

Maitorotuisten keinosiemennyssonnien kasvukyky ja sen arvostelu

Anita Lampinen
Kotieläinten jalostustieteen laitos

Helsinki 1987

Julkaisijat:

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

MAITOROTUISTEN KEINOSIEMENNYSSONNIEN
KASVUKYKY JA SEN ARVOSTELU

Anita Lampinen
Kotieläinten jalostustieteen
pro gradu-työ 1987

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä on selvitetty, mitkä tekijät Suomen oloissa eniten vaikuttavat nuorten maitorotuisten keinosiemennyssonnien kasvuun sekä miten sonnien kasvun arvostelussa voidaan käyttää hyväksi Best Linear Unbiased Prediction- (BLUP-) menetelmää ja sen avulla laskettua jalostusarvon ennustetta. Kirjallisuusosassa on esitetty katsaus myös liharotuisten sonnien kasvuun vaikuttavista tekijöistä.

Kasvuun vaikuttavien tekijöiden merkitsevyys, korjauskertoimien käyttö ja geneettiset tunnusluvut on laskettu aineistosta, joka käsitti yhteensä 1958 sonnia (1579 ayrshire-, 61 suomenkarja- ja 318 friisiläissonnia) 103:lta sonninisältä (65 ayrshire-, 12 suomenkarja- ja 26 friisiläisrotuista sonninisää). Keskimäärin oli isää kohden 19.2 sonnia. Kaikilla isillä oli analyyseissä mukana vähintään kaksi kasvukoeasemalta keinosiemennysasemalle vietyä jälkeläistä. Sonnit olivat syntyneet 1.10.1977 - 30.4.1985. Analysoitavat ominaisuudet olivat lisäkasvut kolmen kuukauden iästä 11 ja 12 kuukauden ikään, ikäväleiltä 3-6, 6-9 ja 9-12 kuukautta sekä elopainot 3, 6, 9, 11 ja 12 kuukauden iässä. Friisiläissonnit (fr) kasvoivat kaikilla ikäväleillä paremmin kuin ayrshire- (ay) tai suomenkarja- (sk) sonnit. Keskimääräiset lisäkasvut kolmen kuukauden iästä 12 kuukauden ikään olivat fr:llä 1335 g/pv, ay:llä 1250 g/pv ja sk:lla 1135 g/pv. Sonnien lisäkasvuun ja elopainoon vaikuttivat merkitsevästi rotu, isä, syntymävuosi ja -vuodenaika, rakenne, luonne ja syntymäpaino.

Geneettiset tunnusluvut laskettiin ay- ja fr-sonnien aineistoista. Lisäkasvujen ja elopainojen periytymisasteet samoin kuin fenotyypilliset ja geneettiset korrelaatiot olivat melko korkeita ja nousivat sonnien iän lisääntyessä. Periytymisaste lisäkasvulle kolmen kuukauden iästä vuoden ikään oli ay-sonneilla .52 ja fr-sonneilla .26 sekä 11 kuukauden ikään ay:llä .49 ja fr:llä .28. Elopainon periytymisaste vuoden iässä oli ay-sonneilla .50 ja fr-sonneilla .16 sekä 11 kuukauden iässä .50 ay:llä ja .18 fr:llä. Korrelaatiokerroin 3-11 ja 3-12 kuukausien välisille lisäkasvuille oli ay:llä ja sk:lla .94 sekä fr:llä .93.

Jalostusarvon BLUP-ennusteet lisäkasvuille kolmen kuukauden iästä 11 ja 12 kuukauden ikään laskettiin mallista, joka sisälsi seuraavat tekijät: syntymävuosi-vuodenaika, rotu, isä ja sonnien additiivinen geneettinen vaikutus. Ennusteet saatiin laskettua 1281 sonnille (1027 ay, 44 sk, 210 fr) 84 sonniniisältä (54 ay, 7 sk, 23 fr). Sonnit olivat syntyneet 1.6.1980-30.4.1985 ja mukana oli myös isiä, joilla oli vain yksi jälkeläinen. Korrelaatiot jalostusarvon ennusteiden kesken ja vertailuryhmän käyttöön perustuvan kasvuindeksin välillä olivat kaikki yli .86.

SISÄLLYSLUETTELO

I	JOHDANTO	1
II	KIRJALLISUUSKATSAUS	4
	1. Kasvuun, lihaksikkuuteen ja teurasominaisuuksiin vaikuttavat tekijät	4
	2. Lihaksikkuuden ja rasvaisuuden mittaus UA-kuvauksella	13
	3. Kasvu-, lihaksikkuus- ja teurasominaisuuksien geneettiset tunnusluvut	14
	4. Kasvutietojen korjaus	18
	5. Vertailuryhmän optimaalinen koko ja arvioitu lisäkasvu	20
	6. Kasvukoetointiminta ja kasvuindeksit Pohjoismaissa	22
III	AINEISTO JA MENETELMÄT	28
	1. Aineisto	28
	- aineiston hankinta ja kuvaus	28
	- analysoitavat ominaisuudet	33
	- 90. päivän iän elopainon arvioiminen muiden elopainojen avulla	33
	2. Menetelmät ja mallit	35
	- kasvuun vaikuttavat tekijät	36
	- kasvutietojen korjaus	38
	- kasvuominaisuuksien geneettiset tunnusluvut	39
	- lisäkasvujen välinen yhteys ikäväleillä 90-365 ja 90-330 päivää	39
	- kasvuindeksi	40
IV	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	44
	1. Kasvuun vaikuttavat tekijät	44
	2. Kasvukoetulosten korjaus	52
	3. Kasvuominaisuuksien geneettiset tunnusluvut	54
	4. Kasvuindeksi	59
V	JOHTOPÄÄTÖKSET	64
	KIIITOKSET	69
VI	KIRJALLISUUSLUETTELO	70
VI	LIITTEET	73

I JOHDANTO

Valtaosa naudanlihasta tuotetaan Pohjoismaissa edelleen maidontuotannon ohella, vain alle kymmenen prosenttia saadaan lihakarjoista. Siksi yhdistelmä- ja maitorotuisten keinosiemennyssonnien valinnassa olisi kiinnitettävä huomiota myös kaikkiin taloudellisesti tärkeisiin lihantuotant ominaisuuksiin, kuten kasvunopeuteen, rehuhyötysuhteeseen, lihaksikkuuteen ja lihanlaatuun. Nämä osatekijät voidaan arvostella samanaikaisesti yhdistämällä ne indeksiksi. Tavallisin tapa on kuitenkin arvostella ainoastaan kasvunopeus.

Hyvä valintaindeksi minimoi todellisen jalostusarvon ja sen ennusteen välisen eron eli maksimoi niiden välisen korrelaation. Lisäksi indeksi helpottaa asettamaan eläimet oikeaan arvojärjestykseen sekä maksimoi valittujen eläinten todellisten geneettisten arvojen keskiarvon. Nykyisin Suomessa käytetään maitorotuisten keinosiemennyssonnien kasvun arvostelussa ns. K- eli kasvuindeksiä, joka perustuu sonnin omaan lisäkasvuun ja joka lasketaan vertaamalla sonnin kasvua sen samanrotuisten samaan aikaan kasvukokeessa olleiden kasvukumppaneiden kasvuun. Nykyisessä kasvuindeksissä ei ole mukana sukulaisten saavuttamia kasvutuloksia, vaikka ne parantaisivat indeksin luotettavuutta. Edelleen indeksiä on mahdollista parantaa esimerkiksi liittämällä siihen tiedot sonnin lihaksikkuudesta ja rehun hyväksikäyttökyvystä.

