

Ultraäänimittaukset nuorten sonnien teuraslaatua arvioitaessa

Marja-Leena Puntila
Kotieläinten jalostustieteen laitos

Helsinki 1979

Julkaisijat:

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

ULTRAÄÄNIMITTAUKSET NUORTEN SONNIEN
TURASLAATUA ARVIOITAESSA

Marja-Leena Puntila .
Pro gradu-työ 1979

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

A.	JOHDANTO	1
B.	TEURASLAADUN ARVIOIMISMENETELMÄT ELÄVILLÄ NAUTAELÄIMILLÄ	3
1.	Subjekttiiviset arvioimismenetelmät	5
1.1.	Ulkomuotoarvostelu	5
2.	Objekttiiviset arvioimismenetelmät	5
2.1.	Lineaariset mittaukset	5
2.2.	Morfologiset mittaukset	7
2.2.1.	Sonditeknikka	7
2.2.2.	Biopsiteknikka	7
2.2.3.	Röntgenteknikka	7
2.2.4.	Stereofotogrammetria	8
2.2.5.	Ultraäänitekniikka	8
2.2.5.1.	Mittausperiaate	8
2.2.5.2.	Erimalliset ultraäänilaitteet	10
2.2.5.3.	Ultraäänikuvaustekniikka Scanogram-laitteella	13
2.2.5.3.1.	Kuvauksen suorittaminen	15
2.2.5.3.2.	Ultraäänikuvien tulkinta	15
2.2.5.4.	Ultraäänitekniikkaan liittyvät ongelmat	16
2.2.5.4.1.	Eläinten välinen muuntelu	16
2.2.5.4.2.	Laitteen kalibrointi	17
2.2.5.4.3.	Kudosmuutokset	17
2.2.5.5.	Pitkän selkälihaksen mittausten teoreettinen perusta	17
2.2.5.6.	Ultraäänitutkimukset	20
2.2.5.6.1.	UÄ-mittausten luotettavuus	20
2.2.5.6.2.	Toistuvuus	23
2.2.5.6.3.	Mittausvarmuus	24
2.2.5.6.4.	Ruokinnan vaikutus	25
2.2.5.6.5.	Ultraäänimittojen ja ruhon teuraslaatuominaisuuksien välinen yhteys	25
2.2.5.7.	Tarkastelua	29
C.	OMA TUTKIMUS	31
1.	Aineisto	31
1.1.	Tutkimusaineisto	31

2.	Tutkimusmenetelmät	34
2.1.	Mittaukset	34
2.1.1.	Punnitukset	34
2.1.2.	Rungon mittaukset	34
2.1.3.	Ultraäänimittaukset	34
2.1.3.1.	Selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan UÄ-mittaus ..	35
2.1.3.2.	Selkälihaksen paksuuden UÄ-mittaus	35
2.1.3.3.	Ultraäänikuvien tulkinta	35
2.1.3.4.	Pintarasvan paksuus	36
2.2.	Ruhojen tutkiminen teurastamossa	40
2.2.1.	Painot ja teurasarvostelu	40
2.2.2.	Ruhojen paloittelu ja leikkely	40
2.3.	Tulosten matemaattinen käsittely	43
3.	Tulokset	44
3.1.	Keskiarvot ja hajonnat	44
3.1.1.	Elävästä eläimestä saadut tulokset	44
3.1.1.1.	Painot ja lisäkasvut	44
3.1.1.2.	Rungon mitat	46
3.1.1.3.	Ultraäänimitat	47
3.1.1.3.1.	Ruokinnan vaikutus	47
3.1.1.3.2.	Kuvauskohta ja mittojen toistuvuus	47
3.1.1.3.3.	Isien vaikutus	50
3.1.2.	Teurastulokset	56
3.1.2.1.	Kokoruhon tulokset	56
3.1.2.2.	Leikkelytulokset	57
3.2.	Varianssianalyysit	59
3.3.	Fenotyyppiset korrelaatiot	63
3.3.1.	Elävien eläinten mittojen väliset korrelaatiot	63
3.3.2.	Ultraäänimittojen ja teuraslaatuominaisuuksien väliset korrelaatiot	64
3.4.	Faktorianalyysit	70
3.4.1.	Ensimmäinen faktori - lihafaktori	71
3.4.2.	Toinen faktori - rasvafaktori	74
3.4.3.	Kolmas faktori - lihakkuusfaktori	75
3.4.4.	Neljäs faktori - rasvaton lihakkuustekijä	76
3.4.5.	Viides faktori - teurasarvostelufaktori	76
4.	Tulosten tarkastelu	80
5.	Tiivistelmä	86

A. JOHDANTO

Yleinen elintason parantuminen on saanut aikaan lihan kulutuksen voimakkaan lisäyksen. Sen myötä on lihan laadun arvostaminen kasvanut. Samanaikaisesti myös kuluttajien vaatimukset lihan laatuun nähden ovat huomattavasti kohonneet. Vaatimuksena on mahdollisimman vähärasvainen liha, jossa punaisen lihan osuus on suuri.

Lihateollisuudessa kilpailu on kiristynyt, mikä on johtanut raaka-aineitten entistä tarkempaan valintaan. Ruhojen laadun tuntemus on tullut yhä merkityksellisemmäksi. Lihateknologian ripeä kehitys on johtanut entistä suurempaan tehokkuuteen. Lihan markkinoinnin siirtyminen enenevässä määrin suurten valintamyymälöitten lihaosastoille on tuonut tullessaan palalihan ja kuluttajapakkaukset. Näin yhdenmukaisen laadun merkitys on tullut yhä olennaisemmaksi.

Kokonaisten ruhojen ja ruhon eri osien ulkomaille vienti tulee asettamaan teuraslaadulle niinkään varteenotettavia vaatimuksia. Lihantuotanto on voimakkaasti erikoistumassa asettaen täten myös teuraseläinten kasvattajille omia vaateita. Pyrkimyksenä on hyvään eläinainekseen perustuen tehokkaalla ruokinnalla tuottaa mahdollisimman taloudellisesti teollisuuden ja kuluttajien kysynnän mukaista lihaa.

Edellä mainittu kehitys on hyvin yleismaailmallinen. Tästä syystä ruhon ja lihan laatuominaisuudet ja niihin vaikuttavat tekijät ovat olleet jo useiden vuosien ajan intensiivisen tutkimuksen kohteina. Mitattavien ruhon ja lihan laatuominaisuuksien määrä on kasvanut suorassa suhteessa edellisen kehityksen kanssa. Suuria tutkimusvaroja on uhrattu sellaisen tekniikan kehittämiseen, jolla voitaisi selvittää ruhon koostumusta ja kudossien jakaantumista riittävällä luotettavuudella elävästä eläimestä. Viimeaikaiset tutkimukset viittaavat siihen, että ultraäänitekniikkaan perustuva mitausmenetelmä näyttäisi olevan pisimmälle kehitetty. Menetelmän soveltaminen jalostustutkimuksiin on laajenemassa. Tätä kuvaa jo se, että ruhon morfologisten ominaisuuksien, lihakuuden ja rasvaisuuden määrittäminen elävästä eläimestä ultraäänikuvauksella on yleislyymässä yhä useammassa maassa fenotyypitestauksessa.

Helsingin Yliopiston kotieläinten jalostustieteen laitos hankki v. 1970 käyttöönsä ultraäänikuvauslaitteen. Ultraäänitekniikkaa on siitä lähtien sovellettu jonkin verran sonnien poikaryhmien kasvukokeissa ja yksilötestausasemilla.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää nuorten sonnien ultraäänimittojen, ulkoisten mittojen sekä punnitustulosten kuin myös ruhon leikkelytulosten välisiä riippuvuussuhteita. Huomattavimpana tarkastelun kohteena ovat ultraäänimittojen ja tärkeimpien ruhon lihakkuutta ja rasvaisuutta kuvaavien ominaisuuksien vuorosuhteet. Tarkastelussa kiinnitetään huomiota myös ultraäänikuvauskohtaan ja kuvien tulkintaan. Lisäksi tarkastellaan ruokinnan vaikutusta koe-tuloksiin sekä isien välisten erojen merkitsevyyttä. Lopuksi pyritään selvittämään, minkälaisilla ominaisuuksilla tai ominaisuusryhmillä voitaisi parhaiten kuvata ruhon lihakkuutta ja rasvaisuutta.

B. TEURASLAADUN ARVIOIMISEN MENETELMÄT ELÄVILLÄ NAUTAELÄIMILLÄ

Aluksi lienee syytä selvittää, mitä teuraslaatu-käsitteellä tarkoitetaan. BERG'in ja BUTTERFIELD'in (1966) mukaan käsite teuraslaatu jaetaan kahteen osatekijään: ruhon koostumus (punaisen lihan, rasvan ja luun suhteellinen määrä ruhossa) ja ruhon muoto (kudososien jakautuminen ruhossa). Edelliseen määrittystapaan yhtyivät SKJERVOLD (1958) ja KEMPSTER ym. (1976).

BERG ja BUTTERFIELD (1976) pitivät ruhon lihaprosenttia loogisemmin kvantitatiivisena ilmaisuna kuin ruhon koostumuksen mittana. ANDERSEN (1974) toi esille ruhon lihaprosentin kasvavan merkityksen kuvaten samalla niitä moninaisia laatuvaatimuksia, jotka teurastamo ja leikkaamo asettavat.

BRÄNNÄNG (1976) tarkasteli teuraslaatu-käsitettä toisesta näkökulmasta. BRÄNNÄNG pitää parempana biologista ruhon kuvausta. Ikä, sukupuoli, teuraspaino ja rasvaisuusaste ovat tärkeämpiä kuin ruhon muoto.

LYKKE (1978) totesi teuras- ja lihanlaatu-käsitteet usein sekoitettavan keskenään. Teuraslaadulla tarkoitetaan ruhon koostumusta ja kudososien jakautumista sekä lihakkuutta. Lihan laatu sisältyy ominaisuuksiin kuten maku ja mureus. LYKKE perusti tutkimuksensa biologiseen ruhon kuvaukseen jakaen teuraslaatukriteerit seuraaviin ominaisuuksiin:

Ruhon koostumus:

1. lihaa %
2. rasvaa %
3. luita %

Kudososien jakautuminen ruhossa:

1. pistoolilihaa %
2. lihaa pistooliosassa/lihaa ruhossa
3. rasvaa " /rasvaa "

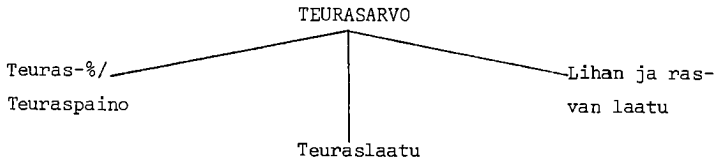
Ruhon lihakkuus:

1. liha-luusuhde
2. pitkän selkählihaksen pinta-ala

Ruhon muoto ja rasvoittumisaste:

1. subjektiivinen arvostelu
2. liha-rasvasuhde

Yhä useammin puhutaan myös käsitteestä teurasarvo. Se on lihakaupan ja kuluttajien luoma käsite. ANDERSEN (1970) jakoi teurasarvon seuraavasti:



Teurasarvo lasketaan teuraspainon kilohinnasta. Kilohinta puolestaan määräytyy laatuluokan mukaan.

Teuraslaatua arvioitaessa on arvosteluperusteet yleisesti pyritty kohdistamaan taloudellisesti tärkeimpiin ominaisuuksiin.

Ruhojen teuraslaadun arvioimiseksi on kehitetty joukko erilaisia menetelmiä ja laitteita. Tarkoituksperänsä mukaan menetelmät voidaan jakaa kolmeen ryhmään: kaupalliseen laatuluokitukseen, koetoimintaan (koeasema-arvostelu) sekä teoreettiseen tutkimukseen soveltuviin menetelmiin. Jako voidaan myös tehdä elävien ja teurastettujen eläinten kesken.

Kaupallinen menetelmä perustuu elävien eläinten sekä ruhojen rakenteen ja ulkomuodon subjektiiviseen arvosteluun. Koeasemilla voidaan soveltaa rutiininomaista elävien eläinten arvostelua teknisin menetelmin. Tarkin arvio eläimen teuraslaadusta saadaan kuitenkin vasta ruhon anatomisella leikkelyllä. Tämä menettelytapa on työteliäs ja ruhon arvoa alentava soveltuen siitä syystä vain teoreettisempaan tutkimukseen rajoitetulla eläinmateriaalilla.

Lihantuotantojalostuksen kannalta on pidetty ensiarvoisen tärkeänä sellaisen yksinkertaisen ja suhteellisen vähän kustannuksia vaativan menetelmän kehittämistä, jolla elävästä eläimestä olisi sen teuraslaatu ennustettavissa.

Seuraavassa luodaan katsaus elävien eläinten teuraslaadun arvioimiseen käytettyihin eri menetelmiin. Ne on jaettu kahteen osaan: subjektiivisiin ja objektiivisiin menetelmiin. Jälkimmäisistä käsitellään ainoastaan ruhon tietyn alueen koostumuksen määrittämistä. Pääpaino on pantu ultraäänimittauksiin, joita varsinaisesti tämä työ käsittelee.

1. Subjektiiiviset arvioimismenetelmät

1.1 Ulkomuotoarvostelu

Ulkomuodon arvostelulla on aina ollut merkittävä sija teuraseläin-kaupassa, joskin sen merkitys on vähentynyt kehittyneempien teuras-arvostelumenetelmien tultua tilalle. Eräs käytetyimmistä subjektii-visista arvostelutavoista lihakkuuden ja rasvaisuuden määrittämi-seksi on perustunut pistearvosteluasteikkoon tai kirjainluokitte-luun. Elävän eläimen pistearvostelun ja teurasarvostelun väliset korrelaatiot ovat vaihdelleet 0.22 - 0.95 (SKJERVOLD 1958; WHEAT and HOLLAND 1960; BLACKWELL ym. 1962; GREGORY ym. 1962, 1964), ol-len keskimäärin 0.40 - 0.50. Arvostelupisteitten ja suhteellisen liha- ja rasvamäärän väliset vuorosuhteet ovat jääneet varsin pie-niksi (NEIMANN-SØRENSEN, 1965).

LEWIS ym. (1968 B) osoittivat, että kokoneitten eläintenarvosteli-joitten antamalla pisteillä voitiin selvittää 75 % rasvan paksuu-den muuntelusta, kun yleensä ruhojen luokittajat pystyvät selvittä-mään vain 20-25 % ruhon ominaisuuksien muuntelusta subjektiiivisella pistearvostelulla. Arvostelijoitten asiantuntemuksen merkitystä pai-nottivat myös SKJERVOLD (1958) ja KALLWEIT (1976).

Yhteenvetona voidaan todeta, että silmämääräisen elävien eläinten arvostelun merkitys ruhon koostumuksen kuvaajana on vähäinen. Ulko-muotoarvostelupisteet antavat kuitenkin kokonaiskuvan eläimestä, sen koosta ja sopusuhtaisuudesta. Näin ollen ulkomuotoarvostelu esimer-kiksi fenotyyppitestauksessa objektiiivisten mittojen täydentäjänä puolustaa paikkaansa.

2. Objektiiiviset arviointimenetelmät

2.1 Lineaariset mittaukset

Eläimen rungon ja raajojen mitoilla on niitä eri tavoin yhdistämällä pyritty määrittämään muotoa ja mittaamaan ruhon absoluuttista ja suh-teellista liha-, rasva- ja luumäärää. Muutamat tulokset ovat olleet melko positiivisiakin. Todellista lihakkuutta ei mitoilla kuitenkaan ole luotettavasti pystytty arvioimaan. Syynä lienee voimakas yksilöi-

den välinen muuntelu ruumiinrakenteessa.

Kaksosilla suorittamalla tutkimuksilla CHRISTIAN ym. (1965 a), TAYLOR ja CRAIG (1967) havaitsivat, että mittojen heritabiliteetti lisääntyy iän mukana. Tämän voidaan katsoa johtuvan vanhempien eläinten mittaustarkkuuden parantumisesta. RUOHOMÄKI (1975) sai suuremmat korrelaatiot elävien eläinten mittojen ja teuraslaatuominaisuuksien välille 1-vuotiailla verrattuna 1/2-vuotiaisiin.

Syvyys-, leveys- ja ympärysmittojen on osoitettu parhaiten mittaavan ruhon lihakuutta ja rasvaisuustasetta. GREEN (1954) totesi lavan ja reiden leveysmitoilla olevan merkitystä lihakuuden kuvaajana. RUOHOMÄKI (1975) laajassa tutkimuksessaan, jossa oli mukana sekä puhdasrotuisia että risteytysvasikoita, sai rinnan ympäryksellä, rinnan leveydellä ja ruumiin pituudella teuraspainolle 83 %:n selitysasteen 1-vuotiailla, 1/2-vuotiailla oli selitysaste 77 %. Lihan kilomäärän selitysaste 1-vuotiailla oli 78.5 %, arvioivat ominaisuudet olivat samat kuin teuraspainolla. Sitävastoin lihaprocentin selitysaste jäi vain 26.5 %:iin, arvioivina ominaisuuksina olivat rinnan mittojen lisäksi takakorkeus ja takasäären leveys.

GREEN ym. (1971) suorittivat useiden vuosien ajan aberdeen angushärillä tutkimuksia, joiden tarkoituksena oli löytää sellainen 10-13 mitan yhdistelmä, joka parhaiten ilmaisisi ruhon osien painoja. Tulokset osoittivat, että keskiselän (short loin) painon paras mittaaaja oli keskiselän ja paistin kolmentoista eri mitan yhdistelmä. Saatu korrelaatio oli $R = 0.76$.

MILJAKOV (1971) sai kehittämänsä muotoindeksin = reiden spiraalimitta x takaosan vinopituus/takakorkeus ja ruhon lihamäärän välille korrelaation 0.70. Vastaavan mitan ja lihaprocentin välinen yhteys jäi heikohkoksi, 0.38. ANDERSEN'in (1977) mukaan säkäkorkeus, rinnan leveys ja ruumiin pituus antaa tietyn arvion luuprocentista ja liha-luusuhteesta.

Elävän eläimen rungon ja raajojen mitoilla on pääasiassa arvioitu vain lihan määrää. Vaikka monet korrelaatiot ovat olleetkin tilastollisesti merkitseviä, voidaan todeta, että paino yksinään ilmaisee tarkemmin lihan kilomäärää kuin mikään yksityinen metrinen mitta. WHITE ja GREEN (1952), CUNDIFF ym. (1967), VARO (1969).

2.2 Morfologiset mittaukset

2.2.1 Sonditekniikka

Sonditekniikka otettiin käyttöön 1950-luvulla. Sitä on sovellettu lähes yksinomaan sikojen selkäsilavan mittaamiseen. Ensimmäisenä otettiin käyttöön yksinkertainen teräksinen viivoitin, ruler probe (HAZEL ja KLEINE, 1952). Ns. Lean Meter'in, sähköpiikin, joka työnnettiin rasvakerroksen läpi lihakseen, kehittivät vähän myöhemmin amerikkalaiset ANDREWS ja WHALEY (1954). Menetelmä perustuu rasva- ja lihaskudosten välisiin sähkönjohtokyvyn eroihin. PEARSON ym. (1957) mukaan molemmat mittausvälineet olivat käyttökelpoisia arvioimaan silavan paksuutta ja ruhon arvokkaitten osien osuutta.

2.2.2 Biopsitekniikka

Biopsitekniikassa otetaan leikkaustoimenpitein koepala rasva- tai lihaskudoksesta. Näytepalasta voidaan määrittää subcutaanisen rasvan kemiallinen koostumus sekä intramuskuläärisen rasvan pitoisuus. Lihasten kehitystä voidaan seurata lihassyiden kasvun mittauksilla. Menetelmän käyttöä rajoittaa huomattavasti määrityksen hankaluus ja hitaus sekä edustavien näytteenottoaikkojen löytäminen (BRAY, 1953). Sitäpaitsi näytteiden ottamisesta saattaa olla seurauksena rasvan degeneroituminen lihaksessa (EVERITT ja CARTER, 1961; EVERITT, 1964; LINK ym., 1967). Ruotsissa ja Tanskassa tekniikkaa on kokeiltu karjujen yksilöarvostelussa karjunhajun testaamiseen (LUNDSTRÖM, MALMFORS ja HANSSON, 1973).

2.2.3 Röntgentekniikka

HOGREVE (1938) ensimmäisenä sovelsi röntgensäteiden käyttöä sioilla silavan paksuuden määrittämiseen. Tietyn ruhon osan koostumuksen määrittämisestä röntgensäteillä on saatu suhteellisen hyviä tuloksia (HÖRNICKE, 1965; HORST, 1971). STOUFFER'in (1971) mukaan ei röntgentekniikalla ole onnistuttu tyydyttävästi ennustamaan koko ruhon koostumusta. Menetelmän haittoja ovat mm. laitteen kalleus ja vaikeasti tulkittavat tulokset.

Aivan viime aikoina on otaksuttu, että röntgensäteiden kaltaisten gammasäteiden imeytymisastetta voitaisi hyväksikäyttää rasva- ja lihasuhteitten ennustamiseen määrättyistä ruhon kohdista (CUTHBERTSON, 1974).

2.2.4 Stereofotogrammetria

Stereofotogrammetria eli biofotografia on kehitetty USA:ssa, mutta viimeksi menetelmän kehittelyä on suoritettu todennäköisesti yksinomaan Länsi-Saksassa (STOUFFER, 1972). Tällä mittausmenetelmällä voidaan määrittää eläimen rungon tilavuutta, joka lasketaan ns. stereogrammista. BRINKS ym. (1964) osoittivat herefordhärillä suorittamallaan tutkimuksella, että ruhon osien painoja pystytään tarkasti arvioimaan fotogrammetriatekniikalla. Isät jälkeläisryhmineen on jopa kyetty asettamaan melkoisella varmuudella arvojärjestykseen.

2.2.5 Ultraäänitekniikka

2.2.5.1 Mittausperiaate

Yli puoli vuosisataa on ultraääntä käytetty teknisiin tarkoituksiin, kuten aineen lujuuden koetukseen, kaikuluotaukseen, tiedotusvälineinä jne. Ultraäänen biologisista vaikutuksista tehtiin havaintoja jo ensimmäisen maailmansodan aikana, kun laitetta käytettiin vedenalaiseen viestitykseen. Ultraäänen lääketieteellinen sovellutus on varsinaisesti alkanut toisen maailmansodan jälkeen. Elävien eläinten teuraslaadun arvioimiseksi on ultraäänitekniikkaa hyväksikäytetty jo 1950-luvun puolivälistä lähtien.

Ultraääniaallot ovat erittäin suuren värähtelykyvyn omaavia, ihmisen kuulorajan ulkopuolella olevia ääniaaltoja. Useimmat ultraäänilaitteet perustuvat impulssiheijastusmenetelmään, jossa on periaatteena suuren taajuuden omaavien, lyhytaikaisten pulssien kehittäminen.

Ultraäänilaitteen muodostavat impulssigeneraattori, värähtelykide eli äänipää, värähdysliikkeen laajentaja ja oskilloskooppi eli näyttöputki. Laitteen toiminta perustuu siihen, että äänipään kautta lähetetään tutkittavaan elävään kudokseen ultraääni-impulsseja, jotka

heijastuvat kaikuina eri kudosten välisistä sidekudoskalvoista. Kaiut tulevat näkyviin oskilloskoopille valopisteinä tai väräjäväänä murto- viivana riippuen laitteen mallista (kuvio 1). Laitteen näyttöputken asteikolta voidaan suoraan lukea eri kudokset millimetreinä. Toisin sanottuna tässä mitataan ultraääni-impulssien edestakaiseen matkaan kulunutta aikaa. Pehmeissä kudoksissa kuten eläin- kudoksessa ultraäänen nopeus ei ole vakio, vaan saattaa vaihdella hy- vinkin nopeasti. Liha- ja rasvakudoksessa äänen nopeus vaihtelee mm. lämpötilasta ja mittauspaikasta johtuen. SUNDGREN (1968) on esimer- kiksi suositellut laitteen kalibroimista vastaamaan silavan äänenno- peutta 1820 m/sek. Äänennopeus teuraslämpimässä silavassa (+38°C) on HORST'in (1964) mukaan n. 1500 m/sek. Jäähtyneissä ruhoissa (+4°C) on SUNDGREN (1968) arvioinut silavan äänennopeudeksi 1720 m/sek. Kalib- rointistandardilla, pleksilasien palasella, ääni asetetaan tietylle nopeudelle. SUNDGREN'in (1968) ja DUMONT'in (1957) mukaan äänennopeus eroaa eri mittauskohtien välillä. Äänennopeuden ero lavan silavan ja keskiselän silavan välillä on n. 30 m/sek. Lämpötilasta ja mittaus- kohdasta johtuvalla äänennopeuden muuntelulla ei juuri näytä olevan merkitystä nautaeläinten mittauksissa. Syynä on niiden huomattavasti ohuempi pintarasvakerrös. Luonnollisesti täytyy myös nautaeläimillä mittauskohta olla anatomisesti määritetty niin, että saadaan vertai- lukelpoisia mittausarvoja eläinten välillä. Tarkasteltaessa ultra- äänen etenemistä kudoksessa käytetään apuna akustiikassa sovellettuja nimityksiä ja matemaattisia malleja. Tarkastelua kuitenkin vaikeuttaa huomattavasti elävän kudoksen monimutkainen rakenne.

Eläinten ultraäänimittauksissa yleisimmin käytettävät frekvenssit ovat 1.5 - 2.5 MHz (1.5 - 2.5 milj. värähdystä/sek.).

Mittausmenetelmät

Käytännössä erotetaan varsinaisesti kaksi mittausperiaatetta:

A - m i t t a u s m e n e t e l m ä on yksiulotteinen ja tekee mah- dolliseksi rasvan ja lihaksen paksuuden mittauksen. Ultraäänikaiut nähdään oskilloskoopilla pystysuoraan taittuvina.

B - m i t t a u s m e n e t e l m ä on kaksiulotteinen mahdollistaen lihaksen poikkileikkauspinta-alojen mittauksen. Menetelmästä on kehi- tetty ns. yksinkertainen ja yhdistetty malli.

Yksinkertaisessa mallissa äänipäätä liikutetaan tutkittavan kohteen yli äänen suunnan pysyessä muuttumattomana (kuvio 2). Tällä menetelmällä saadaan suhteellisen heikko kuva, koska äänipää pystyy vastaanottamaan kaikuja vain sellaisesta lihaksesta tai luun pinnasta, joka on suunnattu kohtisuoraan äänen suuntaan.

