnittsfläche des M. long.dorsi am lebenden Rind. Züchtungskunde 36: 71-75.
- & BOGNEN, H. & SCHIRMER, M. 1967. Ultraschallmessungen beim Rind - ein Hilfsmittel für die Eigenleistungsprüfung. Der Tierzüchter 19: 550-553.
- BROWN, J.E., BROWN, C.J. & BUTTS, W.T. 1973. Evaluating relationships among immature measures of size, shape and performance of beef bulls. III. The relationship between postweaning test performance and size and shape at twelve months. J. Anim. Sci. 37: 11-17.
- CALO, L.L., McDOWELL, R.E., van VLECK, L.D. & MILLER, P.D. 1973. Parameters of growth of Holstein-Friesian-bulls. J. Anim. Sci. 37: 417-422.
- CAMPBELL, E.A. & WHITE, A. 1968. Estimation of total muscle in live cattle using ultrasonic measurements. Aust. vet. J. 44: 97-100. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 36:no. 3379.)
- CARRARD, O., CERRI, E. & CALCINARDI, C. 1962. The relation between the weight of single meat cuts and carcass weight in cattle. Arch. vet. ital., 13: 533-541. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 32:no. 868.)
- ČERENKOVA, E.A. 1968. The preslaughter evaluation of meat production of young cattle. Sb.nauch. Rab. vses. Ord. Trud. krasn. Znam. nauchno-issled. Inst. Zhivot., No 13: 49-51. Russ. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 39:no. 2874.)
- COLE, J.W., ORME, L.E. & KINCAID, C.M. 1960. Relationship of loin eye area, separable lean of various beef cuts and carcass measurements to total carcass lean in beef. J. Anim. Sci. 19: 89-100.

- CROSS, H.C., CARPENTER, Z.L. & SMITH, G.C. 1973. Equation for estimating boneless retail cut yields from beef carcasses. *J. Anim. Sci.* 37: 1267-1271.
- CROUSE, J.D., DIKEMAN, M.E. & ALLEN, D.M. 1974. Prediction of beef carcass composition and quality by live-animal traits. *J. Anim. Sci.* 38: 264-270.
- CURTO, G.M. & OLIVETTI, A. 1963. Some correlations between morphological characters and dressing percentage in young Chiana-Meremba bulls. *Zootec. & Vet.* 18: 345-348. It, with Eng. summ.. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 32:no. 870.)
- DAVIS, J.K., LONG, R.A., SAFFLE, R.L., WARREN, E.P. & CARMON, J.L. 1964. Use of ultrasonics and visual appraisal to estimate total muscling in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 23: 638-644.
- DIEKMANN, A. 1960. Erkennung von Fettansatz und Fleischbildung am Lebenden Schwein mit Ultraschall. Diss. Göttingen (Ref. Weniger, J.H. 1966.)
- HEDRICK, H.B., MEYER, W.E., ALEXANDER, M.A., NAUMANN, H.D. & ZOBRIŠKY, S.E. 1961. Estimation of rib eye area and fat thickness of beef cattle with ultrasonics. *J. Anim. Sci.* 20: 917. (Abstr.)
- MEYER, W.E., ALEXANDER, M.A., LASEY, J.F., COMFORT, J.E., DYER, A.J. & NAUMANN, H.D. 1963. Indices of meatiness on beef. *Res. Bull. Mo. agric. Exp. Sta., No. 820: 55 p.* (Ref. Anim. Breed. Abstr. 32:no. 874.)
- HERVÉ, M.P. & CAMPBELL, E.D. 1971. Prediction of the weight of total muscle by ultrasonic measurements in steers and calves. *Res. vet., Sci.* 12: 427-432. Dep. Anim. Husb., Vet., Sch. Univ. Queensland, St. Lucia, Brisbane. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 40:no. 124.)
- HINES, R.L. & BOND, J. 1971. Growth of muscle and fat in beef steers from 6 to 36 months of age. *J. Anim. Sci.*, 32: 225-232.
- HYLPS-käsikirja 1972. Helsingin yliopiston laskentakeskus. Opetusmoniste. Helsinki 1972.