Kasvunopeudella tarkoitetaan tiettyinä ajanjaksona saavutettua painonlisäystä, joka ilmaistaan yleensä grammoina tai kiloina päivässä (g/pv, kg/pv). Kasvunopeudesta käytetään

myös nimitystä lisäkasvu tai päiväkasvu. Keinosiemennyssonnien lisäkasvu mitataan yleisimmin yksilökokeessa kasvukoe-
asemalla, jolloin kaikilla sonneilla on yhtenäiset olot. Sonnin saavuttama lisäkasvu koko koekautena sekä rakenne- ja luonnearvostelut ratkaisevat, viedäänkö sonni kasvukokeen päätyttyä jollekin keinosiemennysasemalle.

Lisäkasvun ja lihantuotannon yhteydessä rehun hyväksikäyttökyyvillä tarkoitetaan eläimen kykyä muuntaa syömänsä rehu lihaksi. Rehun hyväksikäyttökyyky ilmaistaan yleensä rehu-yksiköiden (energian) kulutuksena lisäkasvukiloa kohden (ry/lisäkasvu kg). Yleisesti kasvunopeuden parantuessa rehunkulutus lisäkasvukiloa kohden vähenee ja samalla myös ylläpitoon tarvittava rehumäärä pienenee. Vaikka valinta perustettaisiin pääasiassa hyvään kasvukykyyn, valitaan samalla epäsuorasti rehun hyväksikäyttökyyvyn suhteen.

Lihaksikkeudella tarkoitetaan lihasten osuutta elopainosta tai teuraspainosta. Lihaksikkeuden arviointi elävästä eläimestä on vaikeaa, apuna voidaan käyttää erilaisia senttimetrimittoja, ultraäänikuvausta (UÄ-kuvaus) tai keskimääräistä teurasprosenttia. UÄ-kuvauksen perusteella ilmoitettava lihasala perustuu tavallisesti tietoihin pitkän selkälihakseen (M. longissimus dorsi) poikkipinta-alasta. Kun eläin on saavuttanut aikuiskokonsa, sen lihasten määrä ei enää lisääny, vaan tapahtuva lisäkasvu on pääasiassa rasvan muodostusta.

Paras ja luotettavin lihan laatuarvostelu saadaan teurasarvostelutuloksista. Yleisesti voidaan olettaa lihaksikkai-

den ja hyvin kasvaneiden sonnien tuottavan hyvänlaatuista lihaa. Runsas rasvoittuminen kuitenkin heikentää lihan laatua. Viimeaikaiset tutkimustulokset ovat antaneet viitteitä nopean kasvukyvyn sekä lihan laadun välisistä negatiivisista korrelaatioista. Ehkä tällöin rehun energiasäilytys ei ole ollut riittävä tai laatu paras mahdollinen nopeaa kasvua ajatellen.

Tämän työn tavoitteena on ollut selvittää, mitkä tekijät Suomen oloissa vaikuttavat eniten nuorten maitorotuisten keinosiemennyssonnioiden kasvuun sekä mikä on sonnien kasvukyky. Lisäksi on selvitetty minkälainen malli olisi paras sonnien lisäkasvun jalostusarvon ennusteiden laskemisessa sekä kuinka tätä mallia voidaan soveltaa käytäntöön.

II KIRJALLISUUSKATSAUS

Kasvukoe on yleisin tapa toteuttaa yksilöarvostelua sonnien kasvukyvyn ja lihaksikkuuden sekä rasvaisuudenkin suhteen. Sekä maito- että liharoduilla on kasvukokeeseen perustuvan valinnan päätavoite lihantuotantokyvyn kehittäminen, joka on yhteydessä kasvunopeuteen, rehun syöntikykyyn ja -haluun, rehuhyötysuhteeseen, ruhon laatuun eli teurasominaisuuksiin ja rakenteellisiin ominaisuuksiin. Varsinkin lihakarjan tuottavuuteen vaikuttavat erityisen ratkaisevasti kasvunopeus ja rehuhyötysuhde, sillä rehukustannukset muodostavat lihantuotannossa yli 60 % muuttuvista kustannuksista. Kasvukokeen perusteella sonneille voidaan laskea valinta-indeksi, joka perustuu tavallisesti sonnin omaan lisäkasvuun kokeen aikana eli yhteen ominaisuuteen. Kuitenkin kasvukokeessa saadaan tuloksia myös sonnien sukulaisilta tai vertailuryhmän sonneilta. Jos näitä sukulaisten tai vertailuryhmän sonnien lisäkasvutietoja käytetään arvostelussa hyväksi, vaikuttavat sukulaissuhde ja periytymisaste indekseissä käytettävien painokertoimien valintaan.

1. Kasvuun, lihaksikkuuteen ja teurasominaisuuksiin vaikuttavat tekijät

Syntymävuosi, -vuodenaika ja -kuukausi

Ojalan (1982) mukaan sekä syntymävuodella että -vuodenaikalla on tilastollisesti erittäin merkitsevä vaikutus useimpiin kasvun mittoihin. Henningssonin (1985) mukaan vain syntymävuodenaikalla on merkitsevä vaikutus, kun taas syntymävuodella on vain toisinaan merkitsevä vaikutus lisäkasvuun. Suhteelliseen kasvuun tai painoon kokeen alkaessa vuodella ei ole vaikutusta. Yhdysvaikutuksen

syntymävuosi*vuodenaika Henningsson (1985) on todennut merkitseväksi lisäkasvuun. Jensenin ja Andersenin (1982) mukaan vuodella ei ole merkitsevää vaikutusta painoon tai lisäkasvuun, sen sijaan syntymävuodenajalla on voimakas vaikutus, siten että loppuvuodesta syntyneillä sonneilla on parempi kasvu kuin alkuvuodesta syntyneillä. Myös Ojala (1982) ja Henningsson (1985) ovat todenneet, että alhaisin lisäkasvu on talvella ja keväällä syntyneillä sonneilla ja korkein kesällä tai syksyllä syntyneillä.

Ikä ja/tai paino kasvukokeen alkaessa, loppuessa tai teurastettaessa

Kolmen kuukauden ikään asti ei kasvatusasemalle tuloiällä ole Ojalan (1982) mukaan vaikutusta sonnien kasvuun. Henningssonin (1985) mukaan ikä kokeen alkaessa vaikuttaa enemmän ruotsalaisella punakirjavalla rodulla (SRB) kuin ruotsalaisella friisiläisellä (SLB). Selityksenä hän pitää S-muotoista kasvukäyrää, minkä vuoksi kasvukoe tulee aina aloittaa tietyssä iässä. Jensen ja Andersen (1982) ovat puolestaan todenneet, että asemalle suhteellisen vanhoina saapuvilla vasikoilla on alhaisempi elopaino 42 päivän iässä ja huonompi lisäkasvu kasvukoejakson ensimmäisellä puoliskolla. Näillä vasikoilla on alhaisempi elopaino myös kasvukokeen loppuessa.

Syntymäpainolla on varsin selvä vaikutus sonnien lisäkasvuun ja varsinkin myöhempään elopainoon. Parhaiten menestyneet sonnit ovat olleet jo syntyessään hieman muita painavampia (Ojala 1982).

Bailey ym. (1985) ovat todenneet, että 470 kiloisiin tai sitä painavampina teurastetut friisiläissonnit kuluttavat enemmän energiaa päivässä, kasvavat hitaammin ja ovat tehottomampia rehun hyväksikäyttäjiä kuin esim. 340 kiloina teurastetut sonnit. Erot energian kulutuksessa päivää kohden pysyvät samoina riippumatta elopainosta ja väkirehun osuudesta ruokinnassa. Elopainon lisääntyessä teurasprosentti, teuraslaatu ja liha-luusuuhde paranevat, kun taas liha-rasvasuhde on alhaisempi, vaikka lihaksen sisäisen rasvan osuus lisääntyy elopainon lisääntyessä. Sen sijaan väkirehumäärän rajoittaminen aiheuttaa teurasprosentin, teuraslaadun ja ruhon rasvamäärän alenemista.