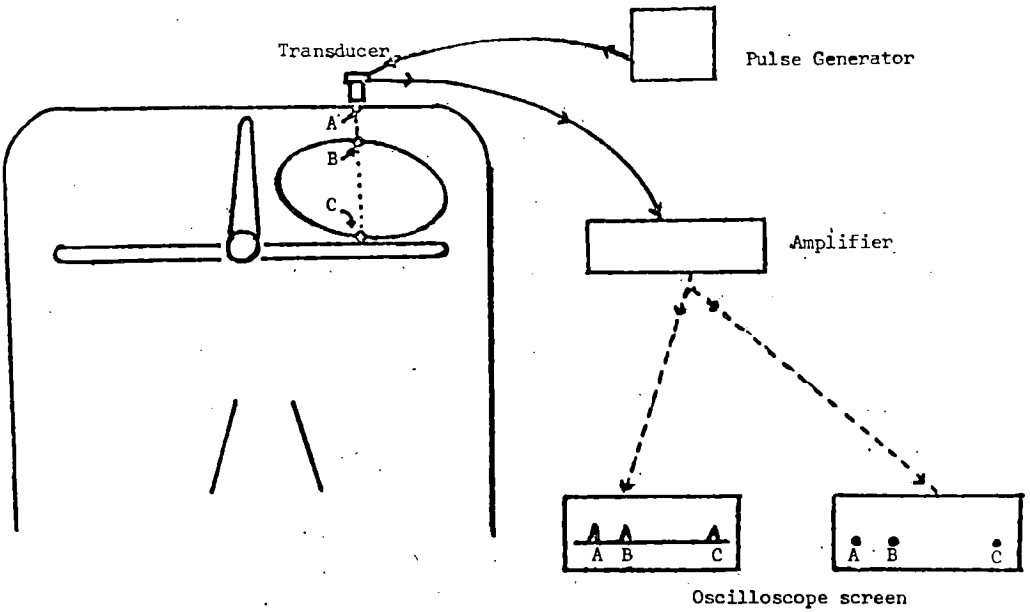
Yhdistetyssä mallissa, jota edustaa mm. tanskalainen ultraäänilaitte, äänipäätä voidaan liikuttaa vapaasti kaikkiin suuntiin valitussa skannaustasossa. Säteilysuuntaa voidaan muuttaa. Tämän johdosta kuvista saadaan myös selkeämpiä (kuvio 3).

2.2.5.2 Erimalliset ultraäänilaitteet

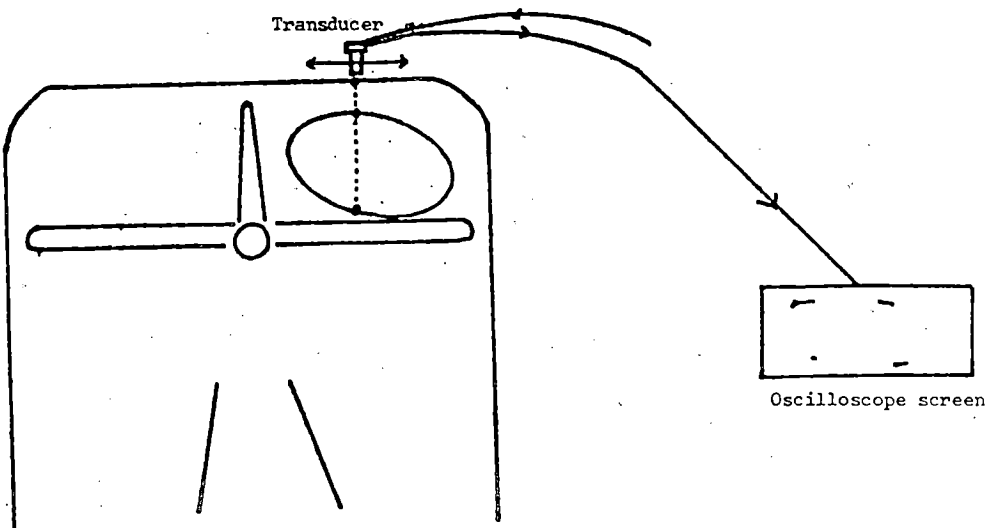
Toisistaan riippumatta on USA:ssa, Saksassa ja Tanskassa kehitetty erimalliset ultraäänilaitteet (STOUFFER, 1961 ja 1965; HORST 1964, BECH-ANDERSEN, 1970). Laitteissa on kamera synkronisoitu laitteen äänipään liikkeisiin, samalla varsinainen mittaustapahtuma on pitkälle mekanisoitu.

Amerikassa prof. STOUFFER'in ja BRANSON-yhtiön yhteistyön tuloksena kehitetty laite perustuu A-mittausmenetelmän pohjalle. Polaroid-kameran liikkua samanaikaisesti äänipään kanssa saadaan laite kuitenkin toimimaan B-menetelmän mukaisesti. Tuloksena on 2-ulotteinen kuva. Laitteesta käytetään nimeä Scanogram. Pintarasvan paksuus voidaan määrittää melko suurella varmuudella, jotavastoin lihasten ääriviivojen tulkintaan liittyy vielä epävarmuustekijöitä. Laitteella voidaan suorittaa sekä poikittais- että pitkittäismittauksia. Laite soveltuu nautaan, sian ja lampaan teuraslaadun arvioimiseen, jopa lampaitteen tiineyden toteamiseen. Eläinlääketieteessä laitteen käyttö kohdistuu elinten epänormaalisuuksien ja vikojen tutkimiseen kuin myös pötsissä esiintyvien vieraitten rautaesineitten paikallistamiseen.

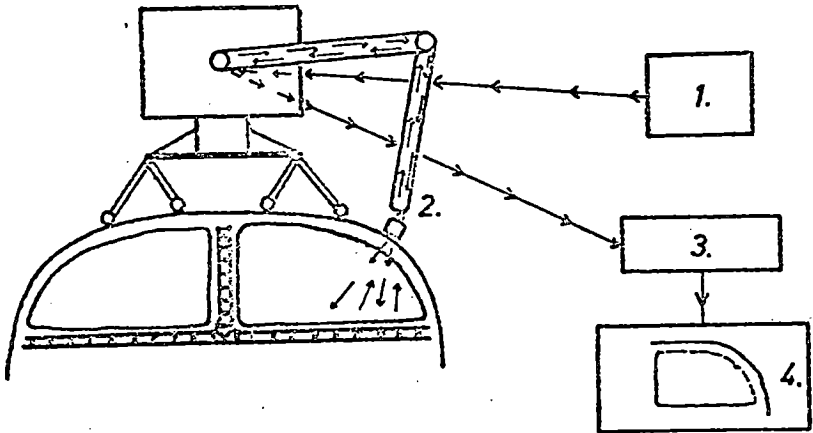
Kuvio 1. Ultraäänitekniikan periaate kaaviona



Kuvio 2. Yksinkertainen B-mittausmenetelmä



Kuvio 3. Yhdistetty B-mittausmenetelmä



- 1) Pulse generator, 2) Probe, 3) Amplifier, 4) Oscilloscope

Länsi-Saksassa Siemens-yhtiö yhdessä prof. HORST'in kanssa on kehittänyt sikojen ja nautojen mittauksiin soveltuvan Vidoson-nimisen laitteen, joka alkuaan suunniteltiin ihmisillä suoritettavia ultraäänimittauksia varten. Tässä laitteessa ultraääni lähetetään pyörivässä äänipäässä koveralle levyllä, josta ääniaallot heijastetaan mitattavaan kohteeseen. Laite on suhteellisen yksinkertainen, mutta edellyttää eläimen täydellistä paikallaan pysymistä. Lihaksen alan ääriviivojen selvyys ei myöskään näytä vielä olevan paras mahdollinen.

Tanskalainen SVC-merkinen ultraäänilaitte on kehitetty yhteistyössä Sveitse-keskuksen, teknisten tieteiden akatemian sekä kotieläintieteen laitoksen nautakarja- ja sikatutkimusosastojen kanssa. Laite eroaa muista edellisistä, edustaen yhdistettyä B-mallia. Äänipään suunta ja asento rekisteröidään ja siirretään oskilloskoopille kolmesta tietokeskuksesta. TV:n tapaisesta kuvaruudusta voidaan koko ajan seurata ultraäänien kulkua ja lihaksen ääriviivojen syntymistä. Jos ruudulla oleva kuva on tyydyttävä, se valokuvataan, muussa tapauksessa mittaus

uusitaan. Saadut valokuvat heijastetaan lasilevyille, josta lihaksen poikkileikkauksen ja rasvakudoksen ääriiviivat piirretään kuultopaperille. Senjälkeen pinta-alat lasketaan elektronisella planimetrilla. SVC-laite on ollut jatkuvan kehittelyn alaisena. Uusin muunnos, DAN-SCANNER, otettiin käyttöön v. 1976. Siinä on 80 ääripäätä, jotka toimivat jaksottain. Kuvaruudusta voidaan välittömästi seurata lihaksen alan ja rasvakerroksen ääriviivojen syntymistä. UÄ-kuva voidaan aikaansaada valinnaisesti kolmen eri mittakaavan koossa. Mittaus ei edellytä eläimen paikallaan pysymistä. Laite ei myöskään ole altis lämpötilan muutoksille. Kuvien tulkinnan varmuus on varsin tyydyttävä. Kuvat 1 ja 2 (sivu 18) esittävät tanskalaista Danscanner-laitetta sekä sen tulkitsemaa ultraäänikuvaava pitkän selkälihaksen poikkileikkauspinnasta.

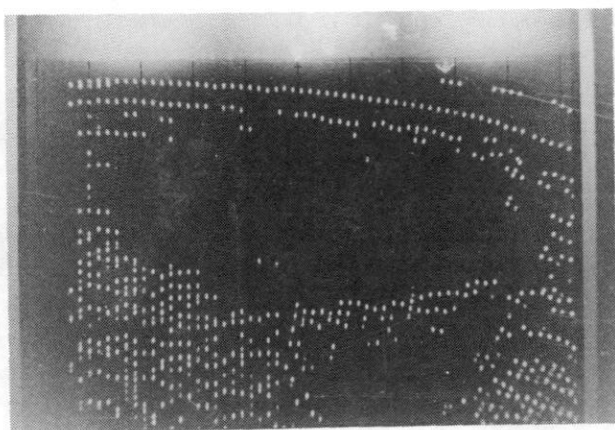
2.2.5.3 Ultraäänikuvaustekniikka Scanogram-laitteella

Yliopiston Kotieläinten jalostustieteen laitokselle hankittiin v. 1970 maatalous-metsätieteellisen toimikunnan myöntämin varoin edellä mainittu Scanogram Model 721-laite, jota suomalaisittain voitaisi kutsua ultraäänikameraksi.

Perusyksikkönä on tavallinen Sonoray-merkkinen kaikuluotain, jota yleisesti käytetään sikojen silavan tutkukseen. Scanogram-laitteeseen on lisäksi liitetty Polaroid-kamera. Laitteessa ääripää kulkee pitkin ohjauskiskoa, joka laitetaan eläimen selän päälle kuvattavaan kohtaan. Kun laite käynnistetään, liikkuu ääripää mekaanisesti ohjauskiskoa pitkin tietyllä nopeudella vakiomatkan. Samanaikaisesti on kamera viritettynä seuraamaan ääripään kulkua. Kamera kuvaa kaiut, valopisteet oskilloskoopilta, jolloin ne tulevat filmille viivojen muodossa. Viivat osoittavat kudosten paksuusmuutosten paikkoja kuin myös poikkileikkauspinta-alan ääriviivoja filmillä.



Kuva 1. Tanskalainen Danscanner-ultra-
äänilaite



Kuva 2. Danscanner-laitteen ultraäänikuva selkäli-
haksen poikkileikkauspinnasta

2.2.5.3.1 Kuvauksen suorittaminen

Ennen kuvausta laite säädetään oikeaan asentoonsa. Eläin asetetaan kuvauksen ajaksi telineeseen, jossa sen tulisi pysyä liikkumatta. Jos eläin on jännittynyt, jolloin sen selkälihakset supistuvat tai jos eläin liikahtaa äänipään liikkeessa, saattaa kuva saada vääristyneen muodon. Kuvasta tulee normaalia suurempi (van LENT, 1970). Kuvattavalta alueelta karva ajetaan pois, jonka jälkeen alue öljytään huolellisesti. Öljy tunkeutuu nopeasti karvapeitteeseen toimen väliaineena ilman vaikutuksen estämiseksi. Samalla varmistuu ultraääniaaltojen siirtyminen koneeseen. Itse kuvauksen suorittaminen kestää 10-15 sekuntia. Filmin kehitykseen kuuluu lämpötilasta riippuen 15-30 sekuntia. Jos kuva näyttää selvältä, niin että kaikki välttämättömät ääriiviivat ja yksityiskohdat ovat nähtävissä, voidaan olettaa saatavan tarkka arvio lihaksen koosta. Muussa tapauksessa on kuvaus uusittava. Toimenpide ei tuota vahinkoa tai haittaa eläimelle.

EAST'in ym. (1959) mukaan UÄ-kuvaus kattaa tietyn alueen, mutta ruhosta otetaan mitta joltakin kohdalta.

2.2.5.3.2 Ultraäänikuvien tulkinta

Ultraäänikuvien tulkinta vaihtelee käytettävästä UÄ-laitteesta ja mittaumenetelmästä johtuen. Scanogram-laitteella tuotettavien UÄ-kuvien eli scanogrammien tulkinnasta annetuissa ohjeissa (van LENT, 1970) on tarkasti esitetty tulkintamenettely ja mahdolliset virhelähteet.

Scanogrammista piirretään pitkän selkälihaksen ala ja pintarasvakerros kuultopaperille. Itse pinta-ala määritetään planimetrilla. Mittakaavana käytetään 1:2. Kuvassa tulisi selvästi erottua selkäranka sekä spinalis dorsi- ja longissimus costarum-lihakset, rasvaisemmillä eläimillä lisäksi rasvakasautuma selkärangan puoleisessa päässä. Pitkän selkälihaksen pinta-alaa planimetroitaessa sisällytetään siihen myös ympäröivät pikkulihakset (musculus multifidus dorsi ja musculus iliocostalis). Ko. lihakset muodostavat pitkän selkälihaksen kanssa hyvin yhtenäisen lihaskimpun. Käytännössä niiden erottaminen toisistaan olisikin lähes mahdotonta. Pitkän selkälihaksen pinta-alan mää-

rittäminen vaikeutuu sen pään puoleiseen päähän päin siirryttäessä, koska ympäröivät pikkulihakset eivät enää liity kiinteästi pitkään selkälihakseen. Lisäksi mahanpuoleinen pisteiviiva saattaa olla epämääräinen.

Paksuuskuvien piirtäminen ja tulkinta ovat yksiselitteisempiä kuin poikkileikkauksuvien. Selkälihaksen paistinpuoleista päätä kuvasta tulkittaessa auttavat lannenikamien poikkihaarakeista esiintulevat voimakkaat kaiut.

Rasvakerroksen paksuuden määrittäminen on yleensä paljon helpompaa. Vähänkin kookkaammilla eläimillä on jo siksi selvä nahanalainen rasvakerros, että se erottuu scanogrammissa.

2.2.5.4 Ultraäänitekniikkaan liittyvät ongelmat

Ultraäänitekniikan tarkkuutta elävien eläinten mittauksissa on voitua lisätä menetelmään perehtyneisyyden ja kokemuksen myötä. Eri työvaiheet pystytään toistamaan melkoisella varmuudella. Käytännön mittauksissa ja kuvien tulkinnassa saattaa kuitenkin esiintyä virhetehtäjiä, joista voidaan mainita eläinten välinen muuntelu, laitteen kalibrointi, kudosuutokset ja ultraäänikuvien tulkinta.

2.2.5.4.1 Eläinten välinen muuntelu

EAST ym. (1959), PRICE ym. (1960), HEDRICK ym. (1963) osoittivat eläimen liikehtimisen kuvauksen aikana haittaavan mittauksen suorittamista. Eläimet, joilla intramuskulaarisen rasvan määrä on runsasta, ovat vaikeammin mitattavissa. Mitä teuraskypsempi eläin on, sitä marmoroituneempaa liha yleensä on. Tämän katsotaan vaikeuttavan pitkän selkälihaksen mahanpuoleisen alueen tulkitsemista UÄ-kuvasta (ALSMEIER ym., 1963; HEDRICK ym., 1963; TEMPLE ym., 1965). Lisäksi rasvan koostumus saattaa vaihdella eläinten välillä aiheuttaen äänennopeusvaihteluita rasvakerroksessa (EAST ym., 1959).

2.2.5.4.2 Laitteen kalibrointi

Virhe saattaa syntyä myös siinä tapauksessa, että laitetta ei ole oikein kalibroitu, ts. ei ole huomioitu eläinlajin eikä teuraskypsyyden vaikutusta (BACKUS, 1963). Laitteen kalibroinnin on todettu vaikuttavan äänen läpäisykyvyn tarkkuuteen, ulkoapäin tulevien kaikkujen heikentymiseen ja signaalin selvyYTEEN (TEMPLE ym., 1965).

2.2.5.4.3 Kudosuutokset

Elävän eläimen pitkän selkälihakseen pinta-alan sekä rasvan paksuusmittojen ja ruhosta otettujen mittojen välillä on selviä eroja. STOUFFER ym. (1961) otaksuivat, että elävän eläimen lihaksen muoto ja rasvan paksuus muuttuvat teurastuksen, riiputuksen ja katkaisun seurauksena. TEMPLE'n ym. (1965) mukaan eläimen teurastuksen yhteydessä nahan mukana poistuva pintarasva aiheuttaa 0,5 cm:n eroja UÄ-mittojen ja todellisten rasvan paksuusmittojen välille. Samat tutkijat arvioivat, että elävästä eläimestä mitattu kohta saattaa riiputettaessa siirtyä 5 cm.

Cornellin yliopiston kotieläintieteen laitoksella USA:ssa, missä on paljon tutkittu ultraäänitekniikkaan liittyviä kysymyksiä, on osoitettu rigor mortiksen ja teurastuksessa tapahtuvan veren hukan aiheuttavan lihaksen supistumista 5-10 %. Ruhon riippuessa takapotkitaan joutuu paistilinja vastakkaiseen suuntaan, jolloin ei myöskään mahanseinämlihakseista saada tukea. Lisäksi on havaittu, että pitkä selkälihakas kutistuu sivuilta ja venyy pystysuoraan 48 tunnin riiputusaikana, ts. lihaksen muoto muuttuu huomattavasti (van LENT, 1970). Suurena ongelmana näyttää olevan täsmälleen saman kohdan löytäminen ruhosta kuin mistä ultraäänimittaus on suoritettu elävästä eläimestä (EAST ym., 1959; STOUFFER ym., 1961; HEDRICK ym., 1963).

2.2.5.5 Pitkän selkälihakseen mittausten teoreettinen perusta

Pitkä selkälihakas (musculus longissimus dorsi = M.L.D.) on yksittäinen lihas, joka käsittää ruhon kokonaislihamäärästä suhteellisesti suurimman osan kuin mikään muu lihas (JENSEN, 1967). Se on myös ru-

hon parhaiten rajoitettu lihas. Laadullisesti arvokkaimpana sillä on myös korkein kilohinta. Täten ei ole ihme, että lihaksesta on tullut merkittävä tutkimuksen kohde, erityisesti ruhon lihakkuuden osoittajana. Kirjallisuudesta löytyy suunnaton määrä selkälihasta koskevia tutkimuksia. MACKINTOSH jo v. 1937 esitti pitkän selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan määrittämismenetelmän. 50-luvulla menetelmä automatisoitiin poikkileikkauskohdan valokuvauksella. EAAP:n (Euroopan Kotieläintuotantoliitto) kongressissa v. 1972, jossa käsiteltiin mm. naudanruhon ominaisuuksien arvostelun standardisoimista, ehdotettiin MLD:n poikkileikkauspinta-alan lisäämistä arvostelumenetelmään eräänä tärkeänä valintakriteerinä (SCHÖN, 1972). Tämä on osoituksena jatkuvasta kiinnostuksesta lihasta kohtaan. Seuraavassa rajoitutaan vain sellaisiin tutkimustuloksiin, joiden on katsottu tavalla tai toisella soveltuvan tämän tutkimuksen perustaksi.

BUTLER ym. (1956 a); CHARPENTER ja PALMER (1961) saivat merkitseviä eroja ruhon oikeasta ja vasemmasta puoliskosta arvioitujen pitkän selkälihaksen pinta-alojen välille. Samaan johtopäätökseen tulivat myös MILLER ym. (1965). Erojen otaksuttiin johtuvan ruhojen katkaisutapojen erilaisuudesta tai lihaksen alan mittausvirheistä. Ruhon oikean puoliskon selkälihaksen ala oli keskimäärin suurempi kuin vasemman puoliskon, mutta rasvakerros oli paksumpi vasemmassa kuin oikeassa puoliskossa. Jos ruho halkaistaan samasta kohdasta kohtisuoraan selkälihaksen pitkää akselia vastaan, saadaan kummaltakin puolelta yhtä suuret poikkileikkauspinta-alat.

MILLER ym. (1965) totesivat kuudesta eri selkälihaksen kohdasta (11. rintanikama - ensimmäinen lannenikama väliseltä alueelta) suorittamallaan mittauksilla, että selkälihak on pienin 11. rintanikaman muodostamalla alueella, kasvaen asteittain 12-13. rintanikamien yhtymäkohtaan asti. Merkittävä koon pienentyminen on havaittavissa viimeisen rintanikaman keskikohdalla. Pinta-alan huomattava suureneminen todetaan jälleen viimeisen rintanikaman ja ensimmäisen lannenikaman yhtymäkohdassa. Sialla sitävästoin kyljyslihas kasvaa tasaisesti 3-10. rintanikamien alueella. Rasvakerros on paksuin 11. rintanikaman alueella, pienentyen asteittain viimeisen rintanikaman ja ensimmäisen lannenikaman yhtymäkohtaan.

GUENTHER ym. (1965) osoittivat herefordhärillä tekemillään tutkimuksilla, että selkälihas oli pienin 6. rintanikaman kohdalla ja suurin 12. rintanikaman alueella. Tutkijat päättelivät selkälihaksen saavuttavan täyden kokonsa 6-9. rintanikaman alueella aikaisemmin kuin 12. rintanikaman kohdalla. Tutkimuksessa verrattiin myös traditionaalisen ja intensiivisen ruokinnan vaikutusta selkälihaksen kokoon eri ikäkausina. Mittaukset otettiin kolmesta eri lihaksen kohdasta. Tuloksista kävi ilmi, että 7. ja 11. kuukausien välisenä aikana intensiivisen ruokinnan vaikutus näkyi eniten lihaksen kasvussa 12. rintanikaman alueella. Intensiivisellä ruokinnalla saatiin $3,5 \text{ cm}^2$ suurempi pitkän selkälihaksen pinta-ala kuin normaaliruokinnalla. Tuloksista voitiin todeta lihaksen voimakas kasvu sen keskikohdalla (12. rintanikaman alue) iän karttuessa (11-16 kk).

Selkälihaksen koon suurentumista painon noustessa kuvaavat FIELD'in ja SCHOONOVER'in (1967) saamat tulokset. Koeaineistona oli 364 sonnia, jotka teurastettiin pienissä erissä elopainojen vaihdella 90-590 kg. Selkälihaksen kasvukäyrä seurasi painon kehitystä täysin lineaarisesti. ZINN'in (1962) koeaineisto koostui häristä ja hiehoista, jotka teurastettiin niinkään lyhyin väliajoin. Härillä todettiin selkälihaksen kasvu puolen vuoden ikään asti, tasoittuen jäljellä olevien 270 päivän kasvatusjakson aikana. Sitävastoin hiehoilla selkälihaksen koko kasvoi 120 kasvatuspäivään asti, pysyen senjälkeen seuraavat 150 päivää lähes muuttumattomana. Edellä esitetyt erot johduvat otaksuttavasti sonnien ja härkien erilaisesta kasvurytmistä.

Rotujen välisiä eroja selkälihaksen koossa on myös tutkittu. COLE ym. (1962) vertaillaessaan kuuden eri rotuisen eläimen ruhoja osoittivat angusrodulla olevan muita kookkaamman selkälihaksen etu- ja keskiselältä mitattuna. Santa gertrudisrodulla oli suurin selkälihas ristiselältä mitattuna. Friisiläisen selkälihas osoittautui eri kohdista mitattuna rotujen välisiä keskiarvoja pienemmäksi, vaikkakin ruhon kokonaislihamäärä oli toisia suurempi. Jerseyrodun selkälihas oli selvästi toisia pienikokoisempi, samoinkuin ruhosta saatu lihamääräkin. COLE ym. (1962) totesivat, että kolmen edellä mainitun pinta-alamitan keskiarvo oli voimakkaammin korreloitu ruhon lihamäärään kuin yksikään pinta-alamitta yksinään ($r = 0.63$). Kun kolmen pinta-alamitan keskiarvo kerrottiin ruhon pituudella, saatiin korrelaatioksi $R = 0.73^{**}$. Ruhon pituus antoi täten vähän lisävarmuutta kokonaislihamäärän arvioimiseen.

Selkälihaksen alan ja eri teuraslaatuominaisuuksien välisiä vuoro-
suhteita on paljon tutkittu. Absoluuttisten lihamäärien ja pinta-
alojen väliset yhteydet ovat yleensä kohtalaisen suuria (SKJERVOLD,
1958; MILLER ym., 1965; RAMSAY ym., 1967; TUREK ym., 1967; Mc REY-
NOLDS ym., 1970; CROSS ym., 1973). Sitävastoin lihan prosentuaali-
sen määrän, etenkin ruhon arvokkaasta osasta arvioituna, ja pitkän
selkälihaksen alan väliset korrelaatiot ovat melko pieniä tai osoit-
tavat jopa vuorosuhteen täydellistä puuttumista. IWANAGA & COBLE
(1963), CROSS ym. (1973) saivat pitkän selkälihaksen alan ja luutto-
man ruhon arvokkaan osan lihaprosentin väliseksi korrelaatioksi vain
0.30. ANDERSEN (1974) ilmoitti selkälihaksen pinta-alan ja ruhon li-
ha-%:n väliseksi korrelaatioksi 0.42. Vaikkakin pitkän selkälihaksen
poikkileikkauspinta-alan mittauksella ruhosta on pystytty yleensä
suhteellisen heikosti ennustamaan ruhon todellista lihakkuutta, on
sen mittaaminen elävästä eläimestä osoittautunut lupaavaksi teuras-
laadun indikaattoriksi. Mahdollisuuksia jalostusvalinnalla suurentaa
M.L.D.:n alaa pitävät useat tutkijat todennäköisenä riittävän suuren
perinnöllisen muuntelun ja heritabiliteetin johdosta (ANDERSEN ja
ERNST, 1972; LANGHOLZ ja JONGELING, 1972; OJALA ja VARO, 1974; PUON-
TI, 1975).

2.2.5.6 Ultraäänitutkimukset

2.2.5.6.1 UÄ-mittausten luotettavuus

TEMPLE ym. (1956) mainitaan ensimmäisinä, jotka kokeilivat ns. soma-
scopea elävien nautaeläinten nahanalaisen rasvakerroksen paksuuden
mittauksissa. STOUFFER ym. (1959) ottivat ensimmäisinä käyttöönsä
tekniikan, jossa ultraäänen lukemat ja eri läpäisykulmat rekisteröi-
tiin ja piirrettiin millimetripaperille. Menetelmä antoi jo luotet-
tavia mitta-arvoja pitkän selkälihaksen poikkileikkauspinta-alasta
ja paksuudesta. PRICE, PEARSON ja EMERSON (1960 a) sekä PRICE ym.
(1969 b) saivat jo kiinteän yhteyden UÄ-menetelmällä arvioitun ja
ruhosta mitatun pitkän selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan sekä
nahanalaisen rasvakerroksen välille. Edellisten jälkeen ovat useat
tutkijat selvittäneet UÄ-mittausten luotettavuutta. Taulukkoon 1 on
kerätty tutkimustuloksia, joissa verrataan UÄ-menetelmällä saatua
selkälihaksen pinta-alaa ruhosta saatuun vastaavaan tulokseen.