- KALINICHENKO, P.F. 1972. Ultrasonic measurements in cattle breeding. *Primenenie ultrazvuka v skotovodstve. Sbornik Nauchnykh Trudov. Donskoj Sel'skokhozyaistvennyj Institut* (1972) 7 (1) 95-100. Ru. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 41:no. 2016.)
- KAUFFMAN, R.G., GRUMMER, R.H., SMITH, R.E., LONG, R.A. & SHOOK, G. 1973. Does live-animal and carcass shape influence gross composition? *J. Anim. Sci.* 37: 1112-1119.
- KORHONEN, M. 1973. Regressio-, varianssi-, ja kovarianssi-analyysi sekä niiden käyttö HYLPS-ohejelmistossa. *Opetusmoniste. Helsingin yliopiston laskenta-keskus.*
- KRALIK, O. & ZEMANEK, R. 1971. Correlation and regression analysis of some indices of the carcass value of czech Pied bulls. *Acta Univ. Agric. Fac. agroekon., Brno*, 7: 93-103. Cz. with Russ., Eng., Ger. summs.. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 40:no. 2782.)
- LEVANTIN, D.L., EPIFANON, G.V. & SMIRNOV, D.A. 1964. The use of ultrasonics to evaluate beef production in the live animal. *Zivotnovodstvo* 26 (11) : 78-79. Russ. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 33:no. 1025.)
- LIHATELLINEN TUTKIMUSKESKUS, 1972. *Ruhojen luokittelu-perusteet.*
- LINDSTRÖM, U. 1974. Points of view on performance testing dual purpose bulls. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.* 91: 11-21.
- & MAIJALA, K. 1969. Performance Testing A.I. Bulls for Growth Rate in Finland. *European Association for Animal Production* 9/4 (Cattle commission).
- MALKUS, L.A. & HENRIKSON, R.L. 1964. Growth and development of beef heifers from weaning to 18 months of age. *Misc. Publ. Okla. Agric. Exp. Sta., No MP-74*: 18-22. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 33:no. 1027.)
- MALOSSINI, F., ROMITA, A., PILLA, A.M., SANTUS, G. & PEROTTI, G. 1971. Results of a preliminary progeny test for meat production in the Italian

- Brown. 1. Growth, food consumption, body measurements and dressing percentage. *Annali dell' Istituto Sperimentale per la Zootechnia* (1971) 4 (1) 99-112. It, Eng. Fr. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 41:no. 1517.)
- McREYNOLDS, W. & ARTHAUD, V.H. 1970 a. Ultrasonic application for estimation fat thickness of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 30: 186-190.
- & ARTHAUD, V.H. 1970 b. Estimating fat depth and longissimus muscle area by use of ultrasonics in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 30: 503-506.
- MYLLYLÄ, L. 1974. Kuulumisia kasvatusasemilta. *Nautakarja* 1/1974: 41-42.
- NEIMANN-SØRENSEN, A. 1967. Kød produktion i kvaegbruget. DSR. FORLAG-BOGHANDEL. Den kgl. veterinær- og landbohøjskole.
- OJALA, M. & VARO, M. 1974. Kokemuksia ja tuloksia nuorten sonnien pitkän selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan ja nahanalaisen rasvakerroksen paksuuden arvioimisesta ultraäänimenetelmällä. Helsingin Yliopiston Kotieläinten jalostustieteen laitos. Tiedonantoja no 3. Helsinki 1974.
- PUNTILA, M-L., VARO, M. & HELLMAN, T. 1975. Sonnien mittauksia yksilötestausasemilla. Helsingin Yliopiston Kotieläinten jalostustieteen laitos. Tiedonantoja. Helsinki 1975. (Julkaisematon.)
- PASEK, V. 1971. Carcass evaluation in cattle and the development of different cuts and bones. *Živoč. Vyroba*, 16: 376-382. Cz. with Eng., Russ., Ger. summs. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 40:no. 2800.)
- 1972. Evaluation of carcass quality from eye-muscle-area. *Sbornik Vysoké Skoly Zemědělské v Praze Fakulta Agronomická, B (Živočišná Vyroba)* (1972) No. 1, 129-144. Cs, en, ru. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 42:no. 2543.)
- PELTOLA, K. 1975. Personal information by letter. Unpublished data. Available at Karjakunta, Helsinki, Finland.