Lihäs-, rasva- ja luukudosten suhteelliset osuudet ovat erilaisia eri ikävaiheissa. Bergin ja Butterfieldin (1976) mukaan elopainon ja ruhon painon välillä on kiinteä yhteys samoin kuin suhde eri kudosten välillä liittyy kiinteästi tiettyyn painoon. Ilmeisesti eläimet kykenevät saavuttamaan tietyn suhteen eri kudosten välillä melkoisista ruokintatasojen välisistä eroista huolimatta. Henningssonin (1985) mukaan elopaino selittää parhaiten vaihtelut teuraspainossa, eri kudosten määrissä ja ruhon laadussa. Toisaalta elopaino selittää hyvin vähän tai ei lainkaan erilaisten ruhon mittojen vaihteluja. Ruhon paino antaa kuitenkin melko hyvän kuvan eri kudoslajien suhteista (Berg ja Butterfield 1976) edellyttäen, että vertaillaan keskenään samanrotuisia, samalla tavoin ruokittuja ja samaa sukupuolta olevia nautoja. Ruhon pituudella, leveydellä ja syvyydellä tai muilla vas-

taavilla ulkomuotoa kuvaavilla mitoilla on vain vähän merkitystä, sillä rasvaisuus vaikuttaa ruhon ulkomuotoon lihakuutta enemmän.

Koeasema, sonnien hoito ja punnitus, mahdolliset testit ja kokeet

Kasvukoeasemalla on tilastollisesti erittäin merkitsevä vaikutus lisäkasvuun (Jensen ja Andersen 1982, Ojala 1982, Henningsson 1985). Samoin yhdysvaikutuksilla asema*syntymävuosi ja asema*syntymävuodenaika on merkitsevä tai erittäin merkitsevä vaikutus lisäkasvuun (Henningsson 1985). Jensenin ja Andersenin (1982) mukaan aseman, syntymävuoden ja -kuukauden välinen yhdysvaikutus saattaa johtua rehun laadun vaihteluista asemien välillä eri vuosina ja epidemia- luontoisista sairauksista.

Myös punnitusrutiinit asemilla vaikuttavat kasvutuloksiin. Esimerkiksi Norjassa sonnit punnitaan koeasemilla kasvukokeen alkaessa ja loppuessa sekä joka kuukauden ensimmäisenä päivänä (Fimland 1973). Sonnit ovat tällöin eri ikäisiä ja kahden ensimmäisen sekä kahden viimeisen punnituksen välinen aika ei ole tasan kuukautta eli samanpituinen muiden punnitustvälien kanssa (1973).

Erilaisten veri- ja siemennestenäytteiden ottaminen koejakson loppupuolella hidastaa Fimlandin (1973) mukaan kasvua. Näytteiden ottamista tulisi välttää kasvukokeen loppuajana ja ottaa ne mikäli mahdollista vasta kokeen päätyttyä.

Ruokinta, ruokinnan voimakkuus ja rehuhyötysuhde

Ruokinnan voimakkuus, rehun energiasisältö ja elopaino vaikuttavat rehun kulutukseen, teuraslaatuun ja kasvuun. Lisäksi sonnien välillä on eroja rehun hyväksikäyttökyvyssä ja ruokahalussa. Syväjärven (1981) mukaan rehujen hyväksikäyttöerot voivat johtua mm. eroista lihaskudoksen kasvukyvyssä, eroista lihaskudoksen ja rasvan suhteissa ja sijoittumisessa, eroista rasvan ja valkuaisen muodostamiskyvyssä, eroista ylläpitotarpeessa, eroista ruoansulatuskanavan tehokkuudessa ja syöntikyvyssä eläimen kokoon nähden.

Ruokinnan voimakkuutta muuttamalla voidaan säädellä rehun syöntikyvyn ja -halun, lihaskudoksen kasvun sekä muiden elintoimintojen vaikutusuhteita ja vaikuttaa siten nuorten sonnien kasvunopeuteen (Syväjärvi 1981). Niukalla ruokinnalla riippuu kasvunopeus ensisijaisesti elintoimintojen tehokkuudesta. Runsaammalla ruokinnalla kasvunopeus riippuu myös lihaskudoksen kasvukyvyistä. Jos ruokinta on kaikkien rehujen osalta täysin vapaa, saadaan mitatuksi kasvunopeuden lisäksi myös rehujen syönti, jolloin valinta voidaan kohdistaa lihaskudoksen kasvukykyyn, syöntihaluun ja rehuhyötysuhteeseen. Jos mitattavana ominaisuutena on vain kasvunopeus, voidaan ruokintajärjestelmäksi valita osittain tai täysin rajoitettu ruokinta. Ruokintajärjestelmä vaikuttaa myös ruhon laatuun, koska lihas- ja rasvakudoksien kasvun suhde vaikuttaa ruhon rakenteeseen. Yleisesti ruokinnan voimakkuutta lisättäessä ruhon rasvaisuus lisääntyy.

Painon tai iän mukaan rajoitettu ruokinta yhden tai useamman rehun osalta heikentää Henningsssonin (1985) mukaan parhaiden

eläinten kasvua ja siten vähentää geneettistä vaihtelua verrattuna ruokahalun mukaiseen ruokintaan. Myös useamman erilaisen rehun käyttö vaikuttanee samoin. Jensen ja Andersen (1982) arvelevat, että lisäkasvun ja rehunkulutuksen välinen voimakas negatiivinen korrelaatio (-0.94) on yhteydessä rajoitettuun ruokintaan. Andersenin (1982) mukaan yksipuolinen valinta vain lisäkasvun suhteen aiheuttaa epäsuoraa vähenemistä rehunkulutuksessa elopainon ja lihaskudoksen lisäkasvua kohden mitattuna.

Lisäkasvu, kasvurytmi, lihaksikkuus ja rasvoittumistaipumus

Kasvurytmi on riippuvainen useista eri tekijöistä, mm. täysikasvuisuuden saavuttamisajankohdasta, syntymävuodenaikasta ja koeasemarutiinista. Aikuiskoon saavuttaminen on taasen riippuvainen kasvukäyrän muodosta. Useiden tutkimusten mukaan voimakkain kasvunvaihe on lypsyrotuihin kuuluvilla hyvin ruokituilla eläimillä noin kuuden kuukauden iässä (Fimland 1973, Jensen ja Andersen 1982, Ojala 1982). Henningssonin (1985) mukaan kasvun lisäys on suurinta ensimmäisten koekuukausien aikana, kun taas 6-12 kuukausien ikävälillä kasvu on hitaampaa. Fimland (1973) on puolestaan esittänyt, että sonnien lisäkasvu paranee 240 päivän ikään asti, heikkenee sitten hitaasti ja on suurimmillaan ikävälillä 210-270 päivää.

Lisäkasvu on tärkeä, mutta ei ainoa taloudelliseen tulokseen vaikuttava ominaisuus. Silti sonnien jalostusarvon ennustamiseksi lihantuotannossa käytetään vain niiden koko koeajan lisäkasvua. Fimlandin (1973) mukaan lisäkasvu on parempi sonnien valintaperuste kuin loppupaino, koska lisäkasvu voi-

daan mitata kokeen aikana. Sen sijaan aikuiskoko saavutetaan myöhemmin eikä se ole yhtä tarkasti määritelty. Ensimmäisjaisena jalostustavoitteena voi myös olla aikaisempi aikuiskoon saavuttaminen eikä suuri aikuispaino. Jensenin ja Andersenin (1982) mukaan vain lisäkasvuun perustuva valinta aiheuttaa kasvun nopeutumista ja pienentää lihasalaa. Lihaksikkuuteen perustuva valinta vaikuttaa puolestaan päinvastoin.