Taulukko 1. Ultraäänimenetelmällä arvioidun ja ruhosta mitatun pitkän selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan välisiä yhteyksiä (r) ja selkälihaksen muuntelukertoimia (v)

Kirjoittaja	Vuosi	n	r	v	Mittausmenetelmä	Rotu
Stouffer ym.	1960	54	0.49	9	A	Hereford
"	1960	82	0.22	9	A	"
"	1961	39	0.42	9	yksink. B	"
Hedrick ym.	1962	47	0.58	11	"	"
"	1962	71	0.88	10	"	"
Ritter ym. Burgkart ja	1963	41	0.80	9	A	Fleckvieh
Doroszewski	1964	42	0.92	12	A	
Wedekind	1964	41	0.58	14	yksink. B	Saksan Fr
"	1964	41	0.72	18	"	"
Davis ym.	1965	51	0.92	?	?	Hereford x Charolais
Meyer ym.	1966	52	0.92	10	A	Hereford
La Chevallerie	1968	47	0.54-0.70	?	A	Saksan Fr
Mc Reynolds ym.	1970	63	0.95	9	A	Angus
Andersen ja						
Ernst	1972	164	0.44-0.61	?	yhd. B	Saksan Pun.
Tulloh ym.	1973	29	0.32-0.76	?	B	Friisiläinen
Wallace ym.	1977	27	0.58-0.77	9	B	Hereford

Taulukosta nähdään, että selkälihaksen muuntelu on 9-18 %. Korrelaatiot ovat vaihtelevia, kuitenkin keskimäärin 0.60 - 0.70 suuruusluokkaa.

NEIMANN-SØRENSEN(1972) ilmoitti UÄ-menetelmällä arvioidun pitkän selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan ja vastaavan ruhomitan väliseksi korrelaatioksi 0.76, samalla todeten tutkimustekniikan ja -tarkkuuden kehittyneen jo niin korkealle, että UÄ-mittoja voidaan pitää lähes samanarvoisina vastaavien ruhomittojen kanssa.

Kanadalaiset GILLIS ym. (1973) ovat keränneet yhdistelmän eri tutkijoitten saamien UÄ-mittojen ja ruhosta otettujen pintarasvakerroksen paksuusmittojen (11. kylkiluulta) välisistä korrelaatioista. (Taulukko 2).

Taulukko 2. Yhdistelmä ultraäänimenetelmällä arvioidun ja ruhosta mitatun pintarasvakerroksen paksuuden välisistä yhteyksistä (r) (GILLIS ym., 1973).

Kirjoittaja		Lukumäärä	Mittausperiaate	r
Stouffer ja Wellington	1960	54	A	0.35
Davis ja Long	1962	60	B	0.90
Hedrick ym.	1963	47	A	0.53
"		71	A	0.16
"		57	A	0.43
Stouffer	1966	47	B	0.42
Watkins ym.	1967	40	B	0.80
"		40	B	0.93
Mc Reynolds ja Art-haud	1970	39	A	0.61

Taulukosta nähdään, että myös rasvamittojen välisissä yhteyksissä on selviä eroja. Keskimääräinen vuorosuhde on samaa suuruusluokkaa kuin pinta-alamittojen välillä. GILLIS'in ym. (1973) mukaan edellä esitettyihin eroihin vaikuttavat sekä mittaaajan totutus ja taitavuus että mittauskohta, rasvakerroksen paksuus ja mittalaitteen kalibrointi. Naudan pintarasvakerroksen paksuuden vaihtelut aiheuttavat tulkinnallisia vaikeuksia ja tulosten luotettavuuden heikentymistä. WATKINS ym. (1967) totesivat, ettei nahanalaisen rasvakerroksen paksuus alenna selkälihakseen koon ar-

vioimisen tarkkuutta, mutta vaikuttaa rasvan määrittämiseen. Rasvan paksuus yliarvioitiin eläimillä, joilla se oli vähemmän kuin 2 cm ja päinvastoin aliarvioitiin rasvakerroksen vahvuuden ylittäessä 2 cm. Jälkimmäisessä tapauksessa pystyttiin selkälihaksen kokoa enustamaan huomattavasti varmemmin ($r = 0.84$) kuin edellisessä tapauksessa ($r = 0.55$). Päinvastaiseen tulokseen päätyi GRAVERT (1967) friisiläisillä suorittamallaan tutkimuksilla saatuaan selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan UÄ-mitan ja ruhosta määritetyn todellisen pinta-alan välille vain 0.31 suuruisen vuorosuhteen. Saadun tuloksen perusteella voidaan päätellä ruhon pintarasvan paksuuden vaikuttavan selkälihaksen koon mittaamistarkkuuteen.

Ultraäänimenetelmän tarkkuuden arvioimiseksi on ollut välttämätöntä myös selvittää, mitkä lihakset luetaan varsinaiseen selkälihakseen kuuluviksi. Tästä antavat SCHREWSBURY ym. (1961) yksityiskohtaisen selvityksen. Varsinaisesti voidaan kuusi eri lihasta eritellä kahdenkeltaoista kylkiluulta. Longissimus dorsi-lihas käsittää 67 % koko selkälihaksen alasta. Toiseksi suurin on spinalis dorsi, 10.8 %. Lihantutkijat laskevat usein vain näiden kahden yhdessä muodostavan selkälihaksen, jotkut sisällyttävät siihen yksinomaan longissimus dorsi-lihaksen. Ultraäänikuvassa tulevat kaikki kuusi lihasta mukaan, sillä ääniaallot tunkeutuvat koko lihasalueelle. Joissakin ultraäänitutkimuksissa on tosin saatu erittäin kiinteä vuorosuhde, kun longissimus dorsi- ja spinalis dorsi-lihakset ainoastaan ovat olleet kuvassa mukana.

2.2.5.6.2 Toistuvuus

Useissa tutkimuksissa on selvitetty UÄ-kuvien tulkintatarkkuutta toistamalla tulkintoja. On laskettu selkälihaksen pinta-alan tai rasvan paksuuden välisiä yhteyksiä kahdella eri mittalaitteella saatujen tulosten, eri mittaaajien tai kuvien tulkitsijoiden saamien tulosten välillä. Pinta-alan korrelaatiot ovat vaihdelleet 0.60 - 0.90 (STOFFER ym., 1961; TEMPLE ym., 1965; DAVIS ym., 1966; ANDERSEN ym., 1970; ANDERSEN ja ERNST, 1972; OJALA ja VARO, 1974; WALLACE ym., 1977). Scannogram-laitteella saatujen kuvien tulkintojen välillä on päästy lähes täydelliseen yhteyteen.

Rasvan paksuusmittojen toistamisessa ei ole päästy sellaisiin yhteyksiin naudalla kuin on päästy sioilla, $r = 0.90 - 0.95$. Tämän katsotaan johtuvan naudän ohuemmasta pintarasvakerroksesta (MILES ym., 1972).

GILLIS ym. (1973) vertaillessaan Krautkrämer- ja Scanogram-laitteita totesivat molempien olevan yhtäläisiä rasvan paksuuden mitaajia. Lihaksen alan arviot olivat tarkempia Krautkrämerillä kuin Scanogram-laitteella mitattaessa.

2.2.5.6.3 Mittausvarmuus

Mittausvarmuuden parantuminen lihaksen suurentuessa, siis eläimen kasvaessa, käy selville MEYER'in ym. (1966) tutkimuksesta, jossa kahden vuoden aikana verrattiin 52 sonnin selkälihaksen koon ultraäänimittoja vastaaviin ruhomittoihin. Kasvukokeen aikana sonnit ultraäänikuvattiin kolme eri kertaa; ensimmäisenä, viidentenä ja yhdeksäntenä koeviikkona sekä neljännen kerran ennen teurastusta. Ensimmäisenä koeviikkona otettujen, arvioitujen pinta-alamittojen ja todellisten mittojen välille saatiin korrelaatioksi 0.59 ($p < .01$) ja vastaavasti ennen teurastusta otettujen ja todellisten pinta-alamittojen välille $r = 0.92$ ($p < .01$). Tuloksista voitiin vetää se johtopäätös, että ne sonnit, joilla oli toisia kookkaampi selkälihak kokeen ensimmäisessä mittauksessa, näyttävät säilyttävän lihaksen kasvukäyrän samanlaisena maturiteettiin saakka. Tulos osoittaa, että ultraäänitekniikalla pystytään ennustamaan jo aivan nuoresta eläimestä sen lihakkuuspotentiaalia.

MEYER ym. (1966) ovat verranneet kasvukokeen eri jaksoina ja sen päättyessä otettujen ultraäänimittojen välistä yhteyttä eri jälkeläisryhmien kesken. Kokeessa oli kuuden eri herefordsonnin jälkeläisiä. Isien väliset erot vuorosuhteissa kokeen alussa vaihtelivat $0.50 - 0.89$. Kokeen alussa ja lopussa otettujen selkälihaksen alan ultraäänimittojen väliset korrelaatiot olivat merkitseviä ($p < .01$). Ne olivat myös hyvin samanlaisia verrattuna korrelaatioihin, joita oli saatu elävistä eläimistä arvioitujen ja ruhomittojen välille. Saman aineiston keskiarvo- ja hajontaluvuista käy selville lihaksen kasvun lineaarisuus. Jälkeläisryhmien arvojärjestys ei ole sama kokeen alkaessa ja päättyessä. Suhteellisesti voimakkainta lihaksen

kasvu näytti olleen kokeen loppupuolella, lähellä vuoden ikää. Eriten hajontaa esiintyi kokeen päättyessä mitatuissa pinta-alamitoissa.

2.2.5.6.4 Ruokinnan vaikutus

Ultraäänimittauksella arvioidun ja ruhosta määritetyn selkälihaksen alan välistä yhteyttä on myös tarkasteltu ruokinnan eri intensiteettitasoilla. MEYER'in ym. (1966) tutkimusaineistona oli 48 herefordhiehoa, jotka oli jaettu kolmeen eri energiatasoryhmään. Ultraäänikuvaukset suoritettiin kokeen alkaessa ja päättyessä. Verrattaessa UÄ-mittoja ruhomittoihin saatiin kaikilla intensiteettitasoilla merkitsevät korrelaatiot. Ultraäänimittaustuloksista voitiin päätellä, että niillä yksilöillä, joilla nuorena todetaan selkälihaksen iso koko, pysyy lihaksen kasvu samansuuntaisena täysi-ikäisyyteen saakka ruokinnan intensiteetin vaihdelleksakin. Toisin sanoen nuoren eläimen UÄ-mitat mittaavat lihakuutta luotettavalla varmuudella. Elopainon ja selkälihaksen pinta-alan muutosten väliset korrelaatiot eivät kokeen aikana olleet merkitseviä voimakkaalla ruokinnalla olleitten ryhmässä. Korrelaatioista voitiin kuitenkin päätellä, että eläimen painon noustessa kasvaa myös lihaksen koko. Alhainen energiataso ei ainoastaan näytä johtavan painon putoamiseen kokeen aikana, vaan myös selkälihaksen pienentymiseen. Syytä lihaksen pienentymiseen ei ole selvitetty. YEATES (1964) otaksui eläinten laihutumisen johtuvan intramuskulaarisen rasvan häipymisestä ja yksityisten lihassyitten läpimitan pienentymisestä.

2.2.5.6.5 Ultraäänimittojen ja ruhon teuraslaatuominaisuuksien välinen yhteys

Ultraäänimittojen ja ruhon teuraslaatuominaisuuksien välisistä vuorosuhteista on esitetty hyvin erilaisia tuloksia. WEDEKIND (1964) ja La CHEVALERIE (1968) eivät saaneet ultraäänimittojen ja ruhon koostumuksen välille merkitsevää yhteyttä. DAVIS ym. (1966) osoittivat selkälihaksen kokoa kuvaavien ultraääni- ja ruhomittojen korreloivan merkitsevästi ($p < .01$) ruhon laatuluokkaan, marmoroitumisasteeseen

sekä selkälihaksen leveyteen ja paksuuteen. He otaksuivat lihaksen paksuuden ja pinta-alan olevan huomattavasti kiinteämmässä vuoro-suhteessa kuin leveyden ja pinta-alan. UÄ-mitatus pintarasvan pak-suuden ja teurasprosentin välinen korrelaatio oli kiinteä ja tilas-tollisesti merkitsevä.

DAVIS ym. (1966) käyttivät UÄ-mittoja myös myyntikuntoon leikattu-jen ruhon arvokkaitten osien ennustamiseen. Ristiselältä otetun UÄ-mitan ja ruhon arvokkaitten osien painojen välinen korrelaatio osoittautui merkitseväksi.

Australialaisen TULLOHⁿ (1973) tutkijaryhmä, joka Scanogram-lait-teella suoritti UÄ-kuvauksia angus- ja friisiläishärillä, sai elä-vän eläimen rasvan paksuusmittojen ja ruhon suhteellisen lihamäärän välille korrelaation, joka vaihteli -0.60 ja -0.72 välillä. Lihapro-sentin jäännöspoikkeama oli 3.2 - 2.1 %. Ultraäänimitatus selkäli-haksen pinta-alan ja ruhon lihaprosentin välinen korrelaatio oli heikko ja negatiivinen.

Taulukkoon 3 on kerätty UÄ-mitatus selkälihaksen pinta-alan ja teu-raslaatuominaisuuksien välisiä korrelaatioita.

Taulukko 3. Ultraäänimenetelmällä arvioidun pitkän selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan ja teuraslaatuominaisuuksien välisiä korrelaatioita

Ominaisuus	Luku-määrä	r	Tutkija
Ruhon arvokkaitten osi-en paino, kg (paisti, lapa, selkä)	60	0.54-0.88	Davis ym. 1964
Laatuluokka	"	0.37	"
Marmoroitumisaste	"	0.35	"
Teuras-%	"	0.29	"
Ruhon valkuais-%	"	0.62-0.82	"
Lihaa %	211	0.49	Neimann-Sørensen
Liha-luusuhde	"	0.58	" 1972
Lihaa %	82	0.64	Ladan & Kalini-chenko 1972
Lihaa %	29	-0.19- -0.36	Tulloh ym. 1973
Pistoolilihaa % ^{x)}	295	0.37	Andersen 1974
Liha-luusuhde	29	0.47	Andersen 1975
"	60	0.56	Andersen 1977
Lihaa ruhon arvokkaassa osassa	27	0.54	Wallace ym.1977
" " %	"	0.12	"

x) pistooliliha = selkä + paistiosan liha

Selkälihaksen mittauskohdalla näyttää olevan huomattava merkitys UÄ-mittojen ja todellisten ruhomittojen välisiin korrelaatioihin. DAVIS ym. (1966) havaitsivat UÄ-kuvista, että selkälihaksen koossa esiintyi ilmeistä muuntelua kylkiluitten välillä. KALINICHENKO (1972) suorittaessaan selkälihaksen alan UÄ-mittauksia useista eri kohdista selkärunkaa päätyi suurimpaan korrelaatioon kolmanneltatoista kylkiluulta otetun mitan ja vastaavan ruhomitan välillä. LADAN ja KALINICHENKO (1972) ilmoittivat saaneensa yhtä suuren kiinteän korrelaation sekä 13. kylkiluulta että 4. lannenikamalta otettujen UÄ-pinta-alamittojen ja ruhon lihaprosentin välille.

Tanskalaiset ovat mittauksissaan käyttäneet lähinnä lannenikama-alueen pinta-alamittausta. Sonnien yksilöarvostelussa uudella Danscaner-laitteella mittaukset suoritetaan 1. ja 2. lannenikamien välistä (ANDERSEN ym. 1977). NEIMANN-SØRENSEN'in (1972) mukaan UÄ-mittausten ennusarvo kasvaa käyttämällä liha-rasvasuhdetta lihaksen pinta-alan asemesta. UÄ-mittaukseen perustuva liha-rasvasuhde ilmentää erityisesti suhteellista liha- ja rasvamäärää ruhossa, kun taas selkälihaksen pinta-ala kuvaa parhaiten luuprosenttia ja liha-luusuhdetta (ANDERSEN 1974). ANDERSEN'in (1974) saamat tulokset ultraäänimittojen ja ruhon koostumusta kuvaavien ominaisuuksien välisistä korrelaatioista esitetään taulukossa 4.

Taulukko 4. Selkälihaksen UÄ-mittojen sekä ruhomittojen ja teuraslaatuominaisuuksien väliset korrelaatiot (fenotyyppinen korrelaatio = rp, geneettinen korrelaatio = rg), keskiarvot (\bar{x}), hajonnat (s) ja periytymisasteet (h^2) Egtvedin koeasemalta v. 1974. Aineistona 295 sonnia 50 jälkeläisryhmästä

Ominaisuus	UÄ-mitattu selkälihaksen ala (cm ²)		UÄ-mitattu selkälihaksen ala/rasvan ala		Ruhosta mitattu lihaksen ala (cm ²)	
	rp	rg	rp	rg	rp	rg
Lihaa % pistooliosassa ^{x)}	0.37 ^{xx}	0.52	0.55 ^{xx}	0.79	0.49 ^{xx}	0.70
Lihaa %	0.31 ^{xx}	0.29	0.53 ^{xx}	0.57	0.42 ^{xx}	0.46
Rasvaa %	-0.16 ^{xx}	-0.02	-0.47 ^{xx}	-0.50	-0.26 ^{xx}	-0.20
Luita %	-0.32 ^{xx}	-0.55	0.12 ^x	-0.03	-0.33 ^{xx}	-0.50
Lihaluusuhde	0.40 ^{xx}	0.62	0.32 ^{xx}	0.30	0.45 ^{xx}	0.66
\bar{x}		54.3		3.98		61.3
s ²		7.1		0.52		5.7
h ²		0.49 [±] 0.21		0.46 [±] 0.21		0.69 [±] 0.23

x) Lihaa pistooliosassa % teuraspainosta

Tanskalaiset ovat selvittäneet myös risteytyssonneilla UÄ-mittojen ja teuraslaatuominaisuuksien välistä vuorosuhdetta. ANDERSEN (1974) sai selvästi suuremmat korrelaatiot UÄ-mittauksella arvioidun liharasvasuhteen ja ruhon laatuominaisuuksien välille risteytyssonniaineistolla kuin yhdistelmärotuisilla. Tämän katsotaan johtuvan ensisijaisesti suuremmasta eläinten välisestä muuntelusta. Samassa tutkimuksessa seurattiin myös risteytyssonnien UÄ-mittojen kehitystä viiden viimeisen kasvukuukauden (10-15 kk) aikana ennen teurastusta. LYKKE ja ANDERSEN (1977) osoittivat toistettujen UÄ-mittojen välillä vallitsevan kiinteän yhteyden. Tämä on osoituksena mittauksen tarkkuudesta. Tutkijat päättelivät kuitenkin mittausten toistolla saavutettavan vain vähäistä lisäystä ruhon koostumuksen ennustamiseen verrattuna ennen teurastusta otettuihin yksityisiin mittoihin. UÄ-mitatun lihaksen alan on laskettu suurenevan $4 \text{ cm}^2/\text{kk}$, rasva-alan vastaavasti noin $0.5 \text{ cm}^2/\text{kk}$. Lihaksen alan muuntelusta 38 % ja rasvan alan muuntelusta 16 % katsotaan johtuvan iän vaihtelusta. Lihaksen ja rasvan ala kasvaa iän mukana, sitävastoin lihaksen ala/rasvan ala muuttuu vain vähän. UÄ-mitattu lihaksen ala/rasvan ala arvioi ruhon rasvaisuutta 40 %:n varmuudella.

CUTHBERTSON (1975) Englannissa Scanogram-laitteella suorittamallaan UÄ-mittauksilla osoitti 10. kylkiluulta mitatun pintarasvan paksuuden olevan parhaimman lihaprosentin selittäjän.

Viimeisimmissä amerikkalaisissa Scanogram-laitteella suoritetuissa UÄ-tutkimuksissa, joissa aineisto koostui angus- ja herefordristeytysjärjestä, osoittivat WALLACE ym. (1977) keskiselän ja lannealueen^{xx} pintarasvan paksuusmittojen korreloivan hyvin kiinteästi ($r = -0.70$) myyntikuntoon saatettujen ruhonosien lihaprosenttiin. Tutkijat tekivät myös toisenlaisen johtopäätöksen, jonka mukaan selkälihaksen pinta-alamitoilla pystytään hyvin heikosti arvioimaan ruhon lihakkuutta.

Selkälihaksen pinta-alan ja ruhon kemiallisen koostumuksen välistä vuorosuhdetta on niinkään tutkittu. DAVIS'in (1964) mukaan selkälihaksen alan ja ruhon valkuaisprosentin välinen korrelaatio on 0.82^{xx} , kun pintarasvan paksuus pidetään konstanttina.

Ultraäänimittauksiin on selkälihaksen lisäksi käytetty muitakin lihaksia, jopa luita. DAVIS ym. (1964) päättelivät biceps femoris-lihaksen paksuuden mittaavan ruhon arvokkaiden osien kilomäärää korrelaatio-

kertoimen 0,50 osoittamalla varmuudella. Etupotkan luun mittaukset sensijaan eivät osoittautuneet merkitseviksi. RAMSEY ym. (1967) ilmoittivat elopainon ja biceps femoris-lihaksen alan yhdessä selittävän 86 % paistin lihan muuntelusta.

Westerkullan sonniasemalla v. 1970 suoritettujen kokeiluluontoisten UÄ-mittausten yhteydessä otettiin myös paistin paksuusmittoja. Paksuusmitan, joka otettiin biceps femoris-lihaksen päältä, ja paistin lihan kilomäärän välille saatiin korrelaatioksi 0.42^X . Paistin lihaprosentin ja edellisen UÄ-mitan välille ei saatu lainkaan vuorosuhdetta. WALLACE ym. (1977) osoittivat trapezius-lihaksen päältä mitatun rasvan paksuuden korreloivan merkitsevästi ruhon arvokkaiden osien lihaprosenttiin ($r = -0.54^{XX}$), vaikkakin tämä lavan mitta osoittautui kaikkein epätarkimmaksi. Mittauskohta on elävällä eläimellä vaikeasti standardisoitavissa.

Viime vuosina ovat tulleet esille myös ultraäänen kulkunopeuteen liittyvät mittaukset elävien eläinten raajoissa. Menetelmällä näyttäisi objektiivisuutensa puolesta olevan mahdollisuuksia liha-rasvasuhteitten arvioimisessa tietyissä raajojen kohdissa (MILES & FURSEY, 1974).

2.2.5.7 Tarkastelua

Edellä esitetyn perusteella voidaan todeta viimeaikaisen UÄ-tekniikan voimakkaan kehityksen perusteella päästyn jo sellaisiin tuloksiin, että elävien eläinten UÄ-mittauksilla pystytään melkoisella luotettavuudella arvioimaan ruhon koostumusta ja kudosten jakautumista ilmaisevia ominaisuuksia. Amerikkalaisella Scanogram-laitteella arvioitu pintarasvan paksuus näyttää olevan kiinteästi korreloitunut ruhosta otettuun rasvan paksuusmittaan ja ruhon koostumukseen (liha-rasvasuhde). Sitävastoin selkälihaksen poikkileikkauskuva ei ole osoittautunut riittävän selväksi, koska arvioidun ja todellisen selkälihaksen pinta-alojen väliset korrelaatiot vaihtelevat huomattavasti eri tutkimusten kesken. UÄ-mitatun selkälihaksen alan ja ruhon koostumuksen väliset korrelaatiot ovat olleet heikkoja. Tanskalaisen UÄ-laitteen jatkuvan kehittämisen tuloksena UÄ-kuvat ovat jo riittävän selkeitä. Tästä syystä UÄ-mittojen ja ruhon teuraslaatuominaisuuksien välille

saadut korrelaatiot ovat melko suuria. Tanskassa UÄ-mittauksen merkitystä kuvaa sen rutiininomainen käyttö sonnien yksilöarvostelussa, jossa kasvuindeksin lisäksi ilmoitetaan jo UÄ-indeksi. UÄ-mittauksen tehokkuutta juuri yksilövalinnassa lisää teuraslaatuominaisuuksien geneettisen muuntelun laajuus, UÄ-kuvauksen tarkkuus sekä UÄ-mittojen ja ruhon lihakkuuden ja rasvaisuuden välinen vuorosuhde.

C. OMA TUTKIMUS

1. Aineisto

1.1 Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto koostuu kymmenen ayrshirerotuisen keinosiemennyssonnin jälkeläisten kasvatuskokeesta, joka järjestettiin talvella 1970/71 Jalostuspalvelun omistaman Westerkullan entisen sonniase-
man yhteydessä sijainneessa koenavetassa Kirkkonummella, yhteis-
työssä Yliopiston kotieläinten jalostustieteen laitoksen ja Jalos-
tuspalvelun kanssa.

Koetta varten oli suoritettu siemennykset edellisen vuoden tammi-
helmikuussa, valittujen sonnien spermalla. Toinen puoli vasikoista
kerättiin Varsinais-Suomen alueelta ja toinen puoli silloisen
Uudenmaan-Kymen keinosiemennysyhdistyksen alueelta. Siemennykset
suoritettiin tiloja valikoimatta sekä tarkkailukarjoissa että tark-
kailun ulkopuolella olevissa karjoissa sattumanvaraisesti. Varsi-
nais-Suomen alueelta tulleet vasikat olivat lähes kuukautta vanhem-
pia kuin Uudellamaalla syntyneet, joten niiden kasvatuskoe aloitet-
tiin myös kuukautta aikaisemmin. Kasvatuskokeen alkaessa vasikat
olivat keskimäärin kymmenen päivän ikäisiä. Koenavettaan tuotaessa
vasikat punnittiin ja jaettiin 5-6 eläimen ryhmiin painojen perus-
teella.

Kaikkiaan kokeessa oli mukana kymmenen poikaryhmää, joissa yhteensä
115 sonnia. Eläimet teurastettiin noin seitsemän kuukauden ikäisinä.
Varsinainen koejakso kesti keskimäärin 205 päivää.

Vasikoiden juotto kesti kaksi kuukautta. Juoton rinnalla vasikat
saivat vapaasti väkirehua. Rehuseoksen kokoonpano oli seuraava: oh-
raa 35 %, kauraa 35 %, vehnää 10 %, melassileikettä 10 % ja maito-
pulveria 10 %. Kun noin puolet vasikoista oli kahden kuukauden ikäi-
siä, jaettiin ne valikoimatta eri ruokintaryhmiin. Ruokinnan suun-
nittelusta vastasi Jalostuspalvelu. Alkuperäisen suunnitelman mukaan
vasikat piti jakaa kahteen osaan, väkirehu- ja säilörehuryhmiin.
Tarkoituksena oli verrata poikaryhmien kasvutaipumusta, ultraääni-

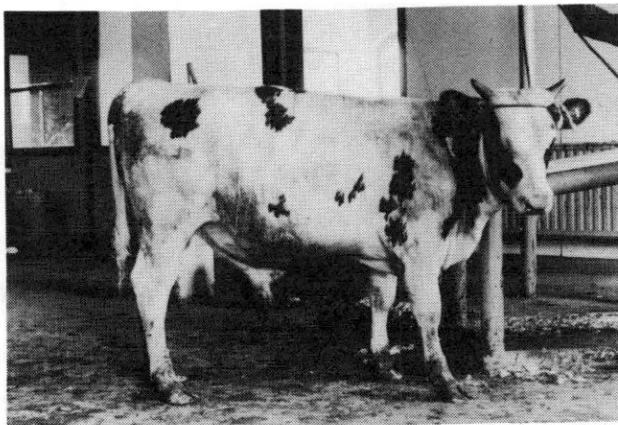
mittaustuloksia sekä teurastuloksia ruokintaryhmien kesken. Haluttiin nähdä, voidaanko säilörehulla + rajoitetulla väkirehulla päästä yhtä hyvään lopputulokseen kuin vapaalla väkirehu-heinäruokinnalla. Valitettavasti ei alkuperäistä suunnitelmaa saatu toteutetuksi, vaan säilörehuryhmä jaettiin kolmeen alaryhmään. Tämä jako teki kokeen sekä käytännön järjestelyitten että ennen kaikkea tulosten tilastollisen käsittelyn kannalta erittäin monimutkaiseksi ja hankalaksi.