- PIERCE, E.A. 1969. Recommended guides for carcas evaluation.
W. Rev. Anim. Prod. Vol. V. No 21: 71-75.
- PUNTILA, M-L., 1975. Personal information by letter.
Unpublished data. Available at Lihateollinen
tutkimuskeskus, Hämeenlinna, Finland.
- PUONTI, M. 1975. Isien ja emien osuus poikien fenotyypin
mitoissa. Kotieläinten jalostustieteen Pro
gradu- työ. Helsinki 1975.
- PURCHAS, R.W. & LLOYD, D.H. 1974. Meat produktion of
Friesian steers: The effect of intramuscular
fat on palatability and the effect of growth
rates on composition changes. Austr. J. Agrik.
Res. 25: 667-677.
- RAIMONDI, R. & AUXILLA, M.T. 1973. Indirect estimation of
dressing percentage and carcass composition in
young Piedmont bulls. Annali dell' Instituto
Sperimentale per la Zootechnia (1973) 6 (1) 97-112.
It, en, fr, 42 ref. (Ref. Anim. Breed. Abstr.
42:no. 2017.
- REICHEN, F. 1972. Die Mast- und Schlachtleistung der Stiere.
Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte
(1972) 50. (2) 69-76. De. Institut für
Tierzucht, ETH Zürich., Switzerland.
- RITTER, H.C., BURKART, M., RUPP, K., ECKHART, H. & TUREK, H.
1963. The use of ultrasonics for determining the
area of the cross section of the eye muscle in
cattle. Bayer. Landw. Jb., 40: 18-24. Ger.
(Ref. Anim. Breed. Abstr. 32:no. 83.)
- RUOHOMÄKI, H. 1973. Nuoren lihanaudan teurasominaisuuksien
arvioimisesta. Lisensiaattityö. Helsinki 1973.
- & POUTAINEN, E. 1972. Hyvin ja huonosti kasva-
neiden sonnien jälkeläiset lihantuottajina. II.
Koetoiminta ja käytäntö 5/1972.
- SEEBECK, R.M. 1963. The area of eye muscle of beef cattle
carcasses. Austr. J. exp. Agric. Anim. Husb.,
3: 249-225. Summ: 165, 84.

- STOUFFER, J.R., WALLENTINE, M.W., WELLINGTON, G.M. & DIEKMANN, A. 1961. Development and application of ultrasonic methods for measuring fat thickness and rib eye area in cattle and hogs. *J. Anim. Sci.* 20: 759-767. (Ref. Weniger, J.H. 1966.)
- SUOMEN VIRALLINEN TILASTO III - 71.
- TUREK, F., LETTNER, F., STEINACKER, G. & HAIGER, A. 1967. Abschätzung des Schalctkörperwertes bei Jungmaststieren mit Hilfe des Dreirippenstückes. *üchtungskunde* 39: 170-176.
- VARO, M. 1969. Über Methoden zur Bewertung der Schlachtkörperqualität bei lebenden und geschlachteten Rindern. Europäische Vereinigung für Tierzucht. Kommission für Rinderproduktion. Helsinki 1969.
- 1972. Sonnien tytär- ja poikaryhmien kasvunopeuksien välinen yhteys. Esitelmä maataloustutkimuksen päivillä 10.2.1972. Helsingin Yliopiston Kotieläinten jalostustieteen laitos. Moniste.
- 1973. Kotieläinjalostus ja lihantuotannon kehittäminen. *Lihantuottaja* 1. 1973.
- WENIGER, J.H. 1966. Carcass value and meat quality. *W. Rev. Anim. Prod.* 1966, 3: 29-42.
- ZEMÁNEK, F. 1968. Measurement and importance of longissimus dorsi muscle cross section for estimation of carcass quality in Czech Pied cattle. In *Zborník Prác o Problémoch Zvyšovania Užiteľnosti Hovädzieho Dobytku v Podmienkach Veľ'kochovov. Medzinár. Ved. Konf., 1966, Nitra. Nitra: Vysoká Škola Poľ'nohospodárska. Pp.367-374. Cz. with Russ., Eng., Ger. summs. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 39:no. 2931.)*
- 1969. The importance of the cross section of the longissimus dorsi muscle as a measure for the estimation of carcass value of Czechoslovakian Red Pied cattle. *Živoč VÝroba*, 14: 377-388. Cz. with Russ., Eng., Ger. summs. *Univ. Agric., Brno. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 38:no. 142.)*

ŽEMÁNEK, F. & KRÁLÍK, O. 1970. Multiple correlation and regression analysis of some carcass characters in cattle. Živoč. Výroba, 15: 807-817.
(Ref. Anim. Breed. Abstr. 40:no. 150.)

KOTIELÄINJALOSTUKSEN TIEDOTE-SARJASSA ILMESTYNYT:

1. UUSITALO, H., 1975. Valintaindeksien rakentaminen kanojen jalostusarvostelua varten. Lisensiaattityö, 119 s.
2. RUOHOMÄKI, Hilikka, 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 lihakkuuden yhteys sonnien kasvukoetuloksiin. Pro gradu -työ, 95 s.

ISBN 951-45-0721-5

Helsingin yliopiston monistuspalvelu, offset 1976