Eläinten kasvaessa niiden ruhon koostumus muuttuu jatkuvasti. Sonneilla, joiden kasvurytmi on samanlainen, elopaino on positiivisesti korreloitunut ruhon rasvamäärän kanssa ja negatiivisesti ruhon lihamäärän kanssa. Negatiivinen korrelaatio johtuu elopainon kiinteästä yhteydestä lihas- ja luumääriin. Eri kudosten erilainen kasvurytmi on myös yhteydessä ruhon laatuun eli teurasominaisuuksiin. Tärkeimpiä teuraslaatuominaisuuksia ovat teurasprosentti, liha-rasvasuhde ja liha-luusuhte. Teuraspaino, sukupuoli, ulkomuoto, ruokinta ja rotu vaikuttavat Bergin ja Butterfieldin (1976) mukaan ruhon koostumukseen. Eri kudoslajien keskinäisiin suhteisiin ja niiden kasvurytmiin taasen vaikuttavat ikä, elopaino, rotu, sukupuoli ja ruokinta. Sukukypsyyden saavuttamisen jälkeen nautojen lihaskudoksen kasvu hidastuu rasvakudoksen kasvuun verrattuna. Yleisesti nuorilla, samanikäisillä ja nopean kasvun vaiheessa olevilla naudoilla keskinäiset kokoerot kuvastavat samalla myös kokonaislihamäärissä olevia eroja. Rodusta riippumatta ovat eri lihasten suhteelliset osuudet ruhossa samankaltaisia, kun verrataan eläimiä, joiden kokonaislihamäärä on yhtäsuuri.

Ruhon eri kudoksista rasvan määrä vaihtelee eniten ja selvästi rasvoittumisvaiheessa olevien nautojen lihaksiston kasvu on hidastunut. Erot rasvoittumisessa johtuvat mm. eroista täysikasvuisuuden saavuttamisajankohdassa ja rasvoittumisnopeudessa. Eri rotujen välillä on selviä eroja rasvoittumistaipumuksessa, esim. friisiläinen ja charolais ovat hitaasti rasvoittuvia rotuja ja aberdeen angus sekä hereford aikaisin rasvoittuvia (Berg ja Butterfield 1976). Taipumus myöhäiseen rasvoittumiseen liittyy nopeakasvuisuuteen sekä tehokkaaseen rehun hyväksikäyttöön. Bergin ja Butterfieldin (1976) mukaan pintarasvan eli nahanalaisen rasvakerroksen paksuus alkaa lisääntyä vasta, kun lihasten välinen rasvakerros on saavuttanut tietyn rasvoittumistaseen.

Emän vaikutus ja vasikan vieroitusikä liharoduilla

Emän iän merkitys on vähäinen liharotuisten sonnien kasvatuserämatuloksissa (Collins-Lusweti ja Curran 1985). Sen sijaan Simmin ja Smithin (1985) mielestä emän iällä on merkittävä vaikutus syntymäpainoon, samoin kaikkiin elopainoihin aina 13 kuukauden ikään saakka, jos vasikka vieroitetaan kuuden kuukauden iässä. Kolmen kuukauden iässä vieroitettujen liharotuisien vasikoiden ovat vähiten riippuvaisia ympäristötekijöistä ja kasvavat kokeessa yhtä hyvin kuin kuuden kuukauden iässä vieroitettujen vasikoiden. Vieroitettaessa vasikka heti syntymänsä jälkeen rajoittuu emän iän vaikutus syntymäpainoon. Simmin ja Smithin (1985) mukaan kuolleisuus on kuitenkin varhaisessa vieroituksessa kaksinkertainen verrattuna normaaliin kasvatustapaan.

Aikaisempi vieroitus mahdollistaa vasikoiden tuonnin nuorempina kasvukoeasemalle vähentäen siten syntymäkarjan ja emän vaikutusta (Simm ja Smith 1985). Karjojen väliset erot vaikuttavat erittäin merkittävästi elopainoihin ja rehun kulu-
tukseen. Vaikutus ei rajoitu vain varhaiseen kasvuun, vaan jatkuu vieroituksen jälkeen koko kasvatusasemakauden ajan. Ilmeisesti karjan vaikutusta voidaan vähentää aloittamalla kasvatuskausi myös liharotuisilla sonneilla aikaisemmin, mahdollisimman pian syntymän jälkeen.

Rotu ja isä

Rodun vaikutus on erittäin merkittävä lisäkasvuun (mm. Jensen ja Andersen 1982, Henningsson 1985). Tanskalaiset (Jensen ja Andersen 1982) ovat todenneet jopa n. 400 g eron keskimääräisessä päivittäisessä lisäkasvussa DRK- (Tanskan punakirjava) ja jersey-rodun sonnien välillä. Tällöin rehun kulutus lisäkasvikiloa kohden on ollut jersey-sonneilla alhaisempi, joten myös niiden rehun tarve ylläpitoon on ollut alhaisempi. SDM:llä (tanskalainen friisiläinen) keskimääräinen lisäkasvu on ollut 20 g alhaisempi ja RDM:llä (Tanskan punainen) 80 g alhaisempi kuin DRK:lla.

Geneettisistä tekijöistä rotu ja isä vaikuttavat yhdessä erilaisten ympäristötekijöiden kanssa liharotuisten sonnien kasvuun ja lihaksikkuuteen. Koska lihakarjan kasvatus tahtuu hyvin vaihtelevissa oloissa, on näillä yhdysvaikutuksilla huomattavaa merkitystä. Henningssonin (1985) mukaan liharoduilla rotu, isä sekä yhdysvaikutukset rotu*asema-

vuosi olivat kaikki tilastollisesti erittäin merkitseviä. Sen sijaan isä*asema-vuosi yhdysvaikutukset eivät olleet kaikilla roduilla merkitseviä.

2. Lihaksikkuuden ja rasvaisuuden mittaus UÄ-kuvauksella

Rasvaisuusasteen käyttökelpoisimpana ja tarkimpana mittana pidetään pitkän selkälihaksen päällä olevan rasvakerroksen paksuutta, joka voidaan mitata elävästä eläimestä ultraääni-kuvauksella (UÄ-kuvaus). Henningsson (1985) on todennut tilastollisesti merkitseviä eroja eri liharotujen välillä lihasalassa ja rasvakerroksen paksuudessa. Sen sijaan yhdistelmäroduilla ja niiden testausasemien välillä oli merkitseviä eroja vain rasvakerroksen vahvuudessa.

Gyllensvaanin ja Erikssonin (1986) mukaan UÄ-kuvauksen kustannukset ovat hyötyä suuremmat, sillä kuvaustulokset eivät mainittavasti lisää mahdollisuuksia arvostella teuraspainoa elävästä eläimestä verrattuna arvosteluun elopainon perusteella. Myös mittajaasta aiheutuu merkitseviä eroja lihasalassa. Kuitenkin yhdessä UÄ-kuvausta harjoitteluiden mitaustuloksissa on vähemmän eroa kuin erikseen harjoitteluiden (Henningsson 1985). UÄ-kuvauslaitteita on käytävissä eri merkkisiä, jotka ovat arvosteluvarmuudeltaan suunnilleen samanlaisia, mutta erilaisia käytössä. Saatu mitaustulos ja tulosten tulkinta riippuvat eniten mittajaasta ja tulosten tulkitsijasta, joiden tulisi tuntee hyvin sekä eläinten anatomia että koneen toiminta ja tulostus.

UÄ-mittaustulosten toistuvuudet ovat melko korkeita: .96-.97 pitkän selkälihaksen alalle ja .84-.96 nahan sekä rasvan

paksuudelle (Busk ja Jensen 1982, Ernst ym. 1982). Jansen (1982) on saanut hieman alhaisemmat toistuvuudet, lihaksikuudelle .78 ja rasvakerroksen vahvuudelle .62.