Säilörehuryhmässä vasikat saivat vapaasti heiniä ja säilörehua, väkirehua rajoitetusti; ryhmä I 2 kg, ryhmä II 1.5 kg ja ryhmä III 1 kg. Väkirehuryhmässä oli sekä heinä- että väkirehu ad libidum. Lukumääräisesti sonnit jakaantuivat eri ryhmiin seuraavasti:

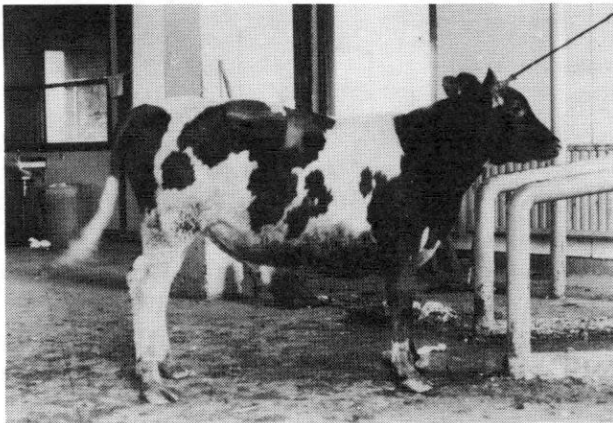
väkirehuryhmä		57 kpl
säilörehuryhmä I		16 "
"	II	18 "
"	III	24 "

Juoton jälkeen väkirehun kokoomusta muutettiin alentamalla ohran osuutta 10 %:lla ja vastaavasti nostamalla kauran määrää 10 %:lla.

Kokeen eläinainesta



Kuva 3. Väkiurehuryhmän sonni



Kuva 4. Säilörehuryhmän sonni

2. Tutkimusmenetelmät

2.1 Mittaukset

2.1.1 Punnitukset

Eläimet punnittiin asemalle tuotaessa, kahdesti kokeen aikana sekä kokeen lopussa. Koekauden painot korjattiin 60, 150 ja 205 päivään kokeessa, lopullinen elopaino teurastusikään (220 pv).

2.1.2 Rungon mittaukset

Rungon mittojen määrä rajoitettiin vain muutamaiin olennaisimpiin. Mitat otettiin UÄ-mittausten yhteydessä, pituus- ja leveysmitat mittakepillä, ympärysmitat mittanauhalla. Rungon pituutta ei mitattu normaalikäytännön mukaan peräluun kärjestä lapaluun kärjen etu-reunaan, vaan mitta otettiin lyhyempänä lapaluun kärjen etuosasta lonkkakyyhmyjen kärkien keskiviivalle. Tämä pituusmitta on 35-40 cm normaalipituusmittaa lyhyempi. Reisismitta otettiin peräluun takakärjestä kiertäen reiden lonkkakyyhmy alapuolelta sen kärkeen. Rinnan leveys mitattiin lapojen takaa samasta kohdasta kuin rinnan ympäryskin, lantion leveys lonkkakyyhmyjen kohdalta.

2.1.3 Ultraäänimittaukset

Ultraäänikuvaukset suoritettiin loppupunnitusten yhteydessä teurastusta edeltäneenä päivänä. Kuvauksista vastasi kolmen hengen työryhmä. Kuvauspaikkana oli sonniaseman spermanottoteline. Mittauksissa käytettiin jo aikaisemmin mainittua ultraäänilaitetta Scanogram Model 721. Kuvaukset tehtiin sekä suoralla että käyrällä ohjauskiskolla. (OJALA, M., 1974). Ensimmäinen mainittu kuvaa selkälihasta pituus-suunnassa, jolloin saadaan lihaksen ja sen päällä olevan pintarasvan paksuus. Käyrää ohjauskiskoa käyttäen saadaan selkälihaksen poikkileikkauspinta-ala, lihaksen paksuus ja pintarasvan paksuus. Jälkimmäisessä tapauksessa kuvaus tapahtuu lihaksen poikittaissuunnassa. Kuvauskohtia määriteltäessä oli lähtökohtana se, että ne ovat helposti eläimestä tunnistettavissa ja kuvattavissa.

2.1.3.1 Selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan UÄ-mittaus

Mittaus aloitettiin viimeisiä kylkiluita tunnistelemalla. Kun mittauskohta saatiin paikallistettua, asetettiin ohjauksisko kohtisuoraan selkärankaan vasten. Tällöin kuvattavan kohdan arvioitiin osuvan viimeisen rintanikaman ja ensimmäisen lannenikaman väliin, 13. kylkiluun taakse.

Tätä mittauskohtaa kutsutaan keskielän mittauskohdaksi ja mittaa keskielän mitaksi (K).

Toiseksi mittauskohdaksi valittiin lannenikamien alue. Ulkomaisissa tutkimuksissa ko. mittauskohtaa on pidetty luotettavana, mikä puolsi sen valitsemista. Kuvaus suoritettiin siten, että ohjauksikon reuna sijoitettiin lonkkaluun kärkeä vasten kohti selkärankaan. Kuvauskohdan otaksuttiin osuvan viidennen ja kuudennen lannenikaman väliin. Tätä mittauskohtaa kutsutaan lanneselän (ristiselän) mittauskohdaksi ja vastaavasti mittaa lannemitaksi (L). Poikkileikkauskuvia jouduttiin monesti uusimaan saadun kuvan epäselkeyden ja huonon tulkittavuuden takia.

2.1.3.2 Selkälihaksen paksuuden UÄ-mittaus

Selkälihaksen paksuutta mitattiin suoralla kiskolla niin, että kiskon kaapelin puoleinen reuna asetettiin lonkkaluun kärkeä vasten. Kuvauksen aloituskohdaksi arvioitiin 2. lannenikaman alue ja päätymiskohdaksi viides lannenikama. Toinen paksuusmitta otettiin edellisen jatkoksi, vaikkakin epäsuorasti, asettamalla kiskon takareuna ensimmäisen mittauksen päättymiskohtaan. Äänipää kulki täten matkan arvioidulta 12. rintanikaman alueelta 2. lannenikamalle. Paksuus pyrittiin mittaamaan lihaksen keskeltä, jolloin otaksuttiin äänipään kulkevan 7 cm päästä selän keskiviivasta.

2.1.3.3 Ultraäänikuvien tulkinta

UÄ-kuvien tulkinta tehtiin suurelta osalta amerikkalaisten ohjeiden mukaan piirtämällä selkälihaksen ala kuultopaperille ja mittaamalla se planimetrillä (van LENT, 1970). Todellisen pinta-alan selville

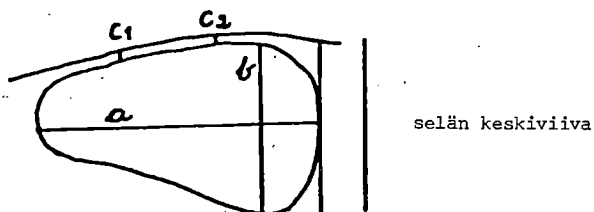
saamiseksi kerrottiin planimetrin antama lukema neljällä johtuen mittakaavasta 1:2. Kaikkien kuvien tulkinnan suoritti kaksi henkilöä.

Poikkileikkauskuvista mitattiin lihaksen alan lisäksi sen leveys ja paksuus, edellinen yksinkertaisesti kuvan leveimmästä ja jälkimmäinen paksuimmasta kohdasta (kuva 5).

Paksuus kuvat yhdistämällä saatiin UÄ-kuva, joka vastaa likimäärin 30 cm:n etäisyyttä selällä. Paksuus kuvista mitattiin selkälihaksen paksuus seuraavista arvioituista kohdista: 12. rintanikamalta (kohta 1), 2. lannenikamalta (kohta 2) ja 5. lannenikamalta (kohta 3) (kuva 6).

2.1.3.4 Pintarasvan paksuus

Pintarasvan paksuus määritettiin keskielän poikkileikkauskuvasta kahden mittauskohdan keskiarvona sekä paksuus kuvasta kohdista 2 ja 3 (kuva 6).

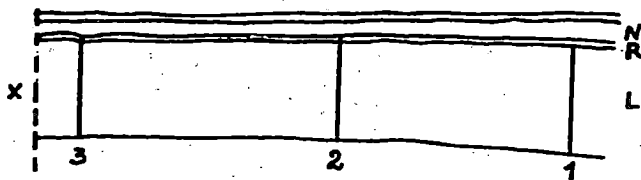


Kuva 5. Selkälihaksen poikkileikkauksen UÄ-kuva kaavamaisesti esitettynä sekä lihaksen pituuden ja leveyden että pintarasvan määrittäminen.

a = selkälihaksen leveys

b = " paksuus

c_1 ja c_2 = pintarasvan paksuuden määrityskohdat



Kuva 6. Selkälihaksen paksuuden UÄ-kuva kaavamaisesti esitettynä sekä lihaksen paksuuden että pintarasvan määrityskohdat.

N = Nahka

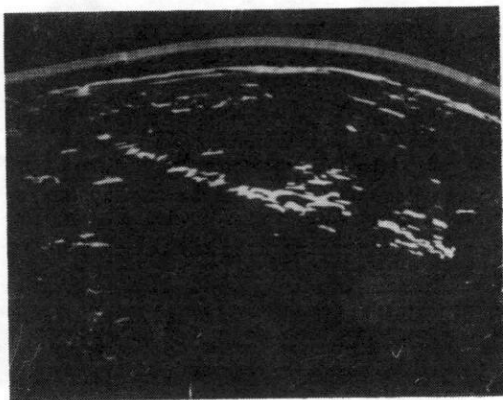
R = Rasvakerros

L = Selkälihaksen paksuus

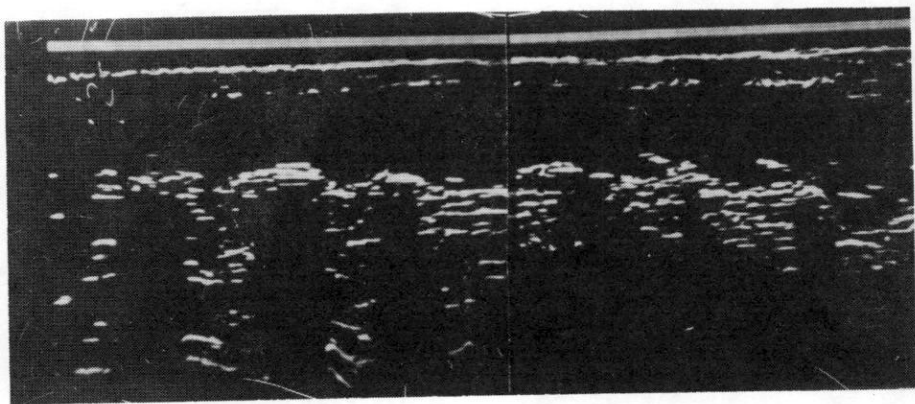
X = Lonkkaluu

1, 2 ja 3 = Lihaksen paksuuden määrityskohdat

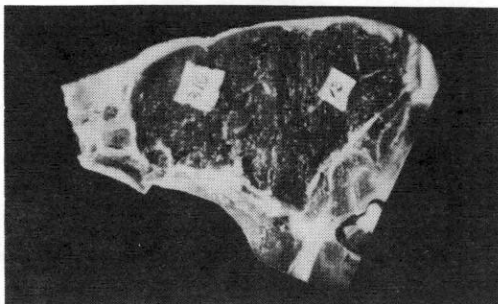
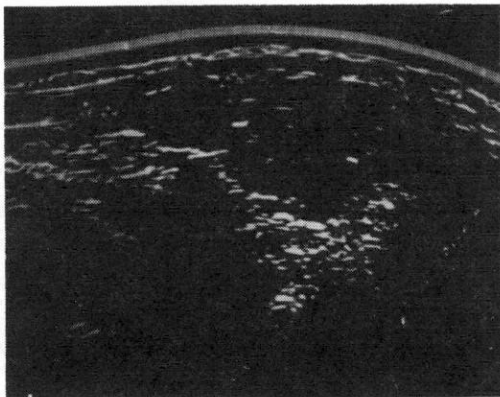
2 ja 3 = Pintarasvan " "



Kuva 7. Selkälihaksen poikkileikkauksen UÄ-kuva (L)



Kuva 8. Selkälihaksen paksuuden UÄ-kuva



Kuva 9. Selkälihaksen poikkileikkaus (K)
ylhässä ultraäänikuvattuna
alhaalla vastaava kohta valokuvattuna

2.2 Ruhojen tutkiminen teurastamossa

2.2.1 Painot ja teurasarvostelu

Koe-eläimet teurastettiin Lounais-Suomen Osuusteurastamossa seitsemässä erässä. Teurastus tapahtui kuljetusta seuranneena aamuna. Ruhoista kirjattiin teuraspainot, sisälmysrasvojen ja osalta eläimiä myös elinten painot. Lisäksi otettiin viidennen ja kuudennen häntänikaman välistä katkaistun hännän painot.

Ruhojen teurasarvostelu suoritettiin Lihateollisen Tutkimuskeskuksen ohjeiden perusteella ja luokituksen valvojan johdolla. Lihakkuus arvosteltiin kymmenestä eri kohdasta ruhoa pisteasteikolla 1-15. Lopulliset lihakkuuspisteet ilmaistiin kaikkien kymmenen kohdan pisteitten keskiarvona. Lihan ja rasvan väri laskettiin molempien keskiarvona asteikolla +5 - -3. Ruhojen rasvaisuus arvosteltiin rasvakirjaimin.

2.2.2 Ruhojen paloittelu ja leikkely

Ruhojen paloittelu ja leikkely aloitettiin teurastuksen jälkeisenä päivänä. Muutamit teurastuserät olivat hyvin suuria. Tästä syystä jouduttiin leikkutyö hajoittamaan usean päivän osalle. Leikkuun suoritti pääasiassa sama ammattitaitoinen ruhonleikkaajien ryhmä. Kaikki ruhot punnittiin uudestaan ennen paloittelun aloittamista haihtumistappioitten toteamiseksi.

Paloittelussa ei täysin noudatettu kaupallista paloittelutapaa. Ruhon oikea puoli = ultraäänimitattu puolikas katkaistiin 7. ja 8. kylkiluun välistä etu- ja takaneljänneksiin. Etuneljänneksestä irrotettiin ainoastaan lapakappale pyöristettyinä. Takaneljänneksestä irrotettiin fileeselkä, paisti ja kuve. Fileeselkä katkaistiin 13. kylkiluun takaa, arvioidusta ultraäänimittauskohdasta sekä 5. ja 6. lannenikamien välistä, lähempänä viidettä lannenikamaa.

Koska ulkofilee haluttiin saada kokonaisuutena, jouduttiin viimeisen lannenikaman muodostama osa katkaisemaan paistikappaleesta lantionluun alta. Ko. puhdistettu ulkofileen pala lisättiin fileeselkäkappaleen painoon. Lavasta, fileeselästä ja paistista irrotettiin luut, joihin jänteet ja rustot luettiin. Mainittuja paloitteluosia ei leikattu lajitelmiksi kaupallisen käytännön mukaisesti, vaan pyrittiin

lihan ja rasvan tarkempaan määrittämiseen. Tästä syystä kustakin paloitteluosasta leikeltiin kaikki irrotettava punainen liha ja rasva erikseen ja muusta osasta tehtiin I-II-lajitelman välimuoto. Lajitelman rasvapitoisuuden määrittämistä varten kustakin lajitelmastasta otettiin näytteet.

Rasvapitoisuuden määrittäminen suoritettiin LSO:n laboratoriossa Turussa. Se oli suuritöinen, mutta vietiin kiitettävästi läpi kaikkien ruuhkien osalta.

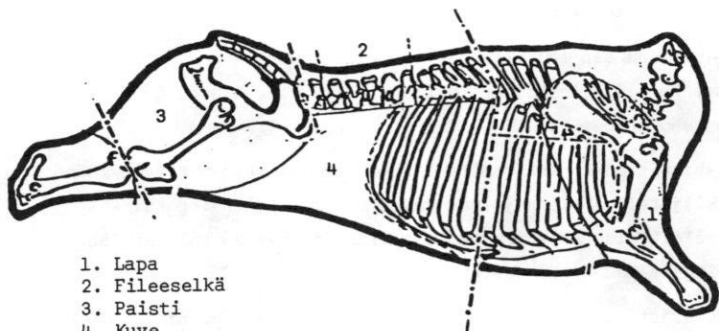
Rasvapitoisuuden perusteella laskettiin lajitelman rasvan määrä. I-II-lajitelman lihan ja rasvan määrät lisättiin lopuksi kustakin paloitteluosasta irrotettuun lihan ja rasvan kilomäärään. Ns. III-lajitelmaa ei muodostettu lainkaan.

Fileesestä irrotettiin ulko- ja sisäfileet ja punnittiin puhdistettuina. Ulkofilee mitattiin keskiselältä ja lannepäästä. Fileeselän katkaisukohdasta, viimeisen rintanikaman takaa, piirrettiin selkälihakseen ala kuultopaperille aivan samoin kuin UÄ-kuvasta. Sama lihaksen kohta myös valokuvattiin. Sekä läpiirretyn että valokuvatun pitkän selkälihakseen pinta-alat määritettiin planimetrillä.

Tarkasteltaessa selkälihasta valokuvasta (kuva 11) 13. rintanikaman katkaisukohdasta, nähdään selkälihasta ympäröivät pienet lihakset M. spinalis, M. multifidus dorsi, M. costarum sekä M. intercostales. Nämä pienet lihakset luetaan yleisesti pitkän selkälihakseen pinta-alaan kuuluviksi. Tästä syystä pitkää selkälihasta kutsutaankin esitettävässä tutkimuksessa vain selkälihakseksi.

Hännän nikamien ympäriltä irrotettiin liha + rasva ja punnittiin. Pyrkimyksenä oli tämän leikkuukokeen yhteydessä selvittää myös hännän lihakuuden yhteyttä eläimen koko lihakuuteen.

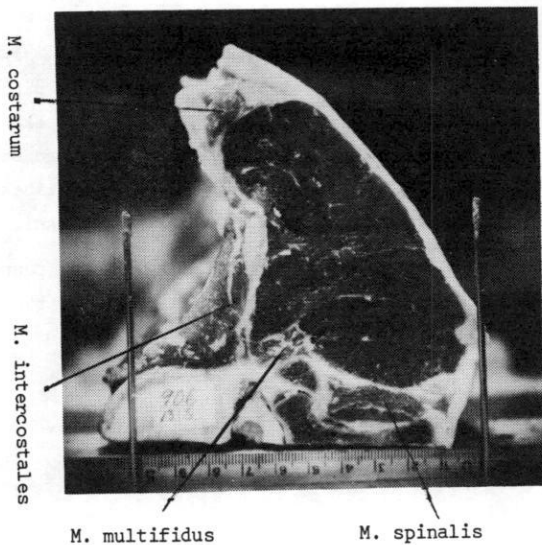
Fileeselän katkaisukohtat



1. Lapa
2. Fileeselmä
3. Paisti
4. Kuve

Etu- ja takaneljänneksen katkaisukohta

Kuva 10. Ruhojen paloittelukaavio



Kuva 11. Selkähäkin poikkileikkäyksen (K) valokuva. Kuvaan on merkitty UK-kuvassa M. longissimus dorsi-lihaksen lisäksi selkähäkin luetellut muut lihakset

2.3 Tulosten matemaattinen käsittely

Aineisto käsiteltiin tietokoneella HYLPS-ohjelmistoa hyväksikäyttäen Helsingin Yliopiston laskentakeskuksessa.

Rinnakkainen ja hierarkkinen varianssianalyysi laskettiin korjaamattomista arvoista. Kun varianssianalyysi osoitti ruokintaryhmien välillä tilastollisesti merkitsevät erot, suoritettiin tasokorjaus ruokinnan vaikutuksen poistamiseksi. Säilöryhmät (1, 2 ja 3) korjattiin matemaattisin arvoihin vastaamaan väkirehuryhmää eli 0-tasoa. Käytettiin analyysimallia, joka laski ruokintaryhmien sekä emän painon vaikutuksen lineaarisella regressiokorjauksella koko aineistosta kuin myös teurastusiän vaikutuksen ruokintaryhmien sisällä. Lopuksi laskettiin vielä ruokintaryhmien ja teurastusiän välinen yhdysvaikutus, joka niinkään poistettiin residuaaleista.

$$\hat{Y} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6(x_1x_5) + a_7(x_2x_5) + a_8(x_3x_5)$$

x_1 = säilörehuryhmä 1

x_2 = " 2

x_3 = " 3

x_4 = emän paino

x_5 = teurastusikä

Myöhemmin esitettävät tulokset laskettiin regressioresiduaaleista. Poikkeamien keskiarvojen erojen merkitsevyydet testattiin t-testillä ja yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Senjälkeen residuaaleista laskettiin fenotyyppiset korrelaatiot. Painon vaikutus poistettiin osittaiskorrelaatiolla. Lopuksi suoritettiin faktorianalyysi fenotyyppisellä korrelaatiomatriisilla. Eri ominaisuuksien ryhmittelyä ja tärkeysjärjestykseen asettamista varten suoritettiin faktoreittain useita eri faktorianalyyskejä.

3. Tulokset

3.1 Keskiarvot ja hajonnat

3.1.1 Elävistä eläimestä saadut tulokset

Painojen, lisäkasvujen, rungon mittojen ja UÄ-mittojen tulokset esitetään ruokintaryhmittäin. Lisäksi UÄ-mittoja käsitellään koko aineiston keskiarvoina kuin myös isittäin kahdessa ruokintaryhmässä.

3.1.1.1 Painot ja lisäkasvut

Ruokinnan vaikutus näkyi varsin selvästi eläinten kasvussa. Taulukosta 5 havaitaan, että tulopainot olivat hyvin samanlaisia lukuunottamatta säilörehuryhmää III, jossa tulopaino oli selvästi muita ryhmiä alhaisempi. Vaikka vasikat jaettiin valikoimatta eri ryhmiin, ovat säilörehuryhmään III jostain syystä joutuneet toisia pienikokoisemmat yksilöt. Juoton jälkeen ryhmiin jaettaessa olivat kolmannen säilörehuryhmän vasikat keskimäärin 10 kg kevyempiä kuin muissa ryhmissä. Kasvun kehitys jatkui heikkona parantuen vasta viimeisen ruokintajakson aikana ja ollen muita säilörehuryhmiä parempi. Suuri osa kolmanteen säilörehuryhmään joutuneista vasikoista tuli kokeeseen myöhemmin, joten niiden välipainoja jouduttiin myös korjaamaan eniten. Säilörehuruokintaan siirtymisen aikana esiintynyt ripuli lienee myöskin vaikuttanut alussa kasvua heikentävästi. Jos koetta olisi ollut mahdollista jatkaa vielä joitakin kuukausia, olisivat ko. ruokintaryhmän eläimet saattaneet kasvussaan päästä toisten säilörehuryhmien tasolle. Säilörehuryhmä II jäi myös alusta alkaen kasvun kehityksessään huomattavasti jälkeen ryhmästä I. Ryhmässä lienee ollut joitakin erityisen heikkoja yksilöitä. Päivittäinen lisäkasvu oli selvästi suurinta ensimmäisen koejakson aikana. Muuntelukerroin sitävästoin oli suurin toisen jakson aikana. Tämäkin koe useiden aikaisempien tavoin osoittaa yksilöiden välisen kasvurytmin erilaisuutta jo näinkin lyhyenä ajanjaksona. Päivittäisen lisäkasvun muuntelukertoimet vaihtelivat 7.6 - 26.9 %.

Taulukko 5. Painojen ja lisäkasvujen keskiarvot (\bar{x}), hajonnat (s) ja muuntelukertoimet (v) ruokintaryhmittäin

Ominaisuus	Väkirehuryhmä		Säilörehuryhmä		
	n = 57	I n = 16	II n = 18	III n = 24	
	\bar{x}	38.0	37.9	38.3	36.4
Tulopaino (kg)	s	4.57	5.08	4.80	4.29
	v	12.0	13.4	12.5	11.8
Paino 60 pv kokeessa (kg)	\bar{x}	81.5	88.0	82.2	72.2
	s	10.31	6.78	6.82	4.70
	v	12.6	7.7	8.3	6.5
Paino 150 pv kokeessa (kg)	\bar{x}	181.9	176.5	167.1	148.8
	s	19.00	10.50	11.52	11.71
	v	10.4	5.9	6.9	7.9
Kokeen loppupaino ^{x)} (kg)	\bar{x}	244.4	227.1	215.4	199.6
	s	20.18	14.46	14.61	16.58
	v	8.3	6.4	6.8	8.3
Elopaino ^{xx)} (kg)	\bar{x}	246.9	229.8	217.7	202.9
	s	19.96	13.26	15.03	18.28
	v	8.1	5.6	6.9	9.0
Lisäkasvu g/pv 60-150 pv kokeessa	\bar{x}	1115	983	943	852
	s	127.48	75.10	114.85	108.98
	v	11.4	7.6	12.2	12.8
Lisäkasvu g/pv 150-220 pv kokeessa	\bar{x}	929	761	723	773
	s	185.80	76.91	170.89	208.00
	v	20.0	10.1	15.3	26.9
Lisäkasvu g/pv kokeessa	\bar{x}	1007	923	863	797
	s	88.31	53.36	67.20	76.55
	v	8.8	5.8	7.8	9.6

x) korjattu 205 päivään kokeessa

xx) korjattu 220 päivän teurastusikään

3.1.1.2 Rungon mitat

Rungon mittojen muuntelu on vähäistä verrattuna painojen ja lisäkasvujen muunteluun. Muuntelukertoimet vaihtelevat 2.2 - 8.0 % rajoissa (taulukko 6). Muunteluprosentit ovat keskimäärin vähän pienempiä kuin NIEMISEN (1975) saamat luvut, jotka perustuvat yksilöarvosteluasemilla kasvatettujen sonnien puolen vuoden iässä otettuihin mittoihin. Tämä saattaa jonkin verran johtua myös mittausten epätarkkuudesta, sillä eläinten pitäminen paikallaan mittausten ajan tuotti vaikeuksia. Rinnan ympäryksen ja reisimitan hajonta on suurinta väkirehuryhmässä. Väkirehuryhmän ja heikoimman säilörehuryhmän välillä on ko. mitoissa keskimäärin 8-9 cm:n ero.

Taulukko 6. Muutamien rungon mittojen keskiarvot (\bar{x}), hajonnat (s) ja muuntelukertoimet (v) ruokintaryhmittäin

Ominaisuus	Väkirehuryhmä		Säilörehuryhmä		
	n = 57	I n = 16	II n = 18	III n = 24	
Pituus ^{x)}	\bar{x} 70.4	68.6	67.9	67.0	
(cm)	s 3.18	2.00	1.63	2.64	
	v 4.5	2.9	2.4	3.9	
Rinnan ympäryys	\bar{x} 140.9	137.9	135.2	131.9	
(cm)	s 4.05	4.04	3.02	3.86	
	v 2.9	2.9	2.2	2.9	
Rinnan leveys	\bar{x} 31.1	29.5	29.2	28.3	
(cm)	s 1.70	2.36	1.65	1.81	
	v 5.5	8.0	5.6	6.4	
Lantion leveys	\bar{x} 34.4	33.7	33.1	32.4	
(cm)	s 1.52	1.35	0.98	1.14	
	v 4.4	4.0	3.0	3.5	
Reisimitta	\bar{x} 138.3	136.5	132.9	130.3	
(cm)	s 4.29	3.48	2.90	3.09	
	v 3.1	2.5	2.2	2.4	

x) lapaluun kärjestä lonkkakyyhmyjen kärkien keskiviivalle

3.1.1.3 Ultraäänimitat

3.1.1.3.1 Ruokinnan vaikutus

Ruokintaryhmien vaikutus selkälihaksen pinta-alamittoihin käy selville taulukosta 7. Tulokset osoittavat, että hyvä kasvu, eläimen iso koko ja lihakkuus ovat selvästi yhteydessä selkälihaksen kokoon. Väkiprehuvaltaisella ruokinnalla olleitten sonnien selkälihakson on lähes 4 cm^2 kookkaampi kuin parhaan säilörehuryhmän sonneilla. Pinta-alojen hajonta on suurempi voimaperäisemmän ruokinnan ryhmissä. Molempien pinta-alojen muuntelukerroin osoittaa, että huonommissa säilörehuryhmissä ei esiinny niin paljon vaihtelua selkälihaksen koossa kuin muissa ryhmissä.

3.1.1.3.2 Kuvauskohta ja mittojen toistuvuus

Viimeisen kylkiliuon takaa otettu selkälihaksen pinta-alamitta on keskimäärin 4 cm^2 suurempi ristiselän paistin puoleisesta päästä otettua pinta-alamittaa. Pitkä selkälihakson, kuten tunnettua, pienee lannenikamien alueella.

Selkälihaksen kokoa pyrittiin arvioimaan pinta-alan lisäksi myös paksuuden ja leveyden mitoilla. Taulukkoon 8 on koottu molempien kuvauskohtien pinta-alat sekä selkälihaksen leveys ja paksuus kahden eri henkilön tulkitsemana. Poikkileikkauspinnan muoto vaihtelee lihaksen eri kohdissa. Lannepäässä lihas on pitkänomainen kuin myös kooltaan pienempi verrattuna keskiselkään. Tulokinnan tarkkuuden selville saamiseksi laskettiin kuvien tulkitsejoiden väliset pinta-alarvojen korrelaatiot. Keskiselän pinta-alamittojen väliseksi korrelaatioksi saatiin $r = 0.69^{xxx}$. Lanteen pinta-alamittojen välillä vuorosuhde oli hieman parempi, $r = 0.74^{xxx}$. Tulosta ei voida pitää huonona ottamalla huomioon kuvien tulkitsejoiden vähäisen kokemuksen. Tässä UÄ-mittausten preliminäärivaiheessa eivät läheskään kaikki kuvat olleet vielä selkeitä ja helposti "luettavia". Molempien mittauskohtien pinta-alojen keskinäiset korrelaatiot olivat erittäin merkitseviä. Toinen sai kuvauskohtien välille lähes täydellisen vuorosuhteen $r = 0.98$, toinen $r = 0.73$.

Taulukko 7. Ultraäänikuvasta arvioidun selkälihaksen pinta-alan keskiarvot (\bar{x}), hajonnat (s) ja muuntelukertoimet(v) ruokintaryhmittäin

Kuvauskohta	Väkirehuryhmä		Säilörehuryhmä		
		n = 57	I n = 16	II n = 18	III n = 24
Selkälihaksen pinta-ala (cm ²)	\bar{x}	40.4	36.7	36.8	34.9
	s	4.37	4.76	3.11	2.62
keskiselkä (K)	v	10.8	12.9	8.5	7.5
Selkälihaksen pinta-ala (cm ²)	\bar{x}	36.2	32.7	32.8	31.0
	s	4.17	4.47	2.97	2.33
lanne (L)	v	11.5	13.6	9.1	7.5

Taulukko 8. Poikkileikkauskuvasta arvioidun selkälihaksen koon mittojen keskiarvot (\bar{x}), hajonnat (s) ja muuntelukertoimet (v) kahden (T_1 , T_2) henkilön tulkitsemana (n = 115)

Ominaisuus	Kuvauskohta (K)		Kuvauskohta (L)		
	T_1	T_2	T_1	T_2	
Selkälihaksen pinta-ala (cm ²)	\bar{x}	38.2	39.4	34.1	32.9
	s	4.53	5.93	4.28	5.61
	v	11.9	15.1	12.6	17.0
Selkälihaksen leveys (cm)	\bar{x}	11.2	10.4	10.7	9.9
	s	0.71	0.79	0.75	0.80
	v	6.3	7.6	7.0	8.1
Selkälihaksen paksuus	\bar{x}	4.5	5.2	4.3	4.9
	s	0.47	0.66	0.39	0.52
	v	10.4	12.7	9.1	10.6

Selkälihakseen paksuus laskettiin myös suoralla kiskolla otetuista paksuuskuvista kolmesta eri kohdasta (taulukko 9). Mitta-arvot osoittavat tästäkin kuvasta arvioituna selkälihakseen olevan rintanikamien alueella vähän paksumman kuin lannenikamien alueella. Selkälihakseen paksuuden muuntelukertoimet näyttävät olevan poikkileikkauspinta-alan muuntelukertoimia suurempia. Mittausvirheillä lienee tässä yhteydessä oma vaikutuksensa.

Pintarasvan paksuudessa ei juuri näytä olevan eroa poikkileikkaus- ja paksuuskuvien kesken (taulukko 10). Rasvaa lienee kuitenkin havaittavissa hieman enemmän keskiselällä. Voidaan otaksua paksun niskajänteen lähettämien kaikujen vaikuttavan 10.-11. rintanikaman alueella. Jänne ohenee nopeasti ja häviää pois 12.-13. rintanikamalla.

Rasvan paksuuden arvioiminen UÄ-kuvista osoittautui varsin epätar- kaksi. Näin nuorella iällä ei pintarasvaa vielä esiinny, joten saadut millilukemat ovat lähes olemattomia. Muuntelukerroin on poikkileikkauskuvasta arvioidussa rasvan paksuusmitassa pienempi paksuus- kuvasta saatua variaatiokerrointa. Valokuvasta 98 sonnilta mitattu rasvan paksuus on hyvin lähellä UÄ-kuvan antamaa paksuutta.

Taulukko 9. Paksuuskuvista eri mittauskohdista lasketut selkälihakseen paksuuden keskiarvot (\bar{x}), hajonnat (s) ja muuntelukertoimet (v)

Ominaisuus	n = 115	
Selkälihakseen paksuus, kohta 1 (cm)	\bar{x}	4.4
	s	0.62
	v	14.1
Selkälihakseen paksuus, kohta 2 (cm)	\bar{x}	4.3
	s	0.66
	v	15.3
Selkälihakseen paksuus, kohta 3 (cm)	\bar{x}	3.6
	s	0.61
	v	16.9

kohta 1 = 12. rintanikama
" 2 = 2. lannenikama
" 3 = 5. "

Taulukko 10. Ultraäänikuvista ja valokuvasta lasketut pintarasvan paksuuden keskiarvot (\bar{x}), hajonnat (s) ja muuntelukertoimet (v)

Ominaisuus		n = 115	n = 98
Pintarasvan paksuus	\bar{x}	2.2	
(kahden mitan ka), mm	s	0.57	
paksuuskuva	v	25.9	
Pintarasvan paksuus, mm	\bar{x}	2.3	
poikkileikkauskuva	s	0.28	
	v	12.2	
Pintarasvan paksuus, mm	\bar{x}		2.3
valokuva	s		0.61
	v		26.5

3.1.1.3.3 Isien vaikutus

Sonnit jaettiin isittäin väkirehu- ja säilörehuryhmiin yhdistämällä kaikki kolme säilörehuryhmää. Verrattaessa isien pinta-alamittojen mukaista arvojärjestystä väkirehu- ja yhdistetyssä säilörehuryhmässä saatiin selkälihakseen molempien kuvauspaikkojen pinta-alojen järjestyskorrelaation arvoiksi $r_s = 0.22$ ja $r_s = 0.08$. Kumpikaan korrelaatioista ei ole tilastollisesti merkitsevä. Tämä viittaa siihen, ettei isien arvojärjestys riipu ruokinnan voimakkuudesta.

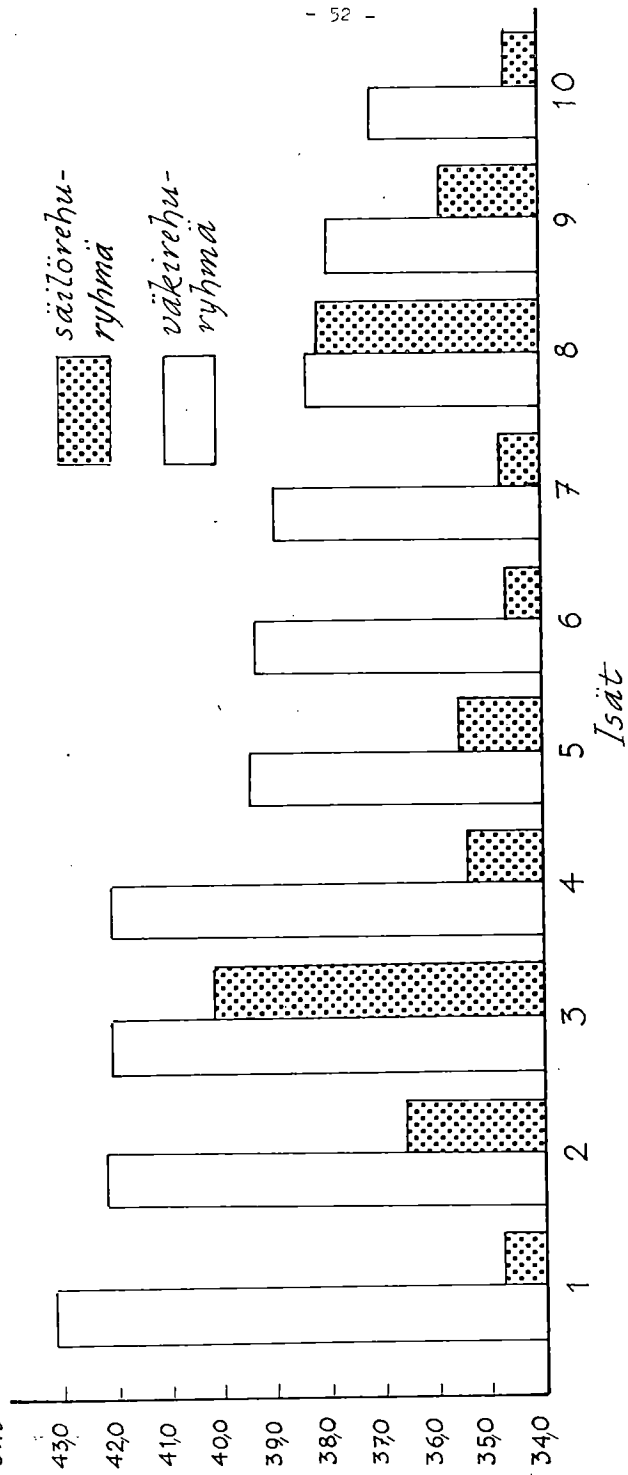
Yksityiskohtaisempi isäryhmien tarkastelu osoittaa isien n:o 4 ja 6 jälkeläisten sijoittuvan molemmissa ruokintaryhmissä kummankin kuvauspaikan pinta-alan suhteen kärkipäähän ja isän n:o 10 vastaavasti viimeiseksi (taulukko 11). Hajonnan prosentuaalinen osuus on keskimäärin vähän suurempi väkirehuryhmässä kuin säilörehuryhmässä. Muuntelukertoimet vaihtelevat 4.8 - 17.5 %. Mielenkiintoista on todeta, että sonnilla n:o 6 muuntelu on kaikkein suurinta. Tämä viittaa jälkeläisten selkälihakseen koon suuriin vaihteluihin.

Kuva 12 havainnollistaa isien arvojärjestystä kummassakin ruokintaryhmässä.

Taulukko 11. Ultraäänikuvasta arvioitujen selkälihaksen poikkileikkauspinta-alojen keskiarvot (\bar{x}), hajonnat (s) ja muuntelukertoimet (v) isittäin väkirehu- ja säilörehuryhmissä

Isä	Jälkeläisten lukumäärä		Väkirehuryhmä		Jälkeläisten lukumäärä	Säilörehuryhmä		
			Kuvauskohta K	L		Kuvauskohta K	L	
1	6	\bar{x}	39.4	35.6	6	34.7	30.4	
		s	4.57	4.06		2.00	2.25	
		v	11.6	11.4		5.8	7.4	
2	4	\bar{x}	38.0	34.0	5	35.9	32.2	
		s	1.93	2.41		3.17	2.93	
		v	5.1	7.1		8.8	9.1	
3	7	\bar{x}	43.3	39.0	8	34.8	31.1	
		s	3.96	3.76		3.07	3.15	
		v	9.1	9.6		8.8	10.1	
4	6	\bar{x}	42.4	38.0	6	36.5	32.7	
		s	5.41	5.10		3.43	3.22	
		v	12.8	13.4		9.4	9.8	
5	4	\bar{x}	39.0	34.9	4	35.3	31.6	
		s	4.77	4.75		3.17	2.47	
		v	12.2	13.6		9.0	7.8	
6	6	\bar{x}	42.1	37.5	5	40.2	35.8	
		s	5.71	5.37		6.43	6.25	
		v	13.6	14.3		16.0	17.5	
7	6	\bar{x}	38.4	34.3	6	37.7	33.5	
		s	4.91	4.50		3.02	2.22	
		v	12.8	13.1		8.0	6.6	
8	7	\bar{x}	39.5	35.0	6	35.5	31.1	
		s	2.43	2.58		2.94	2.72	
		v	6.1	7.4		8.3	8.7	
9	6	\bar{x}	42.1	37.5	6	35.4	31.7	
		s	4.40	4.90		3.78	3.29	
		v	10.4	13.1		10.7	10.4	
10	5	\bar{x}	37.8	33.8	6	34.6	30.9	
		s	1.80	1.70		2.41	2.16	
		v	4.8	5.0		7.0	7.0	
57		\bar{x}	40.4	36.2	58	36.0	32.0	
		s	4.37	4.17			3.54	3.29
		v	10.8	11.5			9.8	10.3

selkälihaksen
pinta-ala
cm²



Kuva 12. Isät jälkeläistensä selkälihaksen koon mukaisessa paremmuusjärjestyksessä väkirehuryhmän mukaan

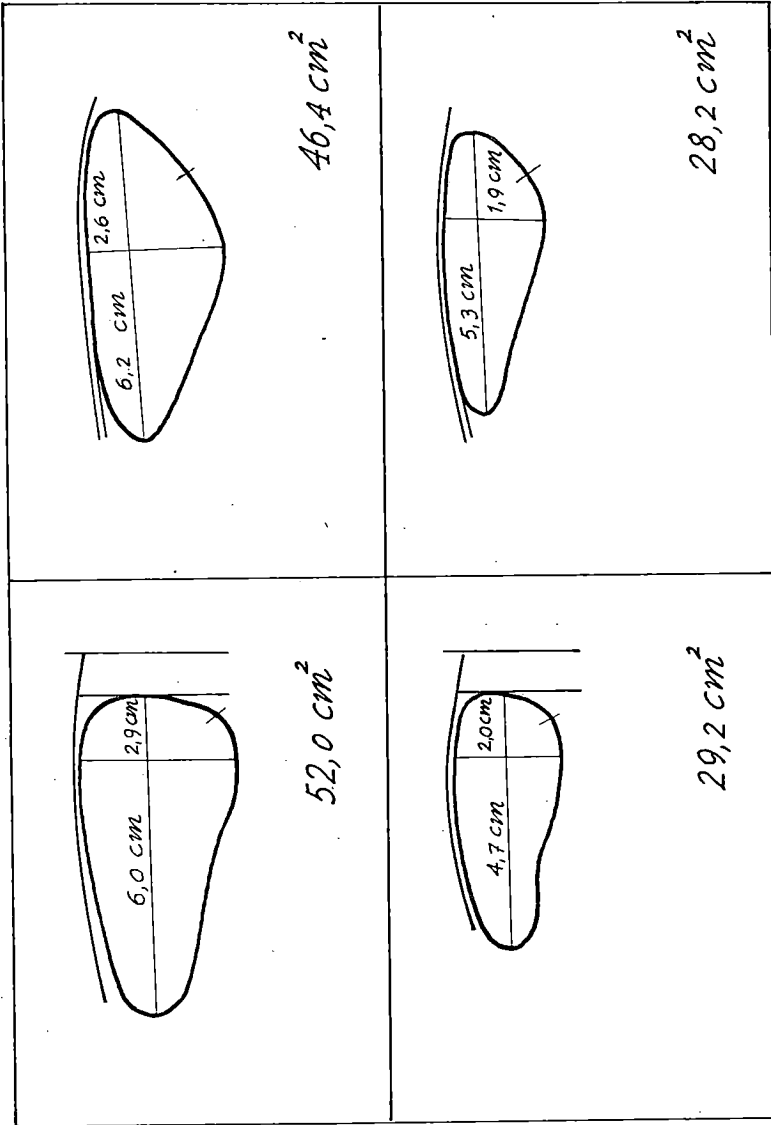
Jos verrataan selkälihaksen kokoa parhaimman ja huonoimman jälkeläisryhmän mukaan, voidaan taulukosta 12 havaita eron olevan yli 5 cm². Säilörehuryhmässä jälkeläisten väliset erot ovat suurempia kuin väkirehuryhmässä.

Taulukko 12. Selkälihaksen koon mukaan parhaimman ja huonoimman jälkeläisryhmän eräitten teuraslaatuominaisuuksien välinen vertailu

Jälkeläisryhmä	n	Selkälihaksen pinta-ala cm ²	Rasvattoman ruhon arvokas osa, lihaa %	Liha/luu-suhde	Ulko-filee g
Parhain	11	41.2	77.2	3.42	2455
Huonoin	11	36.0	76.5	3.25	1961
Erotus		5.2	0.7	0.17	494
Väkirehuryhmä:					
Parhain	6	42.1	78.0	3.57	2562
Huonoin	5	37.8	76.9	3.32	2133
Erotus		4.3	1.1	0.25	429
Säilörehuryhmä:					
Parhain	5	40.2	76.4	3.24	2327
Huonoin	6	34.6	76.2	3.19	1818
Erotus		5.6	0.2	0.05	409

Yksilöiden välistä laajaa muuntelua pinta-alamitoissa havainnollistaa lisäksi kuva 13.

Selkälihaksen koon ja lihaprosentin (laskettu rasvattomasta ruhosta) välinen suhde isittäin ja ruokintaryhmittäin käy selville vielä kuvasta 14.



Kuva 13. UÄ-kuvista piirretyt selkälihaksen suurimmat ja pienimmät pinta-alat (mittakaava 1:2).

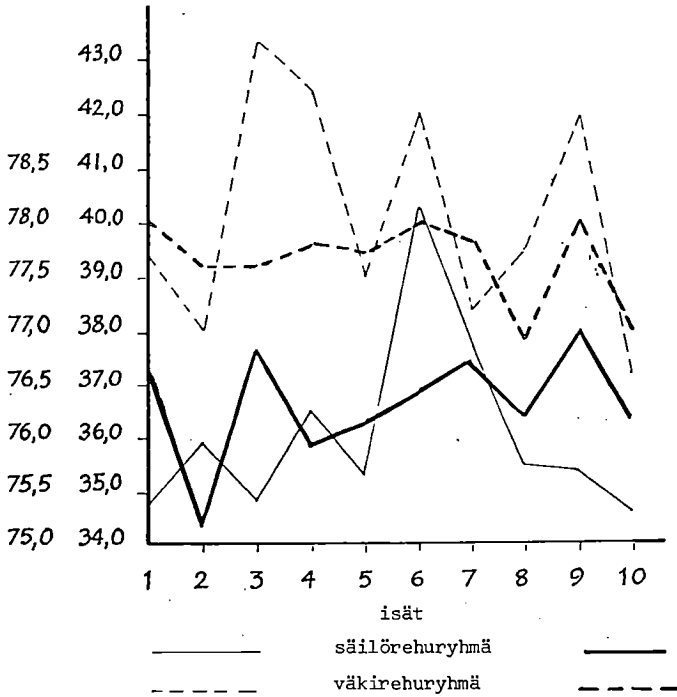
Vasemmalla keskiseläiltä (K) piirretty pinta-ala

Oikealla lanteelta " "

Pinta-alojen sisällä vaakasuorat numerot ilmoittavat selkälihaksen leveyden, pystysuorat paksuuden.

rasvattoman
ruhon liha-%

selkälihaksen
pinta-ala cm²



Kuva 14. Ultraäänikuvatun selkälihaksen poikkileikkauspinta-
alan ja rasvattoman ruhon lihaprosentin välinen suh-
de isittäin ja ruokintaryhmittäin

3.1.2 Teurastulokset

Teurastulosten keskiarvot ja hajonnat esitetään ruokintaryhmittäin taulukoissa 13-18 kuitenkin niin, että säilörehuryhmää käsitellään yhtenä ryhmänä.

3.1.2.1 Kokoruhon tulokset

Vapaa väkirehuruokinta on selvästi lisännyt sisälmysrasvojen määrää. Teuraspainoissa on 18 kg:n ero. Väkirehuryhmän sonneilla on teurasprosentti 1.5 %-yksikköä parempi säilörehuvaltaisella rehulla ruokittuja. Taulukossa 13 esitetään myös ruhopaino ennen paloittelua. Leikkelytulosten laskeminen perustuu tähän painoon.

Taulukko 13. Kokoruhon tulokset
(väkirehuryhmä n = 57, säilörehuryhmä n = 58)

Ominaisuus (kg)	Väkirehuryhmä			Säilörehuryhmä		
	\bar{x}	s	v	\bar{x}	s	v
Suolirasvaa	4.6	1.28	27.8	3.2	0.80	25.0
Sydänrasvaa, g	355	0.11	27.5	290	0.57	19.0
Munuaisrasvaa	1.4	0.39	27.9	0.9	0.33	36.7
Sisälmysrasvoja	6.4	1.50	23.4	4.4	0.99	22.5
Sisälmysrasvoja	5.2	1.08	20.8	4.3	0.92	21.4
Kuumapaino	121.5	11.80	9.7	102.8	10.60	10.3
Teuraspaino	117.5	11.41	9.7	99.4	10.24	10.3
Teuras-%	48.0	2.00	4.2	46.5	1.76	3.8
Ruhopaino ennen paloittelua	119.9	11.99	10.0	101.3	10.48	10.3
Häntä, g	493	0.90	18.0	418	0.78	19.5

Subjekttiivinen teurasarvostelu niinikään osoittaa ruokintaryhmien välisen eron. Säilörehuryhmässä ovat ruhot jääneet keskimäärin yhtä luokkaa huonommaksi lähinnä heikomman lihakkuuden johdosta. Koska kokeen sonnit teurastettaessa olivat samanikäisiä ja vielä keskenkasvuissa, ne olivat rasvaisuudeltaan vain joko ohutrasvaisia tai rasvattomia (taulukko 14).

Taulukko 14. Teurasarvostelutulokset
(väkirehuryhmä n = 57, säilörehuryhmä n = 58)

Ominaisuus	Väkirehuryhmä			Säilörehuryhmä		
	\bar{x}	s	v	\bar{x}	s	v
Lihakkuuspisteet	11.1	1.05	9.5	9.6	1.00	10.4
Väripisteet	4.9	0.22	4.5	4.8	0.47	9.8
Pisteet yhteensä	18.8	2.61	13.9	16.6	2.35	14.2
Rasvakirjain ^{x)}	8.9	0.33	3.7	8.6	0.50	5.8
Laatuluokka ^{xx)}	2.1	0.68	32.4	3.1	0.57	18.4

x) A = 9, ohutrasvainen
T = 8, rasvaton

xx) E = 1
I+ = 2
I = 3
I- = 4

3.1.2.2 Leikkelytulokset

Paistin, fileeselän, lapakappaleen, kuveosan sekä kolmen ensimmäisen muodostaman ruhon arvokkaan osan leikkelytulokset esitetään taulukoissa 15-18. Ruhon arvokkaan osan liha-% on suurempi säilörehuryhmän sonneilla, mutta rasvattoman ruhon arvokkaan osan lihaprosentti on puolestaan väkirehuryhmässä suurempi. Ruhon osien rasvamäärän muuntelu on kaksinkertainen verrattuna lihan määrälliseen muunteluun.

Taulukko 15. Paistin ja kupeen leikkelytulokset
(väkirehuryhmä n = 57, säilörehuryhmä n = 58)

Ominaisuus (kg)	Väkirehuryhmä			Säilörehuryhmä		
	\bar{x}	s	v	\bar{x}	s	v
Takaneljännes	34.5	3.61	10.5	29.2	3.10	10.6
Paistiosa	20.7	2.03	9.8	18.1	1.87	10.3
Lihaa paistiosassa	14.5	1.66	11.4	12.7	1.51	11.9
Rasvaa "	2.3	0.54	23.5	1.8	0.40	22.2
Luita "	3.9	0.42	10.8	3.7	0.42	11.3
Kuvekappale	3.4	0.53	15.6	2.7	0.43	15.9
Lihaa kuvekappaleessa	2.4	0.35	14.6	2.1	0.38	18.1
Rasvaa "	0.5	0.36	72.0	0.5	0.16	32.0

Taulukko 16. Fileeselän leikkely- ja ulkofileen mittaustulokset
(väkirehuryhmä n = 57, säilörehuryhmä n = 58)

Ominaisuus (kg)	Väkirehuryhmä			Säilörehuryhmä		
	\bar{x}	s	v	\bar{x}	s	v
Fileeselkä	7.5	0.88	11.7	6.5	0.70	10.8
Lihaa fileeselässä	1.9	0.30	15.8	1.5	0.21	14.0
Rasvaa "	0.8	0.28	35.0	0.6	0.17	28.3
Luita "	1.5	0.25	16.7	1.3	0.19	14.6
Ulkofilee	2.3	0.27	11.7	2.0	0.25	12.5
Sisäfilee	0.9	0.11	12.2	0.8	0.10	12.5
Ulkofileen paksuus (K)	9.1	1.09	12.0	8.2	0.72	8.8
" " (L)	14.2	1.29	9.1	13.6	1.12	8.2

Taulukko 17. Lavan leikkelytulokset
(väkirehuryhmä n = 57, säilörehuryhmä n = 58)

Ominaisuus (kg)	Väkirehuryhmä			Säilörehuryhmä		
	\bar{x}	s	v	\bar{x}	s	v
Lapa	11.1	1.18	10.6	9.6	0.97	10.1
Lihaa lavassa	7.6	0.93	12.2	6.5	0.82	12.6
Rasvaa "	1.0	0.36	36.0	0.7	0.19	27.1
Luita "	2.5	0.23	9.2	2.3	0.21	9.1

Taulukko 18. Ruhon arvokkaan osan leikkelytulokset
(väkirehuryhmä n = 57, säilörehuryhmä n = 58)

Ominaisuus (kg)	Väkirehuryhmä			Säilörehuryhmä		
	\bar{x}	s	v	\bar{x}	s	v
Ruhon arvokas osa	39.4	3.88	9.8	34.0	3.41	10.0
Lihaa ruhon arvokkaassa osassa	27.2	3.07	11.3	23.5	2.74	11.7
Rasvaa " "	4.2	1.10	26.2	3.1	0.64	20.6
Luita " "	7.8	0.82	10.5	7.3	0.77	10.5
Ruhon arvokas osa %	66.0	1.22	1.8	67.2	1.30	1.9
Lihaa ruhon arvokkaassa osassa %	45.6	2.03	4.4	46.5	1.90	4.1
Rasvaa " " %	7.0	1.70	24.3	6.1	1.25	20.5
Luita " " %	13.1	0.80	6.1	14.4	0.90	6.2
Liha:rasva ruhon arvokkaassa osassa	7.1	2.78	39.2	8.0	1.97	24.6
Liha:luu " "	3.5	0.24	6.9	3.2	0.23	7.2
Rasva:luu " "	5.4	1.47	27.2	4.3	0.99	23.0
Lihaa rasvattoman ruhon arvokk. osassa %	77.6	1.09	1.4	76.3	1.28	1.7

arvokas osa = fileeselkä, paisti, lapa

3.2 Varianssianalyysit

Kyseessä olevaa koetta ei oltu alunperin suunniteltu ultraäänimittauksia varten. Jako neljään ruokintaryhmään oli jalostustutkimuksen kannalta epätarkoituksenmukainen ja haitallinen. Jälkeläisten jakautuminen eri ruokintaryhmiin oli varsin epätasainen. Tästä syystä oli odotettavissa ryhmien välisiä eroja. Eroavuudet UÄ-mittojen keskiarvoissa käyvät hyvin esille taulukosta 7. Samoin taulukoiden 8 ja 11 UÄ-mittojen keskiarvot viittaavat kuvauspaikkojen välisiin eroavuuksiin.