Jos sekä lihas- että rasva-ala mitataan elävästä eläimestä, on saadaan hyvä fenotyypinen korrelaatio liha-rasvasuhteelle ja erilaisia ennusteita ruhon laadusta. Vain lihasalan UA-kuvaustulos kuvaa lähinnä liha-luusuhdetta. Rehbenin (1982) mukaan elävän eläimen lihaksikkuus pystytään UA-mittoista ennustamaan parhaiten, kun mitataan pitkän selkälihaksen ala. Kuitenkin visuaalinen arvostelu antaa hänen mielestään luotettavimman ennusteen lihaksikkuudesta, kun arvostelun suorittajana on alan ammattilainen. Nuorilla sonneilla korrelaatiot UA-mittojen ja vastaavien ruhosta saatujen mittojen välillä ovat yli .68 selkälihaksen alalle ja .72 rasvakerroksen paksuudelle (Busk ja Jensen 1982, Jansen 1982, Rehben 1982). Saksalaiset ovat saaneet alhaisempia korrelaatioita UA-mittausten ja vastaavien ruhon mittojen välille, .25-.63 mittauskohdasta riippuen (Ernst ym. 1982, Kallweit 1982). Vastaavasti korrelaatiot UA-mittojen ja ruhon painon välillä ovat Kallweitin (1982) mukaan .38-.55 ennen elopainon mukaan tehtyä korjausta.

3. Kasvu-, lihaksikkuus- ja teurasominaisuuksien geneettiset tunnusluvut

Lisäkasvun, elopainon ja lihaksikkuuden periytymisasteet

Lisäkasvu- ja elopaino-ominaisuuksien periytymisastearviot ovat melko korkeita, vaihdellen .35:stä .60:een. Vaihtelua aiheuttavat eniten rotu ja ikä tai kasvuikäväli. Ojalan (1982) tutkimuksessa periytymisasteiden arviot vaihtelivat

.00-.35 riippuen kasvun mitasta ja tilastollisesta mallista. Maijala (1977) on esittänyt sekä sonnien loppupainon että lisäkasvun (ikäväli 60-365 päivää) periytymisasteiksi yli .60.

Henningsssonin (1985) mukaan koko kasvukoeajan lisäkasvun periytymisaste on yhdistelmärotuisilla sonneilla keskimäärin .40, johon aiheuttavat vaihtelua rotu, koeasema ja ajanjakso. Fimlandin (1973) arviot lisäkasvuja periytymisasteiksi ikäväleillä 90-300 ja 90-360 päivää ovat 0.4-0.5, kasvukokeessa saavutetun loppupainon periytymisasteen ollessa hieman alhaisempi (.37). Sonnien iän lisääntyessä lisäkasvun ja elopainon periytymisasteet kasvavat, esim. lisäkasvun periytymisasteet ovat kasvukokeen alkaessa alle 0.20 ja loppuessa 0.45-0.55 (Jensen ja Andersen 1982, Henningssson 1985), sekä 16 kuukauden ikään .68 (Brelin ja Brännäng, 1982). Liharoduilla lisäkasvun periytymisasteet ovat hieman korkeampia esim. Henningssson (1985) on esittänyt lisäkasvun periytymisasteeksi herefordilla .63 ja charolaisella .52. De Roon ja Fimlandin (1983) mukaan koko kasvukoeajan lisäkasvun ja 360 päivän iän elopainon periytymisasteet ovat suunnilleen saman suuruiset, noin .40. 90 päivän iän elopainon periytymisaste on alhaisempi (.17), mikä voi De Roon ja Fimlandin (1983) mukaan johtua ympäristön vaihdoksesta sonnien muuttaessa syntymäkarjastaan kasvukoeasemalle.

Eri kohdista mitattujen UA-mittojen periytymisasteet vaihtelevat .32-.86 (Ernst ym. 1982). Rasva- ja lihamäärän tai lihasalan periytymisasteet teurastettaessa 16 kuukauden iäs-

sä ovat hieman korkeammat kuin lisäkasvun periytymisasteet: lihamäärän .75 ja rasvamäärän .88 (Brelín ja Brännäng 1982, Jensen ja Andersen 1982).

Fenotyyppiset ja geneettiset korrelaatiot eri ikäkausien ja koko koeajan lisäkasvujen, elopainojen sekä lisäkasvujen ja elopainojen välillä

Henningsssonin (1985) mukaan geneettiset ja fenotyyppiset korrelaatiot ovat voimakkaita eri ikäkausien lisäkasvujen ja elopainojen välillä. Geneettiset korrelaatiot koko kasvukokeen aikaisen lisäkasvun ja kokeen lopussa olleen elopainon välillä ovat lähellä yhtä (Fimland 1973, De Roo ja Fimland 1983, Henningssson 1985). Myös vastaavat fenotyyppiset korrelaatiot ovat voimakkaita (Fimland 1973, Ojala 1982, De Roo ja Fimland 1983, Henningssson 1985). Sonnit, joiden koko kasvukoeajan kasvunopeus on hyvä, kasvavat hyvin myös eri ikävaiheissa eli kasvunopeudet koejakson eri ikävaiheissa ovat positiivisessa yhteydessä koko koeajan kasvunopeuteen. Ojala (1982) on kuitenkin todennut, että eri ikävaiheissa mitatut kasvunopeudet ovat toisistaan jokseenkin riippumattomia ja antavat viitteitä kompensatiokasvusta.

Kasvun, ruokinnan, lihaksikkuuden ja teurasominaisuuksien väliset yhteydet

Henningsssonin (1985) mukaan UA-kuvaus 12 kuukauden iässä antaa lihasalan ja teurastulosten välille hieman alhaisemman korrelaation (.11-.35) kuin juuri ennen teurastusta suoritettu UA-kuvaus (korrelaatiot .34-.48). Teurastusajankohta on valittu tällöin sopivimman rasvaisuusasteen perusteella. Rasvakerroksen paksuuden ja muiden teurasominaisuuksien väliset korrelaatiot ovat alhaisia, jopa negatiivisia.

Jensen ja Andersen (1982) ovat esittäneet lihasalan ja lisäkasvun väliseksi geneettiseksi korrelaatioksi -0.30 sekä lihasalan ja 42 päivän iän painon väliseksi geneettiseksi korrelaatioksi -0.61 . Brelinin ja Brännängen (1982) mukaan taas lisäkasvun ja lihasmäärän välinen geneettinen korrelaatio on 0.85 sekä lisäkasvun ja rasvamäärän välinen geneettinen korrelaatio 0.39 . Kun eläimet teurastetaan tietyssä iässä, on nopeakasvuisilla eläimillä enemmän aikaa rasvoittua aikuiskoon saavuttamisen jälkeen kuin hitaasti kasvavilla eläimillä. Yleisesti nämä korrelaatiot ovat positiivisia, jos teurastetaan tietyssä elopainossa ja negatiivisia, jos teurastetaan tietyssä iässä. Lihasmäärän ja rasvamäärän välinen geneettinen korrelaation on heikko, -0.03 (Brelin ja Brännäng 1982).

De Roon ja Fimlandin (1983) mukaan geneettiset korrelaatiot lisäkasvun tai elopainon ja erilaisten rungon mittojen välillä ovat $0.39-0.89$. He esittävätkin, että sonnien valinnalla kasvukyvyyn suhteen on vain vähän vaikutusta niiden tyttärien kokoon. Jos sonnin lisäkasvu ja elopaino kokeen lopussa tunnetaan, ei sen rungon mittojen avulla pystytä parantamaan teuraspainon jalostusarvon ennusteen luotettavuutta.

Rehun hyväksikäyttökyvyyn (energian kulutus/lisäkasvikilo) ja lisäkasvun välinen geneettinen korrelaatio on Brelinin ja Brännängen (1982) mukaan negatiivinen, -0.93 (± 0.56). Vastava fenotyyppinen korrelaatio on -0.55 . Samoin rehun hyväksikäyttökyky ja lihasmäärä teurastettaessa ovat voimakkaasti

vierovassa suhteessa keskenään (geneettinen korrelaatio $-1.07 \pm .51$ ja fenotyyppinen korrelaatio $-.45$). Rasvamäärään teurastettaessa rehun hyväksikäyttökyvyllä ei ole juuri yhteyttä. Sen sijaan rehun kulutuksen ja lisäkasvun välinen geneettinen korrelaatio on $.98$ ja fenotyyppinen korrelaatio $.74$.

4. Kasvutietojen korjaus

Tulosten korjauksen tarkoituksena on saada sonnien kasvutuloksista vertailukelpoisempia korjaamalla erilaisin kertoimin sonnien kasvuun merkitsevästi vaikuttavat ympäristötekijät. Korjauskertoimien käyttö yhtäläistää keskiarvot ja varianssiosuudet alaluokkien välillä (Leighton ym. 1982). Tavallisin korjaustapa on esikorjaus, jolloin tulokset korjataan ennen niiden käyttöä eläimen jalostusarvon ennusteen laskemiseen. Henningssonin (1985) mukaan tulosten esikorjaus on paras yhdistää sekamalliyhtälön sovellutukseen, jolloin yhtälö korjaa mahdolliset jäännösvirheet. Korjaukset, jotka perustuvat juoksevaan keskiarvoon, korjaavat Jensenin ja Andersenin (1982) mukaan hyvin ympäristövaikutuksia, mutta muuttavat jonkin verran geneettistä vaihtelua.

Esikorjaus voidaan tehdä joko multiplikatiivisesti kertomalla vakiolla tai additiivisesti lisäämällä tuloksiin vakio. Henningssonin (1985) mielestä on multiplikatiivinen esikorjaus yleensä parempi kuin additiivinen esikorjaus. Korjauskertoimet tulee tarkistaa ajoittain, ainakin jos laskenta ei perustu sekamalliyhtälöön. Sekamalliyhtälöissä on yleensä

yhtä kuukautta pidemmät ajanjaksot kyseessä, joten ne pitävät paremmin paikkansa useamman vuoden ajan (Henningsson 1985).

Yleisimmin korjattavia tekijöitä kasvukykyä arvoeltaessa ovat yhdistelmäroduilla rotu, koeasema, syntymäkuukausi tai -vuodenaika sekä syntymävuosi. Käytettäessä korjauskertoimia rodun suhteen lisäk kasvulle, voidaan aseman "vähemmistörotua" verrata "enemmistörotuun". Rodun vaikutuksen korjaamiseksi Henningsson (1985) pitää parempana additiivista kuin multiplikatiivista korjausta. Jokaiselle koeasemalle korjauskertoimet tulee määrittää erikseen. Syntymäkuukauden tai -vuodenajan korjaamiseksi voi Henningssonin (1985) mukaan käyttää joko multiplikatiivista tai additiivista korjausta.

Liharoduilla yleisimmin korjattavia tekijöitä ovat vasikan sukupuoli, vieroituskä ja -paino, emän ikä ja karja. Leightonin ym. (1982) mukaan hereford-rodulla tärkeimmät korjausta vaativat tekijät korjattaessa vasikan 205 päivän vieroituspainoa ovat vasikan sukupuoli ja emän ikä. Näiden tekijöiden suhteen voidaan käyttää sekä additiivisia että multiplikatiivisia korjauskertoimia. Leightonin ym. (1982) sekä Nelsenin ja Kressin (1981) mukaan sukupuolen suhteen korjattaessa on edullisinta käyttää multiplikatiivista korjausta, kun taas korjaus emän iän suhteen käy parhaiten additiivisesti. Regressio sukupuolten ja karjojen keskiarvojen välillä merkitsee Nelsenin ja Kressin (1982) mukaan, että erot sukupuolten välillä ovat suuremmat karjoissa, joiden keskiarvo on korkeampi. Tällöin karjojen välinen

additiivinen korjaus sukupuolen suhteen yliarvostaa huonompien karjojen hiehoja ja päinvastoin. Multiplikatiivista korjausta käytettäessä tätä yli- tai aliarvostusta ei tapahdu.

Karjan, vasikan sukupuolen ja emän iän väliset yhdysvaikutukset sekä tulosten korjaamatta jättäminen ilmaisevat Nelsenin ja Kressin (1981) mukaan, että karjan ja sukupuolen suhteen korjausta tulisi aina käyttää. Koska vasikan sukupuolen ja emän iän välinen yhdysvaikutus on erittäin voimakas, tulee molemmat tekijät korjata erikseen additiivisesti tai emän ikä multiplikatiivisesti kummankin sukupuolen sisällä. Emän ikä on mahdollista korjata jokaisen ikävuoden osalta erikseen tai jaksoittain laskemisen helpottamiseksi, jolloin korjauksen vaikutus säilyy kuitenkin samana.

5. Vertailuryhmän optimaalinen koko ja arvioitu lisäkasvu

Henningssonin (1985) mukaan 50 sonnin ryhmäkeskiarvo vertailutasona ei riitä ilmaisemaan vuodenajan vaikutusta lisäkasvuun ja samanaikaisesti populaation geneettistä tasoa. Siksi tulisi kasvukokeessa olla vuosittain 140-200 sonnia ja koeajan 6-7 kuukautta, jolloin koeryhmän kooksi saataisiin 80-100 sonnia. Tällöin myös vuodenajan vaikutus saadaan selville, sillä alle 70 sonnin ryhmissä ei syntymäkuukauden vaikutus lisäkasvuun ole merkitsevä, jos sonni on vertailuryhmässään mukana keskimmäisenä jäsenenä. Jos sonni on vertailuryhmässään viimeisenä jäsenenä, on syntymäkuukausi merkitsevä jo 20-30 sonnin ryhmässä. Tällöin tulisi kasvukokeessa olla vähintään 350 sonnia vuodessa. Eri kokoisissa

ryhmissä (20-30 tai 70 sonnia) ei syntymävuodella ole yleensä merkittävää vaikutusta lisäkasvuun.

Arvioituja kasvutuloksia käyttämällä saadaan useampia havaintoja vertailuryhmän keskiarvoon. Arvioidut kasvutulokset voidaan laskea vähintään puolivuotiaille sonneille, jotka on jouduttu karsimaan kasvukokeesta esimerkiksi loukkaantumisen tai sairastumisen vuoksi. Laskennassa käytetään hyväksi vertailuryhmän keskimääräistä lisäkasvua sovitulta ikäväliltä.

Henningsson (1985) on todennut, että arvioidut kasvutulokset ovat heikompia kuin varsinaiset kasvutulokset eli 140 päivän iän jälkeen kasvu ei ole enää lineaarista. Tämä epälineaarinen kasvukäyrän osa on useimmin 140-180 päivien ikävälillä ja 180 päivän iän jälkeen lisäkasvu on lähes vakio. Niinpä sonnien lisäkasvutuloksia 180-270 päivien ikäväliltä voidaan käyttää riittävällä varmuudella kuvaamaan arvioitua kasvua. Ikävälien 140-270 tai 180-270 päivää perusteella arvioitujen kasvutulosten ja havaittujen kasvutulosten väliset fenotyyppiset korrelaatiot ovat yli .80. Sen sijaan ikävälillä 140-180 päivää perusteella arvioitu kasvutulos ja havaittu kasvu korreloivat heikommin, fenotyyppisen korrelaation ollessa .52 (Henningsson 1985). Rotu ja syntymäkuukausi vaikuttavat eniten arvioituun kasvuun, niin että keväällä ja kesällä syntyneiden arvioidut kasvut poikkeavat enemmän havaitusta kasvusta kuin syksyllä tai talvella syntyneiden.

6. Kasvukoetointi ja kasvuindeksit Pohjoismaissa

Pohjoismaissa sonnien kasvukyky testataan pääasiassa yksilökokeissa kasvukoeasemilla. Sonneja karsitaan kasvukokeen aikana ja sen päätyttyä mm. huonon kasvun, rakenteen tai heikon terveyden perusteella. Taulukossa 1 on esitetty maittain kasvukoeasemien lukumäärät sekä eläinpaikkojen määrät niillä, testattavat rodut, kokeen aloitusikä ja kesto sekä väkirehuruokinnan perusta. Korsirehua sonnit saavat kaikissa maissa vapaasti ruokahalun mukaan. Yksilökokeiden lisäksi Tanskassa ja Norjassa käytetään myös jälkeläisarvostelua lihantuotantokyvyn suhteen ainakin osalle sonneista.