Tutkimuksen eräänä tarkoituksena oli selvittää, voidaanko selkälihakseen alan UÄ-mittauksilla todeta isien välisiä eroja. Erojen toteamiseksi laskettiin ristikkäinen varianssianalyysi korjaamattomista ultraäänimitoista.

Taulukosta 19 voidaan havaita, että selkälihakseen alasta lasketut isien, ruokintaryhmien ja kuvauspaikkojen erot ovat erittäin merkitseviä ($P < 0.001$). Isien ja ruokintaryhmien yhdysvaikutus (IR) osoittautui myös erittäin merkitseväksi.

Taulukko 19. Ristikkäinen varianssianalyysi. Pitkän selkälihakseen pinta-ala

Varianssilähde	Neliösumma	V.A.	Keski-neliö	F	
Kokonaismuuntelu	445.148	39			
Isien välinen muuntelu, I	74.447	9	8.272	168.20 ^{xxx}	1.58 Ns
Ruokintaryhmien välinen muuntelu, R	156.816	1	156.816	3200.33 ^{xxx}	30.02 ^{xxx}
Kuvauspaikkojen välinen muuntelu, U	165.649	1	165.649	3380.59 ^{xxx}	
Prim.yhdysvaikutus, IR	47.008	9	5.223	106.59 ^{xxx}	
" " ,IU	0.647	9	0.072	1.47	Ns
" " ,RU	0.144	1	0.144	2.94	Ns
Virhemuuntelu	0.437	9	0.049		

Isien ja ruokintaryhmien välinen yhdysvaikutus on niin suuri, että se peittää isien väliset kokonaiserot. Isien ja ultraäänimittojen yhdysvaikutus kuin ei myöskään ruokintaryhmien ja ultraäänimittojen yhdysvaikutus ole tilastollisesti merkitsevä.

Ruokintaryhmien väliset erot laskettiin hierarkkisella varianssianalyysillä ruokintatyyppien sisällä. Varianssianalyysin tulokset esitetään taulukossa 20. Tuloksista nähdään, että ruokintaryhmien ja kuvauspaikkojen väliset erot ovat merkitseviä ($P < 0.05$). Ruokintaryhmät ruokintatyyppien sisällä eivät eroa merkitsevästi toisistaan.

Taulukko 20. Hierarkkinen varianssianalyysi. Selkälihaksen pinta-ala, ruokintaryhmien välinen muuntelu ruokintatyyppien sisällä

Varianssilähde	Neliösumma	V.A.	Keskineliö	F
Kokonaismuuntelu	62.589	8		
Ruokintaryhmien välinen muuntelu, R	25.839	1	25.839	22.18 ^x
Kuvauspaikkojen välinen muuntelu, U	32.402	1	32.402	27.81 ^x
Yhdysvaikutus, RU	2.018	1	2.018	1.73 Ns
Ruokintaryhmien välinen muuntelu ruokintatyyppien sisällä, RI	4.330	2	2.165	11.93 Ns
Virhemuuntelu	2.330	2	1.165	

Säilörehuryhmästä suoritettiin yksinään varianssianalyysi sen eri ruokintatyyppien välisten erojen selvittämiseksi. Selkälihaksen pinta-alasta lasketut säilörehuryhmän eri tyyppien väliset erot ovat merkitseviä 5 prosentin riskitasolla. Kuvauspaikkojen väliset erot ovat merkitseviä ($P < 0.01$).

Ruokinnan häiriöllinen vaikutus pyrittiin poistamaan regressiokorjauksella, jonka jälkeen saaduista residuaaleista laskettiin yksisuuntainen varianssianalyysi. Kuten taulukosta 21 havaitaan, on korjaus

ilmeisesti tasoittanut taulukossa 19 esiin tulleet isien väliset ja yhdysvaikutuksena ilmenneet erot selkälihakseen UÄ-mitoissa.

Aikaisemmin esitetyn perusteella todetaan säilörehuryhmän sisällä huomattavia virhelähteitä. Kaikkien sonnien jälkeläisiä ei esiinny säilörehuryhmän eri ruokintatyypeissä. Ryhmän menestyminen on paljolti ollut riippuvainen väkirehutason määrästä ja säilörehun laadusta.

Taulukko 21. Isien aiheuttaman muuntelun tilastollinen merkitsevyys. (Ominaisuuksista esitetään vain ne, jotka osoittautuivat tilastollisesti merkitseviksi)

Ominaisuus	Tilastollinen merkitsevyys
Paino 205 pv kokeessa	x
Elopaino (220 pv teurastusiässä)	x
Lisäkasvu kokeessa	x
Rinnan ympäräys	x
Lantion leveys	xxx
Kuumapaino	x
Teuraspaino	x
Teuras-%	x
Suolirasvaa	x
Sisälmysrasvoja	x
Sisälmysrasvoja % kuumapainosta	x
Teurasarvostelun väripisteet	x
Rasvakirjain	x
Ruhopaino ennen paloittelua	x
Takaneljännes	x
Etuneljännes	x
Ruhon arvokas osa	x
Lihaa ruhon arvokkaassa osassa	xx
Rasvaa " " "	x
Luita " " "	xx
Liha-rasvasuhde	x
Rasva-luusuhde	x
Lihaa pistooliosassa	xx
Luita "	xx
Paistiosa	x
Lihaa paistiosassa	xx
Luita "	xx
Lihaa fileeselässä	xx
Luita "	xx
Ulkofilee	x
Lihaa lapakappaleessa	xx
Luita "	xx
Lihaa kuveosassa	x

x = P < 0.05

xx = P < 0.01

xxx = P < 0.001

Ruokinnasta johtuvan virheen mahdollista pienentymistä tutkittiin laskemalla isien välinen muuntelu ruokintaryhmien sisällä. Ensin korjattiin säilörehuryhmän sisällä eri ruokintatasojen selkälihak- sen pinta-alojen keskiarvot niin, että kolmas, heikoin ryhmä kor- jattiin toisten tasolle. Korjatuista arvoista laskettiin isien vä- liset erot ruokintaryhmien sisällä hierarkkisella varianssianalyy- sillä. Tulokset osoittavat, että isien osuus selkälihakseen alan muuntelussa jää vain 3.4 prosenttiin. Isien väliset erot ruokinta- ryhmien sisällä eivät myöskään ole merkitseviä (taulukko 22).

Isien välistä muuntelua tutkittiin korjatuilla arvoilla myös erik- seen väkirehuryhmän ja säilörehuryhmän sisällä. Isien välille ei kuitenkaan saatu tilastollisesti merkitseviä eroja.

Taulukko 22. Hierarkkinen varianssianalyysi. Pitkän selkälihakseen pinta-ala, isien välinen muuntelu ruokintaryhmien sisällä

Varianssilähde	Neliö- summa	V.A.	Keski- neliö	F	δ^2 :n %-osuus
Kokonaismuuntelu	1987.8	114			
Ruokintaryhmien väli- nen muuntelu, R	360.9	1	360.90	26.20 ^{xxx}	29.2
Isien välinen muunte- lu ruokintaryhmien sisällä, IR	319.8	18	17.77	1.29	3.4
Virhemuuntelu	1307.1	95	13.76		67.4

Selkälihakseen alan heritabiliteettikertoimia pyrittiin myös arvioi- maan. Koska ruokinnan vaikutus oli ilmeinen, laskettiin periytyvyys- kertoimet vain väkirehuryhmässä, jossa jälkeläisten määrä isää kohti oli 5-6. Tässä vaiheessa kuvaustekniikan ja kuvien tulkinnan epävar- muudesta johtuen jäi keskiselältä otetun UÄ-kuvan selkälihakseen alan heritabiliteettikerroin kuitenkin alhaiseksi, $h^2 = 0.19$. PUONTIN (1975) ja OJALAN (1976) mukaan on yksilöttestausasemalla kasvatettu- jen sonnien vastaavasta kohdasta arvioidun UÄ-kuvan selkälihakseen alan periytymisaste 1/2-vuotiailla ollut 0.40 luokkaa.

Regressikorjausten jälkeen todettiin, ettei emän paino eikä teuras- tusikä ollut vaikuttanut merkitsevästi mihinkään ominaisuuteen.

3.3 Fenotyyppiset korrelaatiot

Fenotyyppiset korrelaatiot laskettiin sekä elävien eläinten mittaus-
tuloksista että teurastuloksista.

3.3.1 Elävien eläinten mittojen väliset korrelaatiot

Aluksi tarkastellaan UÄ-kuvatun selkälihaksen alan ja joidenkin painotulosten sekä rungon mittojen välisiä tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä. (Taulukko 23).

Taulukko 23. UÄ-mitatun selkälihaksen pinta-alan ja painotulosten sekä rungon mittojen välisiä korrelaatioita (n = 115)

Ominaisuus	Selkälihaksen pinta-ala	
	K	L
Tulopaino	0.22	0.25
Elopaino	0.55	0.55
Lisäkasvu kokeessa	0.49	0.48
Pituus	0.43	0.41
Rinnan ympäryys	0.51	0.51
Lantion leveys	0.40	0.40
Reisimitta	0.52	0.53

Korrelaatioiden merkitsevyys	P < 0.05	r = > 0.18
	P < 0.01	r = > 0.24
	P < 0.001	r = > 0.30

Elopaino, lisäkasvu, rinnan ympäryys ja reisimitta mittaavat selkälihaksen kokoa yhtäläisesti korrelaatiokertoimen 0.50 osoittamalla varmuudella.

Taulukkoon 24 on kerätty UÄ-kuvattujen selkälihaksen pinta-alojen ja paksuuksien välisiä korrelaatioita.

Taulukko 24. UÄ-mitatun selkälihaksen poikkileikkaus- ja paksuus-
kuvista eri kuvauskohdista määritettyjen mittojen
sekä ulkofileen mittojen välisiä korrelaatioita
(n = 115)

Paksuuskuva	Poikkileikkauskuva					
	Kuvauskohta (K)			Kuvauskohta (L)		
	leveys	paksuus	pinta- ala	leveys	paksuus	pinta- ala
UÄ-kuva, paksuus, kuvauskohta 1	0.12	0.45	0.43	0.25	0.37	0.45
UÄ-kuva, paksuus, kuvauskohta 2	0.12	0.43	0.42	0.26	0.35	0.44
UÄ-kuva, paksuus, kuvauskohta 3	0.15	0.38	0.50	0.26	0.39	0.50
Ruho, selkälihaksen paino ^{x)}	0.43	0.62	0.87	0.57	0.65	0.85
Ruho, selkälihaksen paksuus ^{xx)}	0.29	0.38	0.52	0.31	0.38	0.51

x) puhdistetun ulkofileen paino

xx) 5. lannenikama

Korrelaatioiden merkitsevyys $P < 0.05$ $r > 0.18$
 $P < 0.01$ $r > 0.24$
 $P < 0.01$ $r > 0.30$

Poikkileikkaus- ja paksuuskuvista määritetyt selkälihaksen paksuudet korreloivat eri mittauskohdissa hyvin samalla tavalla kertoimien 0.35 - 0.45 rajoissa. Paksuuskuvan lihaksen paksuuden korrelaatio on vähän suurempi poikkileikkauskuvan pinta-alaan kuin paksuuteen. Selkälihaksen paksuus korreloi paremmin ristiselän poikkileikkauskuvan leveyteen kuin keskiselän leveyteen.

3.3.2 Ultraäänimittojen ja teuraslaatuominaisuuksien väliset korrelaatiot

Kun UÄ-kuvan pinta-alamittaa (K) verrattiin sekä ruhosta valokuvattuun poikkileikkauspinnan alaan (K) että lihaksen vastaavalta kohdalta kuultopaperille piirrettyyn pinta-alaan, saatiin UÄ-kuvan ja valo-

kuvan (n = 64) välille kiinteä korrelaatio 0.72 (P < 0.001). UÄ-kuvan ja ruhosta läpipiirretyn pinta-alan (n = 87) välinen korrelaatiokerroin on hieman suurempi, 0.77 (P < 0.001).

Koska koe oli ensimmäinen, jossa perehdyttiin UÄ-kuvien tulkin-taan, oli aiheellista epäillä, että kuvien tulkinnessa esiintyy eroja, varsinkin ottaen huomioon joukossa olleitten epäselvien kuvien määrän.

Taulukko 25. UÄ-mitatun selkälihaksen pinta-alan sekä määrällis-ten että suhteellisten teuraslaatuominaisuuksien vä-lisiä korrelaatioita (n = 115)

Ominaisuus	Selkälihaksen pinta-ala	
	K	L
Ulkofileen paino	0.87	0.85
Teuraspaino	0.67	0.61
Lihaa pistooliosassa	0.63	0.61
Lihaa pistooliosassa % ^{x)}	-0.03	-0.04
Lihaa ruhon arvokkaassa osassa	0.57	0.56
Rasvaa " " "	0.42	0.44
Luita " " "	0.42	0.41
Lihaa " " "	-0.14	-0.14
Rasvaa " " %	0.18	0.20
Luita " " %	-0.34	-0.33
Liha-rasvasuhde	-0.23	-0.25
Liha-luusuhde	0.24	0.24
Lihaa rasvattoman ruhon arvok- kaassa osassa %	0.26	0.25

x) pistooliosa, % teuraspainosta

Korrelaatioiden merkitsevyys	P < 0.05	r > 0.18
	P < 0.01	r > 0.24
	P < 0.001	r > 0.30

Sonnien pinta-alamittaa (K) verrattaessa ulkofileen painoon saa-daan korrelaatiokertoimen arvoksi 0.87. Kerroin osoittaa, että ulkofileen paino on ultraäänikuvauksella todetun poikkileikkaus-pinta-alan perusteella arvioitavissa melkoisella tarkkuudella.

Ulkofileen painon vaihtelusta on täten 76 % hallittavissa UÄ-kuvauksen perusteella (taulukko 25). Lisäksi regressiokerroin osoitti, että ulkofileen paino suurenee 12.7 grammalla jokaista todettua pinta-alan neliösenttiä kohti. Ulkofileen painon ja poikkileikkauskuvan lihaksen paksuuden väliseksi korrelaatioksi saatiin 0.62, joka osoittaa, että lihaksen paksuuden arvio ei mittaa ulkofileen painoa samalla varmuudella kuin alan arvio. Selkälihaksen alan yhteys pistoolin lihamäärään on jo heikompi kuin ulkofileeseen. Korrelaatio on kuitenkin tilastollisesti merkitsevä 0.63 ja osoittaa, että 40 % pistoolin lihamäärän vaihtelusta voidaan hallita ultraäänikuvauksen perusteella. Pistoolin lihan määrä suurenee 370 grammalla kuvan pinta-alan neliösenttiä kohti.

Selkälihaksen ala korreloi melko selvästi ja yhtäläisesti sekä lihan että luun kilomääriin.

Ruhon arvokkaan osan lihaprosentin ja pinta-alamittojen välinen korrelaatio on negatiivinen. Kummastakin kuvauskohdasta saatu korrelaatio on yhdenmukainen. Pistoolin lihaprosentin ja lihaksen pinta-alan välinen korrelaatio on myös negatiivinen.

Koska suhteellisen lihamäärän ja UÄ-mittojen välille ei saatu positiivista korrelaatiota, pyrittiin todellista lihakkuutta arvioimaan rasvattomasta ruhosta. Tämän arvioinnin perusteella selkälihaksen alan korrelaatio rasvattoman ruhon lihaprosenttiin on positiivinen, 0.26 ($P < 0.01$). Toisen tärkeän lihakkuuden indikaattorin, lihaluusuhteen, ja selkälihaksen alan välinen korrelaatio on niinkään heikonpuoleinen, mutta tilastollisesti merkitsevä. Selkälihaksen pinta-alan ja ruhon arvokkaan osan rasvan kilomäärän välinen korrelaatio on varsin tyydyttävä. Selkälihaksen poikkileikkauspinta-alan korrelaatio rasvaprosenttiin on varsin pieni.

Selkälihaksen paksuusmitat korreloivat yllättävän huonosti absoluutisiin lihamääriin (taulukko 26). Todellisen lihakkuuden mittareina paksuusmitat ovat yhtä heikkoja kuin pinta-alamitatkin. Myös rasvattoman ruhon arvokkaan osan lihaprosentin ja selkälihaksen paksuusmittojen väliset yhteydet ovat perin heikkoja lukuunottamatta ristiselältä otettua paksuusmittaa (L). Tämä UÄ-mitta korreloi rasvat-

toman ruhon arvokkaaseen osaan tyydyttävästi. Selkälihaksen paksuusmittojen korrelaatiot absoluuttisiin rasvamääriin ovat samaa suuruusluokkaa kuin selkälihaksen poikkileikkauspinta-alakuvien korrelaatiot. Paksuusmitat korreloivat rasvaprosenttiin ja liha-rasvasuhteeseen huomattavasti kiinteämmin kuin pinta-alamitat.

Taulukko 26. UÄ-mitatun selkälihaksen paksuuskuvasta arvioidun lihaksen paksuuden ja määrällisten sekä suhteellisten teuraslaatuominaisuuksien välisiä korrelaatioita (n = 115)

Ominaisuus	Selkälihaksen paksuus		
	E	K	L
Ulkofileen paino	0.32	0.30	0.40
Teuraspaino	0.16	0.11	0.25
Lihaa pistooliosassa	0.09	0.07	0.24
Lihaa ruhon arvokkaassa osassa	0.05	0.03	0.19
Rasvaa " " "	0.45	0.43	0.42
Lihaa " " " %	-0.25	-0.18	-0.11
Rasvaa " " " %	0.43	0.42	0.35
Lihaa-rasvasuhde " "	-0.47	-0.47	-0.38
Lihaa rasvattoman ruhon arvokkaassa osassa %	0.10	0.13	0.33

Korrelaatioiden merkitsevyys	P < 0.05	r > 0.18
	P < 0.01	r > 0.24
	P < 0.01	r > 0.30

Selkälihaksen kokoa pyrittiin myös arvioimaan teoreettisen mitan, tilavuuden avulla. Selkälihaksen tilavuus laskettiin kertomalla pinta-ala selkälihaksen keskimääräisellä poikkileikkauspinta-alalla. Pituusmittana käytettiin vakiota, pitkittäiskiskon pituutta. Tilavuusmitta ei parantanut teuraslaatuominaisuuksien ja selkälihaksen pinta-alojen välistä korrelaatiota.

Ultraäänikuvasta todetun pinta-alamitan ja ulkofileen painon väliseen korrelaatioon sisältyy eläimen painon vaikutusta. Suurella eläimellä on myös kookas selkälihak, täten on UÄ-kuvankin selkäli-

has isokokoinen. Tämä on autokorrelaatiota. Painon vaikutuksen poistamiseksi laskettiin osittaiskorrelaatiot kaavan

$$r_{123} = \frac{r_{12} - r_{13} \times r_{23}}{(1 - r_{13}^2)(1 - r_{23}^2)}$$

mukaan. Korrelaatiomatriisista otettiin seuraavat korrelaatiot:

Ulkofilee		x elopaino,	r = 0.71	
UÄ-mitatun selkälihaksen pinta-ala (K)		x elopaino,	r = 0.54	
"	"	(K) x ulkofilee,	r = 0.87	
"	"	(L) x elopaino,	r = 0.55	
"	"	(L) x ulkofilee,	r = 0.85	
"	"	tilavuus ^{x)}	x elopaino,	r = 0.57
"	"	"	x ulkofilee,	r = 0.86

x) $(2 \times \text{pituus(vakio)}) \times \frac{K + L}{2}$

Kun elopainon vaikutus poistettiin osakorrelaatiolla, saatiin UÄ-mitatun selkälihaksen alan (K) ja ulkofileen välille tilastollisesti erittäin merkittävä korrelaatio 0.82 (taulukko 27). Pistooliosan lihan ja pinta-alamitan välinen yhteys on jo selvästi huomompi. Elopainon eliminoimisen jälkeen jää selkälihaksen alan ja ruhon arvokkaan osan lihan välille enää heikko yhteys. Koska ulkofileen osuus on pienempi ruhon arvokkaan osan lihamäärästä lasketuna kuin pistoolin lihamäärästä, ei korrelaatio voikaan muodostua kovin suureksi. Selkälihaksen pinta-alan mittojen (L) ja tilavuuden mittojen korrelaatiot ruhon lihamääriin ovat melko samansuuntaisia edellisten kanssa, jopa suurempia ruhon arvokkaan osan lihamääriin.

Selvennykseksi voidaan vielä mainita, että taulukossa 27 esitetyt korrelaatiot kuvaavat UÄ-mittojen ja mainittujen ruhon lihamäärien välistä vuorosuhdetta silloin, kun eläinten edellytetään olevan samanpainoisia.

Taulukko 27. Selkälihaksen UÄ-mittojen ja ruhon lihamäärien osittaiskorrelaatioita

UÄ-mitattu selkälihaksen pinta-ala (K)	x	ulkofilee,	r = 0.82 ^{xxx}
"	"	"	x lihaa, pistooli-
			osassa, r = 0.40 ^{xxx}
"	"	"	x lihaa, ruhon ar-
			vokkaassa osassa, r = 0.28 ^{xxx}
"	"	"	(L) x ulkofilee, r = 0.78 ^{xxx}
"	"	"	x lihaa, pistooli-
			osassa, r = 0.36 ^{xxx}
"	"	"	x lihaa, ruhon ar-
			vokkaassa osassa, r = 0.34 ^{xxx}
"	"	tilavuus	x ulkofilee, r = 0.79 ^{xxx}
"	"	"	x lihaa, pistooli-
			osassa, r = 0.38 ^{xxx}
"	"	"	x lihaa, ruhon ar-
			vokkaassa osassa, r = 0.36 ^{xxx}

Pintarasvan paksuus arvioitiin sekä poikkileikkaus- että paksuuskuvis- ta (taulukko 28). Nahanalaisen rasvakerroksen muodostuminen näin kes- kenkasvuisilla sonneilla on vielä vähäistä. Tästä syystä rasvakerrok- sen arvioiminen UÄ-kuvista muodostui melko tulkinnanvaraiseksi. Valo- kuvasta ja UÄ-kuvasta tulkittujen rasvan paksuuksien arviot osoittau- tuivat kuitenkin varsin yhtäpitäviksi. Ruhosta ei rasvakerrosta mitat- tu, josta syystä ei ole voitu laskea arvioidun ja ruhosta mitatun ras- van paksuuden välistä korrelaatiotakaan. Pintarasvan paksuuden ja ru- hon rasvaisuutta ilmaisevien ominaisuuksien väliset korrelaatiot ovat sangen pieniä, mutta ilmaisevat kuitenkin yhteyttä olevan elävästä eläimestä arvioitujen rasvamittojen ja ruhosta saatujen todellista ras- vaisuutta osoittavien lukuarvojen välillä. Keskielän rasvamitta korre- loi hieman paremmin rasvaprosenttiin, lannerasvan paksuus absoluutti- seen lihamäärään. Rasvan eri paksuusmitat korreloivat liha-rasvasuhtee- seen hyvin heikosti.

Parhaiten paistin, fileeselän, lavan ja kupeen rasvaa arvioi lanteen pintarasvan paksuusmitta.

faktorin antamaa informaation suuruutta, suhteellista merkitystä, osoittaa eri ominaisuuksien neliöiden summan muodostama faktorin ominaisarvo kokonaisneliösummasta. Kun mukaan otettiin kuusi faktoria, muodostuivat niiden osuudet seuraavanlaisiksi: Ensimmäisen faktorin osuus on suurin, 22.1 % (37.6 % kokonaismuuntelusta), toisen faktorin osuus 17.2 % (66.8 % kokonaismuuntelusta). Kolmannen, neljännen ja viidennen faktorin ominaisarvot vaihtelivat 4.7 - 6.2 %. Kuudennen faktorin ominaisarvo on vain 3.6 %.

Merkittävimmät ominaisuudet eri faktoreissa ovat seuraavat:

Faktori I	Lihan määrä, paino sekä rungon mitat
Faktori II	Rasvamäärä
Faktori III	Lihakkuutta ilmaisevat ominaisuudet
Faktori IV	Rasvattoman ruhon ominaisuudet
Faktori V	Teurasarvostelutulokset

Ensimmäistä faktoria voidaan nimittää lihafaktoriksi, koska nopea kasvu, suuri paino ja iso koko viittaavat hyvään lihatuotukseen. Toista faktoria voidaan pitää rasvafaktorina ja kolmatta lihakkuusfaktorina, neljättä rasvattomana lihakkuusfaktorina ja viidettä teurasarvostelufaktorina. Kuudes faktori poikkesi muista joidenkin ominaisuuksien suhteen. Kaikki lataukset olivat pieniä eikä siinä muodostunut mitään selvää ominaisuussarjaa, joten faktoria ei voitane erityisesti nimetä miksikään. Taulukoihin 29-33 on kerätty kunkin faktorin suurimmat lataukset. Taulukosta 34 nähdään eri ominaisuuksien (48 kpl) lataukset kaikissa kuudessa faktorissa. Kuvasa 15 esitetään eri ominaisuuksien faktorilataukset havainnollistettuna. Ennenkuin ryhdytään tarkastelemaan eri faktoreitten saamia latauksia, tulee pitää mielessä, että eri ominaisuuksien väliset vertailut latausten suuruuden mukaan voidaan tehdä vain yksityisen faktorin sisällä.

3.4.1 Ensimmäinen faktori - lihafaktori

Tässä faktorissa absoluuttisten lihamäärien ja painojen lataukset ovat varsin suuria. Pistooliosan lihamäärä saa kaikkein voimakkaimman latauksen. Myös paistikappale kokonaisena ja paistin liha saavat suuret lataukset. Paisti yksinään pystyy siis mittaamaan ruhon ko-

konaislihamäärää jo hyvin tarkasti. Ulkofileeellä ja elopainolla on lähes samansuuruiset lataukset, vaikkakin ulkofileen osuus elopainosta on vain noin 1 %. Tämä viittaa siihen, että selkälihas yksinään on jo melkoinen lihamäärän mittari. Sinänsä punnittua elopainoa pidetään jo hyvänä lihamäärän arvioijana. RUOHOMÄEN (1975) mukaan elopaino selittää 1/2-vuotiailla lihan kilomäärää 78 %:n varmuudella. Huomioimisen arvoista lienee myös pienen sisäfileen saama suurehko lataus.