Taulukko 1. Kasvukoeasemien ja eläinpaikkojen lukumäärät, testattavat rodut, kokeen aloitusikä ja kesto sekä väkirehuruokinnan perusteet maittain.

maa	asemia	eläin- paikkoja	rodut	aloitus- ikä vrk	kokeen kesto vrk	väkirehu- ruokinnan peruste
Suomi	1	350	ay, fr, sk	90	275	ikä
			liharodut	200	165	elopaino
Ruotsi	7	550	SLB, SRB	60	305	elopaino
			liharodut	180	220	elopaino
Tanska	4	600	SDM, DRK, RDM, JER	42	294	ikä
			liharodut	210	185	vapaa
Norja	2	400	NRF	90	270	ikä

ay = ayrshire
fr = suomalainen friisiläinen
sk = suomenkarja
SLB= ruotsalainen friisiläinen
SRB= Ruotsin punakirjava
SDM= tanskalainen friisiläinen
DRK= Tanskan punakirjava
RDM= Tanskan punainen
JER= jersey
NRF= Norjan punakirjava.

Suomi

Kasvukokeen päätyttyä maitorotuisille sonneille lasketaan K- eli kasvu-indeksit seuraavan kaavan mukaan (Hellman 1981):

$$K\text{-indeksi} = ((X - X_R) / S_R) * 10 + 100$$

missä X = sonnin oma kasvu 90-365 päivien ikäväliltä
 X_R = sonnin rodun keskimääräinen kasvu viiden edellisen kuukauden ajalta
 S_R = sonnin rodun kasvun keskihajonta viiden edellisen kuukauden ajalta

Laskettaessa sonnille kasvuindeksiä ei huomioida sen sukulaisten saavuttamia tuloksia, vaan ainoastaan sonnin omaa kasvutulosta ikäväliltä 90-365 päivää verrataan samaan aikaan kokeessa olleiden saman rodun sonnien keskiarvoon.

Kasvuindeksin yksikkö on g/pv ja sonnien jälkeläisarvostelun kokonaisjalostusarvossa taloudellinen painokerroin on 3.80 mk, hajonnan yksikön arvo 68.0 mk ja kerroin 0.075 (Mäntysaari 1984). Kokonaisjalostusarvoa laskettaessa käytetään sekä kasvunopeuden että elopainon periytymisasteina 0.4:ä. Fenotyyppinen hajonta on kasvunopeudella 90 g/pv ja elopainolla 65 kg. Geneettiset korrelaatiot ovat seuraavat (Mäntysaari 1984):

	kasvunopeus	elopaino
maidontuotanto	.10	.10
4-% maito	.10	.10
valkuaistuotos	.10	.10
maidon pitoisuudet	.00	.00
luonne	.10	
tyttärien elopaino	.60	

Liharotuisten sonnien kasvukoetoiminta on Suomessa vasta alullaan, eikä sonneille lasketa kasvuindeksiä. Sonnien kasvua arvosteltaessa huomioidaan vain niiden paino yhden vuoden iässä sekä lisäkasvu koeajalta.

Ruotsi

Sonnit arvostellaan vertaamalla niiden omaa kasvua liukuvaan keskiarvoon, joka lasketaan samaan aikaan kokeessa olleiden saman rotuisten sonnien kasvutuloksista. Vertailuryhmään otetaan mukaan mikäli mahdollista 50 sonnia, jotka eivät saa olla kolmea kuukautta nuorempia tai vanhempia kuin arvosteltava sonni. Sonnit, jotka sairauden tai onnettomuuden vuoksi joudutaan poistamaan kokeesta 180-365 päivän ikäisinä, lasketaan mukaan aseman keskimääräiseen lisäkasvuun. Tämä tehdään olettaen, että niiden suhteellinen kasvu olisi ollut sama, jos ne olisivat olleet mukana kokeen loppuun asti. Normaalisti ensimmäinen karsinta suoritetaan 180 päivän iän jälkeen. Kokeen perusteella sonneille lasketaan T-arvo (Henningsson 1985):

$$T = h^2 * (R-100) + 100$$

missä h^2 = lisäkasvun periytymisaste = 0.4

R = suhteellinen kasvu eli arvosteltavan sonnin kasvu prosentteina vertailuryhmän kasvusta.

Liharotuisten sonnien kasvukoe suoritetaan Ruotsissa samoin perustein kuin yhdistelmärotuisten sonnien (Lindhé 1971). Kasvukokeen päätyttyä sonneille lasketaan samoin T-indeksi kasvukoeajalta ja lisäksi korjattu paino 400 päivän iässä lisäämällä ikävälän 200-400 päivää väliseen lisäkasvuun emän iän mukaan korjattu 200 päivän paino.

Tanska

Kasvun jalostusarvo ilmoitetaan T-indeksinä, joka lasketaan seuraavan kaavan mukaan (Jensen ja Andersen 1982):

$$T = h^2 * (P_x - P) + P$$

missä h^2 = lisäkasvun periytymisaste = 0.6
 P_x = sonnin lisäkasvu prosentteina liukuvasta keskiarvosta
 P = rodun lisäkasvun liukuva keskiarvo kyseisellä asemalla

Lisäkasvun liukuva keskiarvo lasketaan kerran kuukaudessa ja tätä keskiarvoa käytetään jalostusarvon laskemisessa seuraavan kuukauden aikana (Andersen ym. 1984). Geneettinen korrelaatio sonnin oman kasvutuloksen ja verrattavan rotu-keskiarvon välillä on .30 (Jensen ja Andersen 1982).

Liharotuisille sonneille lasketaan samoin T-indeksi (Andersen ym. 1986):

$$T = h^2 * ((0.25*WW + 0.75*GAIN) - P) + P$$

missä h^2 = lisäkasvun periytymisaste = 0.5
 WW = paino 7 kk:n iässä prosentteina aseman rotukeskiarvosta samalla koekaudella
 $GAIN$ = keskimääräinen koeajan lisäkasvu prosentteina aseman rotukeskiarvosta samalla koekaudella
 P = rotukeskiarvo

Painot 7 ja 13 kuukauden iässä korjataan emän iän perusteella.

Tanskalaiset mittaavat maitorotuiisten sonnien pitkän selkälihaksen alan sekä nahanalaisen rasvakerroksen paksuuden kahdesta eri kohdasta ultraäänikuvauksella 9, 9.5 ja 10.5 kuukauden iässä (Andersen ym. 1984). Selkälihaksen pinta-ala ilmoitetaan sekä neliösenttimetreinä että U-lukuna. Mittaustuloksista lasketaan U-indeksi seuraavasti:

$$U = h^2 * (R_x - R) + R$$

missä h^2 = kuvatun lihasalan periytymisaste =

.40 RDM:llä, .45 SDM:llä ja DRK:lla

R_x = sonnien elopainon suhteen korjattu lihasala prosentteina aseman rotukeskiarvosta

R = aseman rotukeskiarvo

Myös liharotuisten sonnien lihaksikkuus mitataan UÄ-kuvauksella 11 ja 12.5 kuukauden iässä (Andersen ym. 1986). Tulokset ilmoitetaan sekä neliösenttimetreinä että U-indeksinä, joka on lihasala prosentteina rotukeskiarvosta. Molemmat tulokset korjataan eläimen elopainon perusteella.

Norja

Kaikki keinosiemennykseen otettavat sonnit on ensin hyväksytty kasvukokeessa. Kokeen aikaisen lisäkasvun perusteella lasketaan kasvuindeksi, jossa huomioidaan sonnin oma ja sen kaikkien testattujen puoliveljien keskimääräinen lisäkasvu. Sonnit arvostellaan myös rakenteen, luonteen ja spermantuo-
tando-ominaisuuksien suhteen 360 päivän iässä (Tjørud 1985).