Faktorissa tulee esille eläimen hyvä kasvutaipumus ja iso koko. Faktoria voitaisi aivan hyvin kutsua myös kasvufaktoriksi. Ulkoisista mitoista on reiden ja rinnan ympäröityksen mitoilla parhaat lataukset. Tämä osoittaa, että tietyssä iässä tuotettu lihamäärä riippuu painon ohella myös eläimen koosta. Samaa todistavat luiden kohtalaiset lataukset. Vahvaluisilla eläimillä on myös lihamäärä suurempi.

Lihafaktorissa saavat niinkään eräät UÄ-mitat huomattavia latauksia. Selkälihaksen pinta-alamitat ja tilavuus näyttävät olevan melko kiinteässä yhteydessä kasvuun. Suhteellisella lihamäärällä lataukset olivat varsin pieniä, samoinkuin liha-luusuhdeilla. Ruhon rasvaisuutta kuvaavilla ominaisuuksilla ei tässä faktorissa ole lainkaan merkitystä.

Taulukko 29. Ensimmäisen faktorin suurimmat lataukset

Ominaisuus	
Lihaa pistooliosassa	0.976
Ruhon arvokas osa	0.973
Lihaa ruhon arvokkaassa osassa	0.966
Paistiosa	0.963
Ruhopaino ennen paloittelua	0.961
Kuumapaino	0.960
Takaneljännes	0.958
Lihaa paistiosassa	0.946
Fileeselkä	0.896
Lihaa lavassa	0.872
Lapa	0.857
Ulkofilee	0.853
Elopaino	0.825
Lisäkasvu	0.786
Luita pistooliosassa	0.763
Lihaa kuveosassa	0.762
Luita ruhon arvokkaassa osassa	0.753
Reisimitta	0.740
Rinnan ympärys	0.734
Selkälihaksen UÄ-poikkileikkauspinta-ala (K)	0.731
" tilavuus	0.727
" UÄ-poikkileikkauspinta-ala (L)	0.716
Sisäfilee	0.708
Lihaa fileeselässä	0.705
Luita "	0.702
Kuveosa	0.662

3.4.2 Toinen faktori - rasvafaktori

Tässä faktorissa on sekä ruhon absoluuttisella että suhteellisella rasvan määrällä suurimmat lataukset. Liha-rasvasuhteella on erittäin voimakas negatiivinen lataus. Tutkittujen ruhonosien rasvasta saadaan lavan ja kupeen rasvalle suurimmat lataukset. Kuverasvaa ruhossa on suhteellisesti kaikkein vähiten, joten sen antama suuri lataus osoittaa kuverasvan ilmaisevan erittäin hyvin ruhon kokonaisrasvamäärää. Sisämysrasvat näyttävät kuvaavan ruhon rasvoja heikommien eläimen rasvaisuutta. Teurasarvostelun rasvakirjaimen lataus jää muita rasvaisuutta osoittavia ominaisuuksia heikommaksi. Tämä selittyy sillä, että käytännöllisesti katsoen kaikki sonnit olivat parhaassa kasvuvaiheessa, jolloin varsinainen ruhon rasvoittuminen ei ollut vielä alkanut. Pintarasvaan nähden yksilöiden väliset erot ovat täten erittäin vähäiset. UÄ-kuvien rasvan paksuuden saamat lataukset olivat erittäin heikkoja suurelta osalta edellä esitetystä seikoista johtuen.

Suhteellisilla lihamäärillä on tässä faktorissa melko voimakkaat negatiiviset lataukset. Suurin lataus on kuveosan lihaprosentilla. Näyttää ilmeiseltä, että enemmän rasvaa tuottaneet eläimet ovat vähemmän lihakkaita. Faktoria voidaan hyvällä syyllä pitää rasvafaktorina.

Taulukko 30. Toisen faktorin suurimmat lataukset

Ominaisuus		
Rasvaa ruhon arvokkaassa osassa + kuveosassa		0.954
Rasvaa %	" " "	0.934
Rasvaa	" " "	0.934
Rasva-luusuhde		0.933
Liha-rasvasuhde		-0.910
Rasvaa pistooliosassa		0.907
Rasvaa %	"	0.905
Rasvaa lavassa		0.888
Lihaa kuveosassa %		-0.887
Rasvaa kuveosassa		0.880
Rasvaa fileeselässä		0.877
Sisälmysrasvoja + ruhon arvokkaan osan rasvaa		0.870
Lihaa ruhon arvokkaassa osassa %		-0.860
Lihaa pistooliosassa		-0.781
Lihaa paistiosassa %		-0.751
Lihaa lavassa %		-0.742
Sisälmysrasvoja		0.631
Rasvakirjain		0.536

3.4.3 Kolmas faktori - lihakuusfaktori

Kolmannen faktorin lataukset ovat jo huomattavasti pienempiä kuin toisen. Suurin negatiivinen lataus on pistoolin luumäärällä. Toiseksi suurimman latauksen saa rasvattoman ruhon arvokkaan osan lihaprosentti. Kohtalaiset lataukset ovat myös luuprosentilla ja liha-luusuhdeella. Tämä viittaa liha-luusuhteen merkitykseen hyvänä lihakkuuden mittarina. Lähes samansuuruisia edellisten kanssa ovat selkäliahaksen poikkileikkauspinta-alojen ja tilavuuden saamat lataukset. Askeleen heikompana tulevat selkäliahaksen paksuuden lataukset. Teurasarvostelun lihakuuspisteet ja niistä erityisesti ulkopaistipisteet saavat tässä faktorissa myös kohtalaisen latauksen. Lähes samaa suuruusluokkaa ovat

ulkofileen saamat lataukset. Faktoria voidaan epäilyksettä pitää lihakuusfaktorina.

3.4.4 Neljäs faktori - rasvaton lihakuustekijä

Neljäs faktori muodostaa oman ryhmänsä. Sen ominaisuuksilla on keskinäistä vuorovaikutusta, mutta yhteys absoluuttisiin liha- ja rasvamääriin jää heikoksi tai sitä ei esiinny ollenkaan. Voimakkaimmat lataukset saa rasvattoman ruhon arvokkaan osan lihaprocentti ja liha-luusuuhde. Suhteellisilla luumäärillä on suuret, negatiiviset lataukset. Myöskin teurasarvostelun lihakuuspisteet ja niistä pais-tin ja ristiselän pisteet saavat kohtalaisia latauksia.

Faktorin nimeäminen on edellisiä huomattavasti vaikeampaa. Mahdollisesti voitane puhua rasvattomasta lihakuustekijästä.

3.4.5 Viides faktori - teurasarvostelufaktori

Viidettä faktoria voidaan pitää teurasarvostelufaktorina, sillä ainoastaan ruhojen laatuluokituksessa annetut pisteet ovat tässä faktorissa saaneet suurehkoja latauksia. Ristiselän pisteet, lihakuus-pisteet yhteensä sekä ulkopaistin pisteet saavat voimakkaimmat lataukset.

Kuudennessa faktorissa ainoastaan selkälihaksen paksuusmitat erottuvat, mutta heikoin latauksin.

Mielenkiintonsa vuoksi lienee syytä mainita, että eräässä toisessa faktorianalyysin aineistossa, jossa häntä leikkuutuloksineen oli mukana, se muodosti oman, toisista erottuvan itsenäisen faktorinsa. Tämä voitane tulkita niin, että hännän lihakuuden lisääminen on mahdollista. On kuitenkin toinen asia, pidetäänkö sitä tarkoituksenmukaisena.

Taulukko 31. Kolmannen faktorin suurimmat lataukset

Ominaisuus	
Luita pistooliosassa	-0.702
Lihaa rasvattoman ruhon arvokkaassa osassa %	0.691
Luita ruhon arvokkaassa osassa %	-0.682
Liha-luusuuhde	0.666
Selkälihakseen UÄ-poikkileikkauspinta-ala (K)	0.661
" tilavuus	0.661
" UÄ-poikkileikkauspinta-ala (L)	0.656
" paksuus (K)	0.588
" " (L)	0.583
Ulkopaistipisteet	0.578
Lihakkuuspisteet	0.573
Selkälihakseen paksuus (E)	0.567
Ulkofilee	0.555
Ulkofilee ruhopainosta %	0.538
" fileeselän painosta %	0.521

Taulukko 32. Neljännen faktorin suurimmat lataukset

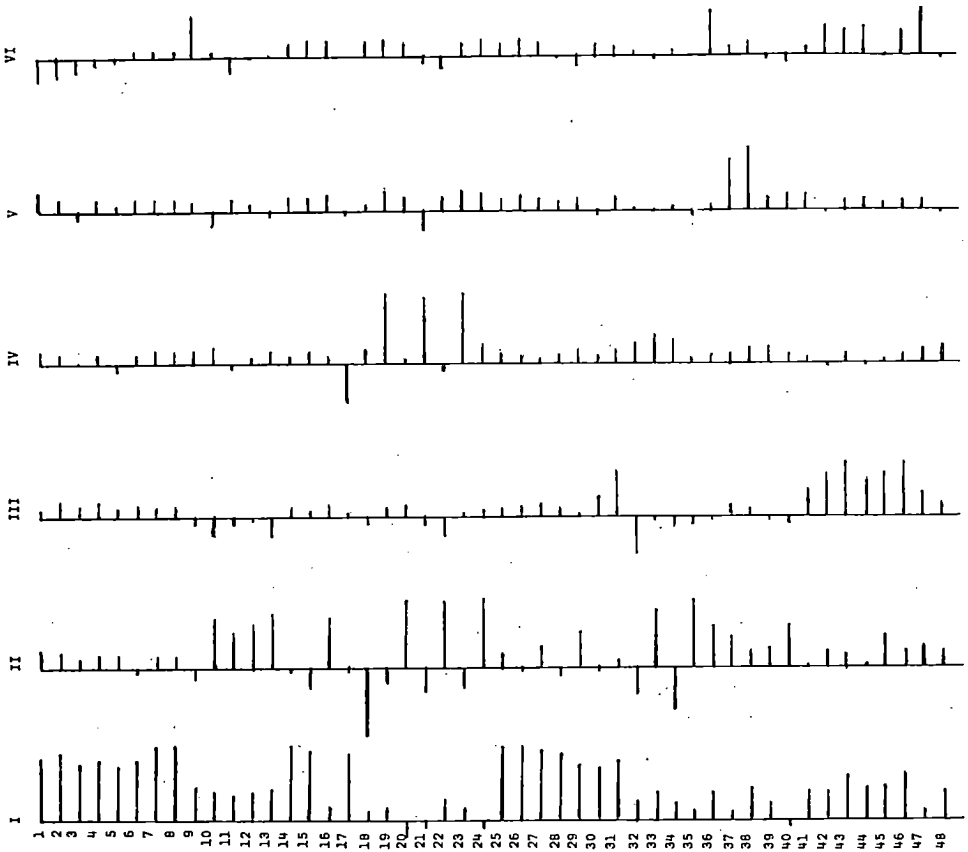
Ominaisuus	
Lihaa rasvattoman ruhon arvokkaassa osassa %	0.886
Liha-luusuuhde " " " "	0.876
Luita % " "	-0.843
Luita paistiosassa %	-0.796
Lihakkuuspisteet	0.606
Paistilinjan "	0.559
Ulkopaisti "	0.544
Ristiselän "	0.496

Taulukko 33. Viidennen faktorin suurimmat lataukset

Ominaisuus		
Teurasarvostelu-	ristiselkä	0.835
pisteet	lihakkuuspisteet	0.832
	ulkopaisti "	0.805
	paistilinja "	0.776
	pisteet yhteensä	0.645
	lanne	0.626

Taulukko 34. Eri ominaisuuksien lataukset kuudessa faktorissa

Ominaisuus	N:o	I	II	III	IV	V	VI
Lisäkasvu kokeessa	1	79	18	11	17	23	-30
Elopaino	2	84	21	19	10	15	-25
Pituus	3	69	10	13	02	01	-19
Rinnan ympäryys	4	77	17	19	09	-10	-12
Lantion leveys	5	63	15	12	-08	12	-07
Reisimitta	6	73	-06	17	07	07	07
Kuumapaino	7	95	14	12	13	15	07
Ruhopaino ennen paloittelua	8	95	15	12	12	15	07
Teuras-%	9	41	-14	-10	16	09	50
Suolirasvoja	10	36	64	-26	20	-14	06
Munuaisrasvaa	11	31	45	-11	-01	17	-20
Sydänrasvaa	12	34	57	-05	07	07	00
Sisälmysrasvoja	13	40	69	-25	17	-06	-00
Ruhon arvokas osa	14	96	-04	10	05	16	14
Lihaa ruhon arvokkaassa osassa	15	92	-25	07	16	16	13
Rasvaa " " " "	16	17	89	16	05	18	21
Luita " " " "	17	85	-07	03	-49	-01	-00
Lihaa " " " %	18	08	-90	-08	14	04	14
Lihaa rasvattoman ruhon arvokkaassa osassa %	19	15	-22	09	89	24	17
Rasvaa rasvattoman ruhon arvokkaassa osassa %	20	-20	90	13	05	15	17
Luita rasvattoman ruhon arvokkaassa osassa %	21	-12	-32	-12	-86	-24	-11
Liha-rasvasuhde ruhon arvokkaassa osassa	22	25	-86	-27	-04	-14	-13
Liha-luusuhde " "	23	16	-26	07	88	23	17
Rasva-luusuhde " "	24	-12	89	11	23	18	19
Takaneljännes	25	95	14	09	09	14	13
Paistiosa	26	94	-01	08	04	18	19
Fileeselmä	27	89	23	13	07	13	13
Lapakappale	28	85	-10	08	11	10	-01
Kuve	29	68	45	07	17	16	-12
Sisäfilee	30	67	03	26	07	-03	13
Ulkofilee	31	73	10	57	14	15	09
Lihaa fileeselässä %	32	20	-37	-49	23	01	06
Lihaa lavassa %	33	30	-77	-05	33	-00	-03
Lihaa paistissa %	34	20	-79	-08	31	07	05
Lihaa kuvekappaleessa %	35	08	-89	-11	04	-07	02
Lihaa pistooliosassa %	36	34	-55	-05	10	07	56
Teurasarvostelupisteet yhteensä	37	07	42	16	09	67	09
Lihakkuuspisteet	38	40	14	09	18	78	14
Väripisteet	39	20	27	-05	20	14	-06
Rasvakinjain	40	-07	54	-11	10	22	-11
UÄ-poikkileikkauskuva, selkälihaksen leveys, K	41	33	00	33	05	21	03
" paksuus, K	42	34	21	55	-02	-02	35
" pinta-ala, K	43	57	16	70	09	10	28
" leveys, L	44	39	01	45	-03	17	33
" paksuus, L	45	41	39	55	01	05	00
" pinta-ala, L	46	55	18	71	08	10	29
UÄ-paksuuskuva, selkälihaksen paksuus ka	47	12	24	32	14	10	61
" pintarasvan paksuus ka	48	36	21	15	26	04	04



Kuva 15. Eri ominaisuuksien faktorilataukset havainnollistettuna

4. Tulosten tarkastelu

Jälkeläisten jakaantuminen epätasaisesti isittäin ja ruokintaryhmitäin aiheutti ryhmien välisiä eroavuuksia. Ruokinnan vaikutus tulee voimakkaasti esiin tuloksissa. Kasvu on kiinteässä vuorosuhteessa ruokinnan intensiteettiin. Suurimmat ruokintaryhmien väliset erot esiintyvät ruhon lihakuutta parhaiten kuvaavissa rinnan ympäröksen ja reiden mitoissa.

Selkälihakseen pinta-alojen hajonnat ovat suurempia väkirehuryhmässä ja parhaimmassa säilörehuryhmässä kuin kahdessa muussa säilörehuryhmässä. Ensin mainittujen ryhmien hajonnat vastaavat NIEMISEN (1975) saamia lukuja 1/2-vuotiailta yksilöarvosteluasemilla. Väki- ja rehuryhmän selkälihakseen pinta-alamittojen keskiarvot ovat myös samaa luokkaa kuin edellisen saamat tulokset.

Selkälihakseen koko vaihtelee ruokintatasojen välillä. Tätä ruokinnan intensiteetin vaikutusta sonnien selkälihakseen suuruuteen ja pinta-alojen hajontaan vastaavat hyvin MEYER'in (1966) saamat tulokset hiehoilla. Toisaalta on myös osoitettu, ettei nuorella iällä todettu suuri selkälihakseen koko muuttuisi ruokintatasoa vaihdeltaessa. Näin voidaan otaksua kasvun kehityksen aikaisessa vaiheessa saatujen mitaustulosten ilmeisen luotettavasti ilmaisevan eläimen kasvupotentiaalia.

Selkälihaksa on suurempi keskiarvoiltaan kuin ristiselälästä mitattaessa. Tulos on yhteneväinen eri tutkijoiden saamien koetulosten kanssa (DAVIS ym., 1966; KALINICHENKO, 1972; NIEMINEN, 1975; BERGSTRÖM, 1977).

Poikkileikkauksessa lihaksen paksuuden muuntelu on suurempaa kuin leveyden muuntelu. Tulos on yhdenmukainen ANDERSEN'in (1970) esittämien arvioitten kanssa. Edellinen viittaa siihen, että lihaksen paksuuden muuntamiseen jalostusteitse on enemmän mahdollisuuksia kuin leveyteen nähden.

Pintarasvakerroksen määrittäminen UÄ-kuvista 7 kk ikäisillä ayrshire-sonneilla osoittautui rasvan ohuudesta johtuen epätarkaksi. Tätä kuvaa hyvin variaatiokertoimien epätasaisuus. Sonneilla rasvoittuminen alkoi yleensä vasta toisella ikävuodella teuraskypsyyksiin saavutettuaan. Rasvaa näyttäisi kuitenkin olevan vähän enemmän keskiarvoiltaan arvioituissa kuvissa kuin selän paistipuolen kuvissa. Tulos on yhtäpitävä NIEMISEN (1975) saamien arviointien kanssa.

Isien välinen muuntelun laajuus selkälihaksen pinta-alassa osoittaa jälkeläisten selkälihaksen koon suuria vaihteluita.

Väkirehuryhmän sonnit ovat selvästi rasvaisempia kuin säilörehuryhmän sonnit, mutta lihakkaampia ja painavampia. Useat tutkimukset osoittavat ruhon pyöreämmän muodon lisäävän lihakuuspisteitä teuraspainon kasvaessa (RUOHOMÄKI, 1975; ANDERSEN, 1974 b; de BOER, 1976).

Säilörehuryhmässä ovat liha- ja luuprosentit suurempia kuin väkirehuryhmässä, sitävastoin liha-luusuhte on hieman parempi jälkimmäisessä. Saatua tulosta voitane verrata ANDERSEN'in (1974 b) tekemään johtopäätökseen, jonka mukaan ruokinnan intensiteettiä alennettaessa liha- ja luuprosentit paranevat, mutta liha-luusuhte heikkenee.

Ristikkäinen varianssianalyysi, jota käytettiin isien välisten erojen toteamiseksi, osoittaa selkälihaksen pinta-alasta laskettujen isien, ruokintaryhmien ja kuvauspaikkojen erojen merkitsevyyden. Isien arvojärjestys on sama eri kuvauspaikoista otetuissa mitoissa. Ruokintaryhmien ja kuvauspaikkojen yhdysvaikutuksen jääminen vaille tilastollista merkitsevyyttä selvittyyneen sillä, että ruokintaryhmien vaikutus on samanlainen kuvauspaikasta riippumatta. Kuvauspaikkojen tulosten erilaisuus ei johdu ruokinnasta. Selkälihaksen koko on erilainen eri kuvauskohdissa. Poikkileikkauksuvien pinta-aloille lasketut järjestyskorrelaatiot niinkään osoittavat, ettei isien arvojärjestys johdu ruokinnan erilaisuudesta. Varianssianalyysin lopputuloksesta voidaan päätellä, että vaikka isien väliset erot eivät isien ja ruokintaryhmien yhdysvaikutukseen verrattuna ole merkitseviä, ei tämä kuitenkaan merkitse, etteikö isien välisiä eroja olisi. Erot saadaan esille vain riittävän yhdenmukaisissa olosuhteissa. (NIEMINEN, 1975). Toisaalta on mahdollista, että eri isät suhtautuvat eri ruokintamuotoihin siinä määrin poikkeavasti, että niiden arvojärjestys väki- ja säilörehuryhmissä muodostuu erilaiseksi.

Hierarkkisella varianssianalyysillä lasketut ruokintaryhmien väliset erot ruokintaryhmien sisällä eivät ole merkitseviä. Koska väkirehuryhmän muodosti vain yksi ryhmä, ei ruokintatyyppien sisällä tästä syystä voinutkaan syntyä ryhmien välistä vaihtelua. Säilörehuryhmässä yksinään suoritettu varianssianalyysi osoittaa selkälihaksen pin-

ta-alasta laskettujen eri säilörehuruokintojen välisten erojen merkitsevyyden. Kuvauspaikat eroavat merkitsevästi toisistaan korostan kuvattavan kohdan oikeata määrittämistä ja määrittämisen tarkkuutta.

Ruokinnan vaikutuksen poistaminen regressiokorjauksella tasoitti sekä isien välisiä että isien ja ruokintaryhmien yhdysvaikutuksena ilmenneitä eroja ultraäänimitoissa. Saadut tulokset osoittavat, että niiden sonnien pojat, jotka ovat kasvaneet hyvin ja ovat rakenteeltaan kookkaita, ovat myös toisia lihakkaampia mutta vähärasvaisempia. Lavan liha- ja luumäärät, kupeen lihamäärä sekä ulkofilee ovat pienimmät komponentit, joissa isien väliset erot ovat tilastollisesti merkitseviä. Säilörehuryhmässä suoritetulla tasokorjauksella pyrittiin myös selvittämään isien osuutta UÄ-kuvien vaihteluihin. Isien merkitys jäi kuitenkin vähäiseksi. Varianssianalyysillä ei monista virhelähteistä johtuen saatu esille ruokintaryhmien sisälläkään isien välisiä eroja.

UÄ-kuvien tulkinnan tarkkuudessa esiintyy eroja. OJALA ja VARO (1974) pääsevät jo erittäin suureen mittaajien väliseen tarkkuuteen, koska oli saatu enemmän kokemusta kuvien tulkinnasta. Kuvauskohtien välisten pinta-alojen tulkinta vastaa hyvin toisiaan. Tuloksesta voidaan vetää se johtopäätös, että yksilöiden järjestys näyttäisi olevan yhtäläinen kumpaisestakin kuvauspaikasta otettujen mittausten perusteella. Samaan toteamukseen viittaavat LADAN ja KALINICHENKO (1972).

Rungon mitoista reisimitta ja rinnan ympäryys ovat parhaiten korreloituneet selkälihaksen alaen. Rinnan ympäryksen osalta tulos vastaa NIEMISEN saamaa tulosta 1/2-vuotiailla sonneilla. Toisenlaisiakin tuloksia on esitetty. Ne osoittavat rungon mittojen yleensä korreloituvan negatiivisesti selkälihaksen alaen. LYKKE (1978) päättelee tämän johtuvan siitä, että pienillä kompakteilla eläimillä on suuri selkälihaksen ala. Rodun vaikutus lienee ilmeinen. Selkälihaksen pinta-ala ja paksuus eivät vastaa toisiaan NIEMISEN (1975) ja OJALAN ym. (1976) saamien tulosten mukaisesti. Vuorosuhde on kuitenkin samaa luokkaa ANDERSEN'in (1970) esittämän arvion kanssa. DAVIS (1966) huomauttaa selkälihaksen paksuuden ja pinta-alan olevan kiinteimmin korreloitunut kuin lihaksen leveys ja pinta-ala.

UÄ-kuvasta arvioidun ja ruhosta läpipiirretyn selkälihaksen poikkileikkauspinta-alojen välinen yhteys on kiinteä ja vastaa muualla saatuja tuloksia.

Absoluuttista lihamäärää pystytään selkälihaksen poikkileikkauspinta-alamitoilla arvioimaan melkoisella luotettavuudella. Saatu tulos todistaa painavalla eläimellä olevan isokokoisen selkälihaksen ja täten ilmaisevan hyvää lihantuotantotaipumusta.

Todellisen lihakuuden mittareina ei saatuja UÄ-mitta-arvoja voitane pitää. Molempien kuvauskohtien poikkileikkauspinta-alan ja ruhon arvokkaimman osan lihaprosentin välinen korrelaatio on negatiivinen. Sensijaan rasvattoman ruhon arvokkaasta osasta lasketun lihaprosentin ja selkälihaksen pinta-alan välillä on tilastollisesti merkitsevä yhteys, joskaan ei suuri. Toinen ruhon suhteellisen lihamäärän ennustaja, liha-luusuhde, korreloi selkälihaksen alaan heikonpuoleisesti, mutta merkitsevästi ($r = 0.24$). TULLOHⁿ in ym. (1973; WALLACEⁿ (1977) ja LYKKEⁿ (1978) saamat tulokset ovat samansuuntaisia.

Osittaiskorrelaatiolla poistettu elopainon vaikutus ei näytä vaikuttavan UÄ-mitatun selkälihaksen pinta-alan ja ulkofileen painon väliseen korrelaatioon. Selkälihaksen koon suurentaminen näyttäisi täten mahdolliselta ilman eläimen koon suurentumista.

Pintarasvan paksuus ruhon koostumuksen kuvaajana ei anna oikeutta näin nuorella, maitorotuun kuuluvalla eläinmateriaalilla. Rasvan paksuus tulee helposti yliarvioitua rasvakerroksen ollessa ohut. Scannogram-laite on lähinnä kehitetty englantilaisten pihvirotujen mittaamiseen, joilla subcutaanisen rasvan kehittyminen on voimakkaampaa kuin muilla roduilla. Paksuusmitoilla pystytään rasvaisuutta arvioimaan hieman paremmin kuin poikkileikkauspinta-alamitoilla. Mitä paksumpi lihas on, sitä suurempi on myös lihaksen pintarasvakerros.

Faktorianalyysi toi esille selviä ominaisuusryhmiä, joiden perusteella faktorit nimettiin. Aikaisemmin VARO (1969) on leikkelytulosten pohjalta saanut eriteltyä absoluuttista ja suhteellista lihamäärää sekä rasvamäärää kuvaavat faktorit. NIEMINEN (1975), jolla oli käytössään elävän eläimen paino- ja mittaustulokset mukaanlukien UÄ-mittaukset, nimesi kasvu-, selkälihak- ja rasvafaktorit. Tässä tutkimuksessa saatiin nimettyä varsinaisesti viisi faktoria, joista kuitenkin vain kahdella ensimmäisellä lienee enemmän merkitystä.

Lihafaktorissa yhtyvät kasvu, koko ja ruhon arvokkaan osan lihamäärä. Teuraspainon saama suuri lataus osoittaa, miten hyvin jo pelkkä eläimen paino kuvaa absoluuttista lihamäärää. Ulkoisista mitoista reiden ja rinnanympäryksen mittojen saamalla kohtalaisen suurilla latauksilla varmistuu koon merkitys. Ulkofileen ja sisäfileen saamat lataukset ilmaisevat niiden merkitystä lihan kokonaisuutensa kuvaajina. UÄ-mittaukseen perustuvat selkälihakseen alan ja tilavuuden mitat muodostavat oman erillisen ryhmänsä faktorissa. Voidaan todeta, että vain selkälihakseen pinta-ala ja tilavuus kuvaavat lihafaktoria. Selkälihakseen paksuusmitat osoittautuivat epävarmoiksi mittoiksi, mitä seikkaa jo aiemmin mainitut korrelaatiot vahvistavat. Suhteellista lihamäärää kuvaavilla ominaisuuksilla ei ole merkitystä tässä faktorissa. Tämä todistaa sitä, ettei hyvä kasvutaipumus ole yhteydessä todelliseen lihakuuteen.

Rasvafaktori muodostaa oman kiinteän kokonaisuuden. Kaikkein voimakaimmin tätä faktoria kuvaavat sekä ruhon arvokkaan osan rasvan määrä, johon on lisätty kupeesta irrotettu rasva, että rasvaprosentti ja liha-rasvasuhde. Jälkimmäisen suuri negatiivinen lataus osoittaa, että rasvan osuuden kasvaessa lihakuus pienenee. Mielenkiintoista on todeta, miten suurella latauksella kupeen lihaprosentti kuvaa rasvafaktoria. Sen merkitys on selvästi suurempi kuin sisälmysrasvojen. Tulos vastannee hyvin RUOHOMÄEN (1975) tutkimuksia, joissa tulee esiin kupeen paloittelutulosten ja kupeen rasvan merkitys ruhon rasvaisuuden mittajina. Ulkoisilla mitoilla ei näin nuorilla vasikoilla saatu mitään vuorosuhdetta rasvaisuuteen. UÄ-kuvien rasvan paksuudet jäivät vaille latauksia. Jos eläimet olisivat olleet vanhempia ja jo jonkin verran rasvoittuneita, olisi rasvan paksuuden mittoilla saattanut olla merkitystä.

Lihakuusfaktoria kuvaavat parhaiten lihan ja luun määrät sekä niiden keskinäiset suhteet. Useat tutkijat pitävät liha-luusuuhdetta kaikkein tärkeimpänä lihakuuden indikaattorina. Teollisuuden kannalta edullinen ruhojen liha-luusuuhde on myös tavoiteltu ominaisuus. Ultraäänimittojen merkitys lihakuuden ennustajana tulee esille tässä faktorissa.

Selkälihakseen UÄ-mitat muodostavat täysin erillisen ryhmänsä. Suurimman latauksen on saanut jo aikaisemmissa yhteyksissä varmimmaksi mitaksi osoittautunut keskiselän pinta-alamitta. Oman osuutensa li-

hakuusfaktorissa saavat myös laatuluokituksen lihakuutta kuvaavat pisteet. Lihakuuspisteillä arvioidaan lähinnä ruhon osien muotoa, johon puolestaan vaikuttaa luiden vahvuus ja rakenne. Lihakuuspisteet mittaavat lihakuutta täten hieman eri pohjalta kuin selkälihakas. Pyöreämmät paistit ovat osoituksena paremmasta lihakkuudesta. Ulkofileen saamat lataukset tässä faktorissa ilmentävät selkälihakseen merkitystä lihakkuuden mittarina. Ulkoiset mitat esiintyvät tässä faktorissa vähäisin latauksin, vaikkakin rinnan ympäröityä ja reisismitan korrelaatiot selkälihakseen alaan olivat kohtalaisia. NEI-MANN-SØRENSEN (1965) on osoittanut samanpainoisilla vasikoilla ulkoisten mittojen korreloivan erittäin heikosti ruhon koostumukseen.

Rasvatonta lihakuusfaktorina kuvaavat parhaiten rasvattoman ruhon arvokkaimman osan liha- ja luuprosentti sekä liha-luusuhde. Eivät lihan eikä rasvan määrät ole saaneet latauksia tässä faktorissa, joten täydellä syyllä sitä voidaan nimittää rasvattomaksi lihakuustekijäksi.

Viides faktori muodostaa kiinteän, yhtenäisen teurasarvostelupisteistä koostuvan ominaisuuksien sarjan, jossa kaikki ovat vuorosuhteessa keskenään.

Käsiteltävä tutkimus oli meillä varsinaisesti ensimmäinen ultraäänimittauksiin perustuva tutkimus, jossa oli käytettävissä myös leikkutulokset, joskin tulosten julkaiseminen on viivästynyt. Tämän jälkeen UÄ-mittaukset ja kuvien tulkinta on suoritettu jo huomattavasti paremmalla kokemuksella ja varmuudella. UÄ-mittauksia tulisi jatkaa. Ne pitäisi sisällyttää pysyvästi fenotyypitestaukseen. Ruhon biologisen arvioinnin merkitys kasvaa lähitulevaisuudessa. Tulevien ks-sonnien ruhon koostumuksen selvittäminen UÄ-mittojen perusteella tullee täten yhä tärkeämmäksi. UÄ-mittausten sisällyttämistä ruokintakokeisiin lie-nee myös syytä harkita. UÄ-mittausten toistaminen erilaisilla ruokinnan tasoilla mahdollistaisi yksilöllisen teuraskypsyyksiän määrittämisen.

Selkälihakseen koon mittauksista saattaisi olla hyötyä lihan valkuaisjalostuksessa, sitten kun se katsotaan ajankohtaiseksi.

5. Tiivistelmä

Tutkimusaineisto käsitti 115 ayrshirerotuista nuorta sonnia, jotka oli valittu kymmenen eri isäsönnin siemennyksistä. Kasvatuskoe suoritettiin Westerkillan entisen sonniaseman yhteydessä sijainneessa koenavetassa Kirkkonummella. Vasikat tuotiin kokeeseen vajaan kahden viikon ikäisinä ja teurastettiin seitsemän kuukauden iässä. Vasikat oli jaettu väkirehu- ja säilörehuvaltaisiin ruokintaryhmiin, jälkimmäinen vielä lisäksi kolmeen eri alaryhmään. Kasvatuskokeen aikana sonnivasikoilta kerättiin painotulokset, ennen teurastusta ulkoiset rungon mitat sekä ultraäänimitat ja lopuksi teuras- ja leikkelytulokset.

Ruokintaryhmän vaikutus tulee esiin kaikissa ominaisuuksissa. Väki-rehuryhmän ja säilörehuryhmän I sonnien selkälihakseen muuntelukertoimet ovat samansuuruisia kuin yksilöarvostelluilla sonneilla saadut kertoimet. Väki-rehuryhmän sonnit ovat rasvaisempia, lihakkaampia ja painavampia kuin säilörehuryhmän sonnit, joilla puolestaan liha- ja luuprosentit ovat isompia.

Selkälihakseen koko on erilainen keskiselältä ja ristiselältä oteuissa UÄ-kuvissa. Poikkileikkauskuvan paksuuden suurempi muuntelu osoittaa selkälihakseen jalostamiseen paksuussuuntaan olevan enemmän mahdollisuuksia kuin leveyssuuntaan.

Ristikkäisellä varianssianalyysillä ei todettu isien välisiä eroja UÄ-kuvien selkälihakseen pinta-alamitoissa. Varianssianalyysi ei säilörehuryhmän sisällä laskettunakaan osoittanut isien välisiä eroja merkitseviksi. Erot saadaan näkyviin vasta riittävän yhdenmu-
kaisissa ympäristöolosuhteissa.

Molempien kuvauskohtien tulkinta vastaa hyvin toisiaan.

Selkälihakseen pinta-alamitat arvioivat paksuusmittoja luotettavammin teuraslaatua.

UÄ-kuvasta arvioitu selkälihakseen ala korreloi kiinteästi vastavaan ruhomittaan.

Ruhon pistooliosan lihamäärän vaihtelusta voidaan 40 % hallita UÄ-kuvauksen perusteella.

Todellista lihakuutta eivät saadut UÄ-mitat arvioi riittäväällä varmuudella. Liha-luusuhteen ja selkälihaksen alan välillä vallitsee heikohko yhteys ($r = 0.24^{xx}$).

Elopainon vaikutuksen poistaminen osittaiskorrelaatiolla ei vaikuttanut UÄ-mitatun selkälihaksen pinta-alan ja ulkofileen painon välisen korrelaation heikentymiseen.

UÄ-kuvan pintarasvan paksuusmitta korreloi heikosti ruhon rasvaisuutta kuvaaviin ominaisuuksiin. Puolivuotiaan ay-sonnin rasvakerros on ohut, josta syystä mittauksessa saattaa syntyä epätarkkuutta.

Faktorit nimettiin viiden eri ominaisuusryhmän mukaan liha-, rasva- ja lihakuusfaktoriin, rasvattomaan lihakuustekijään sekä teurasarvostelufaktoriin.

Lihafaktorissa UÄ-mitoista selkälihaksen pinta-ala ja tilavuus saavat suurimmat lataukset.

Rasvafaktorissa UÄ-kuvien rasvan paksuudet jäävät merkityksettömiksi. Kuveosan rasvalla on huomattava merkitys tässä faktorissa.

Lihakuusfaktorissa UÄ-mitat muodostavat oman ryhmänsä, jossa keskiselän pinta-alamitta saa suurimman latauksen.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ALSMEYER, R.H., JOHNSON, E.K., THORNTON, J.W. & HINER, R.C. 1963. Relationship among ultrasonic values, live weight and yields of lamb and beef. North Atlantic Sec. Amer. Soc. Animal Sci. Morgantown W.Va.
- ANDERSEN, B. BECH. 1970. Ultralydmålinger på levende kvaeg. Föreläsning i nordisk licentiatkursus om slagte- og kødkvalitet i relation till husdyravl. 11 p.
- ANDERSEN, B. BECH. 1972. Danske synpunkter vedrørende individafprøvning af tyre. Symposium i individprøvning av tjurar. Sverige, 1972. 13 p.
- ANDERSEN, B. BECH and ERNST, E. 1972. Ergebnisse von Ultraschallmessungen an Jungbullen. Züchtungskunde 44: 81-90.
- ANDERSEN, B. BECH. 1974. Danish investigations with ultrasonic measurements of cattle. Paper presented at the 25th Annual Meeting of the EAAP, Copenhagen, 1974.
- ANDERSEN, B. BECH. 1975. Recent experimental development in ultrasonic measurement of cattle. Livest. Prod. Sci., 2: 137-146.
- ANDERSEN, B. BECH & LYKKE, Th. 1977. Use of ultrasonic measurements to predict carcass fatness in cattle. Mimeographed. Personal information by letter.
- BACKUS, W.R. 1963. Problems in ultrasonic research on large animals. Proc. Reciprocal Meat Conf. 16: 251.
- BERG, R.T. & BUTTERFIELD, R.M. 1966. Muscle: bone ratio and fat percentage as measures of beef carcass composition. Anim. Prod. 8: 1-11.
- BERG, R.T. & BUTTERFIELD, R.M. 1976. New concepts of cattle growth. Sydney University Press. Sydney 240 pp.
- BRACKELSBURG, P.O., WILLHAM, R.L. & WALTERS, L.E. 1967. Probing beef cattle to predict carcass fatness. J.Anim.Sci. 26: 713.
- BRANAMAN, G.A., PEARSON, A.M., MAGEE, W.T., GRISWOLD, R.M. & BROWN, G.A. 1962. Comparison of the cutability and eatability of beef and dairy type cattle. J.Anim. Sci. 21: 321.

- BRAY, R.W. 1953. Biopsy techniques. Proc. Res. Meat Conf. 6: 98.
- BRINKS, J.S., CLARK, R.T., KIEFFER, N.M. & URICK, J.J. 1964 a. Predicting wholesale cuts of beef from linear measurements obtained by photogrammetry. J. Anim. Sci. 23: 365.
- BRUNGARDT, V.H. & BRAY, R.W. 1963. Estimate of retail yield of the four major cuts in the beef carcass. J. Anim. Sci. 22: 177.
- BRÄNNÄNG, E. 1976. Carcass scores, measurements and indices. Criteria and methods for assessment of carcass and meat characteristics in beef production experiments. EEC-seminar Zeist 121-132.
- BUTLER, O.D., CARBER, M.J. & SMITH, R.L. 1956 a. Beef carcass composition and yield of wholesale cuts as estimated from left and right sides. J. Anim. Sci. 15: 891.
- CARPENTER, J.W. & PALMER, A.Z. 1961. Variability of rib eye area and degree of marbling of beef carcasses as influenced by method of ribbing. J. Anim. Sci. 20: 915. Abs.
- CHRISTIAN, L.L., CLAUSER, E.R. & CHAMPMAN, A.B. 1965 a. Heritability estimates on beef cattle based on identical and fraternal twins. J. Anim. Sci. 24: 643.
- COLE, J.W., RAMSEY, C.B. & EMPLEY, R.H. 1962. Simplified method for predicting pounds of lean in beef carcasses. J. Anim. Sci. 21: 355.
- 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.
- CUNDIFF, L.V., MOODY, W.G., LITTLE, J.E., JONES, B.M., BRADLEY, N.W. 1967. Predicting beef carcass cutability with live animal measurements. J. Anim. Sci. 26: 210. Abs.

- CUTHBERTSON, A. 1974. Carcass quality pp. 149-181. Meat, Proceedings of the twenty-first Easter School in Agricultural Science, University of Nottingham, 1974. Butterworths, London.
- CUTHBERTSON, A. 1975. Note of the use of the Scanogram on live cattle to predict carcass composition. EEC seminar on criteria and methods for assessment of carcass and meat characteristics in beef production experiments, Zeist 1975.
- DAVIS, J.K., LONG, R.A., SAFFLE, R.C., WARREN, E.P. & CANNON, J.C. 1964. Use of ultrasonics and visual appraisal to estimate total muscling in beef cattle. J.Anim. Sci. 23: 638.
- DAVIS, J.K., TEMPLE, R.S. & McCORMICK, W.C. 1966. A comparison of ultrasonic estimates of rib eye area and fat thickness in cattle. J.Anim. Sci. 25: 1087.
- De BOER, H., BERGSTRÖM, P.C. & de ROY, H. 1969. Methods of evaluation carcass quality in cattle. Paper presented at the 20th Annual Meeting of the EAAP, Helsinki 1969.
- DUMONT, B.C. & DESTANDAN, S. 1964. Ann. Zootech. 13, 213.
- EAST, T., TAYLOR, J., MILLER, I.T. & WIDDOWSON, J. 1959. Measurements of back fat thickness of live pigs by ultrasonics. Journal of British Society Animal Production 1:129.
- EVERITT, G.C. 1964 a. Component analysis of meat production using biopsy techniques. Tech. Conf. Carcass Composition and Appraisal of Meat Animals, CSIRO, Melbourne.
- FIELD, R.A. & SCHOONOVER, C.O. 1967. Equations for comparing long. dorsi areas in bulls of different weights. J.Anim. Sci. 26: 709.
- GILLIS, W.A., BURGESS, T.D., USBORNE, W.R., GREIGER, H. & TALBOT, S. A comparison of two ultrasonic techniques for the measurements of fat thickness and rib eye area in cattle. Can. J. Anim. Sci. 53: 13-19.
- GREEN, W.W. 1954. Relationships of measurements of live animals to weights of grouped significant wholesale cuts and dressing percent of beef steers. J. Anim. Sci. 13: 61-73.

- GREEN, W.W., STEVENS, W.R. & GAUCH, MARTHA B. 1971. Use of body measurements to predict the weights of wholesale cuts of beef carcasses; wholesale arm chuck of 1000 pound steers. Univ. Md. Agric. Expt. Sta. Bull. A-173, p. 18.
- GREEN, W.W., STEVENS, W.R. & GAUCH, MARTHA B. 1971 a. Use of body measurements to predict the weights of wholesale cuts of beef carcasses; wholesale short loin of 900 pound steers. Univ. Md. Agric. Expt. Sta. Bull. A-174, p. 19.
- GREGORY, K.E., SWIGER, C.A., ARTHAUD, V.H., WARREN, R.B., HALLETT, O.K. & KOCH, R.M. 1962. Relationships among certain live and carcass characteristics of beef cattle. J.Anim. Sci. 21: 720.
- GUENTHER, J.J., BUSHMAN, D.H., POPE, L.S & MORRISON, R.D. 1965. Growth and development of the major carcass tissues in beef calves from weaning to slaughter weight; with reference to the effect of plane of nutrition. J.Anim. Sci. 24: 1184.
- HAGEL, L.N. & KLEINE, E.A. 1959. Ultrasonic measurement of fatness in swine. J.Anim. Sci. 18:815.
- HEDRICK, H.B., MEYER, W.E., ALEXANDER, M.A., LASLEY, J.F., COMFORT, J.E., DYER, A.J. & NAUMANN, H.D. 1963. Indices of meatiness in beef. Mo. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 820.
- HEDRICK, H.B., MILLER, J.C., THOMPSON, G.B. & FREITAG, R.R. 1965. Factors affecting long. dorsi area and fat thickness of beef and relation between these measurements and yield. J.Anim. Sci. 24: 333.
- HERVÉ, M.P. & CAMPBELL, E.A. 1971. Prediction of the weight of total muscle by ultrasonic measurements in steers and calves. Res. Vet. Sci. 12: 427-432. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 41 no. 124.

- HORST, P. 1964. Kritische Bewertung der Methoden zur Bestimmung des Schlachtkörperwertes beim lebenden Schwein. Z.Tierz.u. Züchtungsbiol. 80, 167-196; 80, 365-401.
- HORST, P. 1971. Personal communication.
- HÖRNICKE, H. 1965. Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung am lebenden Tier. Z.Tierz. u. Züchtungsbiol. 82, 169 ff.
- IWANAGE, I.I. & COBLE, E.H. 1963. Relationship between yield of trimmed retail cuts and certain carcass characteristics of beef cattle. J.Anim. Sci. 22: 827. Abs.
- JENSEN, B. 1967. Muskeludviklingen hos sødmælkskalve, skummetmælkskalve af ungtyre. Ugeskrift for agronomen 112, 591-596.
- KALINICHENKO, P.F. 1972. Ultrasonic measurements in cattle breeding. Primenenie ul'trazvuka v skotovodstve. Sbornik Nauchnykh Prudov. Donskor Sel'skokhozyäistvennyi Institut (1972) 7 (1) 95-100. Ru. (Ref. Anim. Breed. Abstr. 41: no. 2016).
- KEMPSTER, A.I., CUTHBERTSON, A. & HARRINGTON, G. 1976. Fat distribution in steer carcasses of different breeds and crosses. Anim. Prod. 23: 25-34.
- KEMPSTER, A.J., CUTHBERTSON, A & HARRINGTON, G. 1978. Relationships between carcass conformation and composition in beef. Paper presented in British Society of Animal Production winter meeting, 1978.
- La CHEVALLERIE, M. 1968. Untersuchungen über Methoden zur Erfassung der Schlachtkörperzusammensetzung am lebenden Rind. Diss. Göttingen.
- LADAN, P.E. & KALINICHENKO, P.E. 1972. The use of ultrasonic for estimating meat production of cattle. Animal Breeding Abstract 40: 4143.
- LANGHOLZ, H.J. & JONGELING, C. 1972. Untersuchungen zum genetischen Aussagewert der stationären Nachkommenprüfung.
- LINK, B.A., GARSENS, R.G., BRAY, R.W. & KOWALCZYK, T. 1967. Fatty degeneration of bovine longissimus. J.Anim. Sci. 26: 694.

- LUNDSTRÖM, K., MALMFORS, B. & HANSSON, I. 1973. A simple biopsy technique for obtaining fat and muscle samples from pigs. Swed. J. Agric. Res. 15: 211-214.
- LYKKE, THORKILD. 1977. Danish breeding work to improve beef production. Personal information by letter.
- LYKKE, THORKILD. 1978. Undersøgelser vedrørende slagtekvallitet hos kvaeg med saerlig henblick på klassificering af slagtekroppe. Licentiatafhandling, K.V.L. København 161 pp.
- McREYNOLDS, W. & ARTHAUD, V.H. 1970 a. Ultrasonic application for estimation fat thickness of beef cattle. J. Anim. Sci. 30: 186-190.
- MEYER, W.E., MOODY, W.G., HUNZIGER, G.D., RINGKOB, T.P., ALEXANDER, M.A., ZOBRIKY, S.E. & HEDRICK, H.B. 1966. Application of ultrasonic techniques in live animal and carcass evaluation. Miss. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 905.
- MILES, C.A., POMEROY, R.W. & HARRIS, J.M. 1972. Some factors affecting reproducibility in ultrasonic scanning of animals. 1. Cattle. Anim. Prod. 15: 239-249.
- MILES, C.A. & FURSEY, G.A.J. 1974. A note on the velocity of ultrasound in living tissue. Anim. Prod. 18: 93.
- MILJAKOV, A.K. 1971. The inheritance of beef bulls. Ref. A.b.a., 39: 4319.
- MILLER, J.C., HEDRICK, H.B., THOMPSON, G.B., FREITAG, R.R., MEYER, W.E., DYER, A.J. & NAUMANN, H.D. 1965. Factors affecting longissimus dorsi and subcutaneous fat measurements and indices of beef carcass cut-out. Miss. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 880.
- NEIMANN-SØRENSEN, A. 1972. The use of ultrasonic measurements in estimating the carcass value of young bulls. Paper presented at 23rd Annual meeting of the EAAP Verona, 1972.
- NIEMINEN, PENTTI 1975. Ultraäänikuvauksella arvioidun lihakuuden yhteys sonnien kasvukoetuloosiin. Kotieläinjalostuksen tiedote no. 7, Helsinki.

- OJALA, M. & VARO, M. 1974. Kokemuksia ja tuloksia nuorten sonnien pitkän selkälihakseen poikkileikkauspinta-alan ja nahanalaisen rasvakerroksen paksuuden arvioimisesta ultraäänimenetelmällä. Tiedonantoja no. 3, Helsingin Yliopiston kotieläinten jalostustieteen laitos.
- OJALA, M., PUNTILA, MARJA-LEENA, VARO, M. & LAAKSO, P. 1976. Sonniemittauksia yksilötetausasemilla. Kotieläinjalostuksen tiedote no. 9, Helsinki.
- PEARSON, A.M., PRICE, J.F., HOEFER, J.A., BRATZLER, L.J. & MAGEE, W.T. 1957. A comparison of the live probe and lean-meter for predicting various carcass measurements of swine. J.Anim. Sci., 16: 481-484.
- PRESTON, T.R. & WILLYS, M.B. 1970. Intensive Beef Production. Pergamon Press, New York. 544 pp.
- PRICE, J.F., PEARSON, A.M. & EMERSON, J.A. 1960 a. Measurement of the cross-sectional area of the loin eye muscle in the live swine by ultrasonic reflections. J.Anim. Sci. 19: 786.
- PRICE, J.F., PEARSON, A.M., PFOST, H.B. & DEANS, R.J. 1960 b. Applications of ultrasonic reflection techniques in evaluating fatness and leanness in pigs. J.Anim. Sci. 19: 381.
- PUONTI, M. 1975. Isien ja emien osuus poikien fenotyypin mitoissa. Kotieläinjalostustieteen Pro gradu-työ, Helsinki 1978.
- RAMSEY, C.B., COLE, J.W., BACKUS, W.R. & REYNOLDS, A.E. 1967. Ultrasonic estimates of muscle thickness in live cattle as predictors of carcass retail yield. J.Anim. Sci. 26: 899.
- RUOHOMÄKI, HILKKA. 1975. Nuoren lihanaudan teurasominaisuuksien arvioimisesta. Lisensiaattityö. Kotieläinjalostuksen tiedote no. 2, Helsinki.
- SCHREWSBURY, C.L. & WIDEMAN, D. 1961. A new photographic technique for determination of fat and lean areas in meat carcass cuts. J.Anim. Sci. 20: 274.

- SCHÖN, I. 1972. Proposed draft of a more differentiated description of beef carcass. Paper presented at the 22nd annual meeting of the EAAP. Versailles, 1972.
- SKJERVOLD, H. 1958. Registrering av kjøttproduksjonsegenskapene hos storfe. Meldingen fra Norges Landbrukshøgskole, nr. 123.
- STOUFFER, J.R., WALLENTINE, M.V. & WELLINGTON, G.H. 1959. Ultrasonic measurements of fat thickness and loin eye area on live cattle and hogs. J.Anim. Sci. 18: 1483.
- STOUFFER, J.R., WALLENTINE, M.V., WELLINGTON, G.H. & DICKMANN, 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.
- STOUFFER, J.R., 1965. Objective technical methods for determining carcass value in live animals with special emphasis on ultrasonics. Paper presented at the 8th study meeting of the EAAP.
- STOUFFER, J.R. 1972. Schätzmethode für die Schlachtkörperzusammensetzung lebender Tiere. Tierzüchter 24: 659-660.
- SUNDGREN, P.E. 1968. Slaktkropps- och avelsvärdering av svin med utnyttjande av ultraljudtekniken. Lic. avhandling HFA. Lantbrukshögskolan Stencil.
- TAYLOR, C.S. & CRAIG, J. 1967. Variation during growth of twin cattle. Anim. Prod. 9: 35.
- TEMPLE, R.S., STONAKER, H.H., HOWRY, D., TOSAKONY, G. & HAZALEUS, M.H. 1956. Ultrasonic and conductivity methods for estimating fat thickness in live cattle. Proc. Western Sec. Amer. Soc. Animal Production, 7: LXX.
- TEMPLE, R.S., RAMSEY, C.B. & PATTERSON, T.B. 1965. Errors in ultrasonic evaluation of beef cattle. J.Anim. Sci. 24: 282.
- TULLOH, N.M., TURSCOTT, T.G. & LANG, C.P. 1973. An evaluation of the Scanogram for predicting the carcass composition of live cattle. Report from the School of Agriculture and Forestry. University of Melbourne. 66 pp.

- TUREK, F., LETTNER, F., STEINACHER, G & HAIZER, A. 1967.
Abschätzung des Schlachtkörperwertes bei Jungmaststieren mit Hilfe des Dreirippenstückes. Züchtungskunde 39: 170-176.
- van LENT, L.J. 1970 a. How to read a cattle scanogram (Mimeographed) 7 p.
- VARO, M., 1969. Über Methoden zur Bewertung der Schlachtkörperqualität bei lebenden und geschlachteten Rindern. Der Beitrag präsentiert und die Europäische Vereinigung für Tierzucht, Helsinki 1969.
- VARO, M. 1972. Elävien eläinten lihakuuden arvioimisesta. Esitelmä lihapäivillä 1972.
- VARO, M. 1972. Results of ultrasonic measurements of young AI-bulls. Paper presented at Ayrshire World Conference. Lahti, 1972.
- WALLACE, M.A., STOUFFER, J.R. & WESTERVELT, R.G. 1977. Relationships of ultrasonic and carcass measurements with retail yield in beef cattle. Livest. Prod. Sci. 4: 153-164.
- WATKINS, J.C., SHERITT, G.W. & ZWEGLER, J.H. 1967. Predicting body tissue characteristics using ultrasonic techniques. J.Anim. Sci. 26: 470.
- WEDEKIND, O. 1964. Ultraschallmessungen am lebenden Rind. Diss. Göttingen.
- WHEAT, J.D. & HOLLAND, L.A. 1960. Relationship between slaughter and carcass grades in beef cattle. J.Anim. Sci. 19: 722.
- WHITE, F.E. & GREEN, W.W. 1952. Relationship of measurements of live animals to weight of wholesale cuts of beef. J.Anim. Sci. 11:370.
- ZINN, D.W., STOVALL, R., MILLER, J.C. & DURHAM, R.M. 1962. Effects of length of time on feed on carcass informations and grade of beef. J.Anim. Sci., 21: 986. Abs.

YEATES, N.T.N. 1964. Starvation changes and subsequent recovery
of adult beef muscles. J.Agric. Sci. 62: 267.

KOTIELÄINJALOSTUKSEN TIEDOTE-SARJASSA ILMESTYNYT:

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

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