Sonnien jälkeläisarvostelu poikiensa kasvun suhteen on aloitettu 1959 ja vuodesta 1971 lähtien arvostelu on tehty kenttäkokeena. Arvosteltava ominaisuus on teuraspaino kerrottuna hinnalla. Keskihinta vaihtelee vuosittain, mutta keskimääräiseksi teuraspainoksi on määritetty 230-240 kg, fenotyyppiseksi hajonnaksi 40-45 kg ja periytymisasteeksi .15. Vuosittain arvostellaan 6000-8000 sonnia, niin että keskimäärin tulee jokaiselle sonninisälle 40-60 jälkeläistä, kaikille kuitenkin vähintään 20 jälkeläistä. Ikää teurastettaessa

käytetään tulosten esikorjaukseen. Laskennassa käytettävä malli perustuu BLUP-menetelmään (Best Linear Unbiased Prediction) ja sisältää alue-, teurastuskuukausi ja isä-tekijät (Syväjärvi 1986).

III AINEISTO JA MENETELMÄT

1. Aineisto

Aineiston hankinta ja kuvaus

Aineisto koottiin Humpvilan kasvatusasemalla olleista maitorotuisista sonneista, jotka olivat syntyneet 1.10.1977-30.4.1985. Sonnien kokonaismäärä oli 2416 ja isien 137. Keskimäärin oli jälkeläisiä isää kohden 17.6. Tarkemmat rodut-
taiset lukumäärät ovat taulukossa 2.

Varsinaisiin analyysihin otettiin mukaan sonnit, joilla oli tiedossa elopaino joko 90 tai 60 päivän iässä sekä asemalta poiston syy. Lisäksi jokaisella isällä oli oltava vähintään kaksi jälkeläistä, jotka oli viety kasvatusasemalta jollekin keinosiemennysasemista. Näiden rajoitusten jälkeen analyysissä oli mukana 1579 ayrshiresonnia (ay), 61 suomenkarjasonnia (sk) ja 318 friisiläissonnia (fr), yhteensä 1958 sonnia. Isiä oli analyysissä mukana 65 ay-, 12 sk- ja 26 fr-isää, yhteensä 103 sonniniisää (taulukko 2). Taulukosta 3 käyvät ilmi kasvukokeessa olleiden vuoden 1981 jälkeen syntyneiden sonnien isien keskimääräiset kokonaisjalostusarvot, emien keskimääräiset maitotuotokset ja lehmäindeksit sekä sonnien polveutumisindeksit ja vertailuryhmän käyttöön perustuvat kasvuindeksit.

Kaikki sonnit hoidetaan ja ruokitaan asemalla saman periaatteen mukaisesti. Aiemmin sonnien väkirehuokinta oli vapaa, mutta maaliskuussa 1979 ja sen jälkeen syntyneille sonneille on väkirehu annettu iän mukaan. Tämän jälkeen on väkirehuannoksia muutettu vielä hieman kaksi kertaa, viimek-

si 12.10.1981. Nämä rehumäärät ovat liitessä 1. Kivennäisruokintaa on muutettu vuoden 1982 alussa, jolloin erilaisten kivennäisseosten kokeilujen jälkeen päädyttiin käyttämään fosforirikasta kivennäistä. Sonnit saavat kivennäistä vapaasti ruokahalun mukaan, arvioitu kulutus on 150-250 g/pv.

Taulukko 2. Kasvukokeessa olleet 1.10.1977-30.4.1985 syntyneet maitorotuiset sonnit.

	yht./keskim.	ay	sk	fr
sonneja	2416	1965	87	364
isiä	137	92	14	31
sonneja/isä	17.6	21.4	6.2	11.7
kasvukokeessa				
hyväksytty	1985	1600	62	323
karsittu	431	365	25	41
karsinta %	17.84	18.58	28.74	11.26
karsinnan syynä				
huono kasvu	263	228	16	19
- " - %	10.89	11.60	18.39	5.22
huono rakenne	84	67	5	12
- " - %	3.48	3.41	2.30	3.30
analyyseissä				
sonneja	1958	1579	61	318
isiä	103	65	12	26
sonneja/isä	19.2	24.3	5.1	12.2

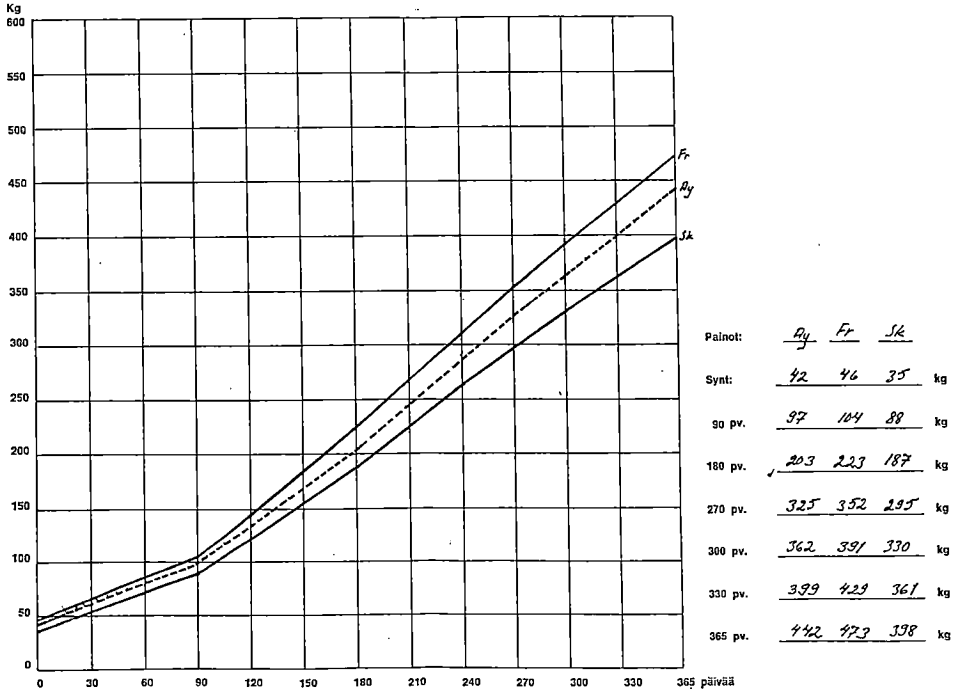
Taulukko 3. Vuoden 1981 jälkeen syntyneiden sonnien isien kokonaisjalostusarvot ja emien tuotostiedot sekä sonnien polveutumisindeksit ja kasvuindeksit keskimäärin roduittain.

	ayrshire			suomenkarja			friisiläinen		
	n	ka	sd	n	ka	sd	n	ka	sd
isän jal.arvo	496	124	8.1	16	123	6.0	52	129	5.1
emän									
4-% tuotos	1835	8182	710	85	6888	572	332	8329	677
lehmäindeksi	1521	124	8.8	66	121	6.7	269	124	9.5
sonnin									
polveutumisind.	1083	118	14.3	81	113	11.3	146	121	12.6
kasvuindeksi	1654	99.9	10.0	76	100.4	10.5	329	99.7	9.6

n=havaintojen lukumäärä, ka=keskiarvo, sd=hajonta

Kasvukokeessa olevat sonnit punnitaan ensimmäisen kerran 90 päivän iässä kasvukokeen alkaessa. Ennen ruokinnan muutosta lokakuussa 1981 kasvukoe alkoi 60 päivän iässä, jolloin sonnit myös punnittiin ensimmäisen kerran. Toisen kerran sonnit punnitaan 180 päivän iässä ja sen jälkeen 30 päivän välein. Viimeinen punnitus on 365 päivän iässä. Taulukosta 4 käyvät ilmi analyyseihin mukaan hyväksytyjen ja kasvukoeasemalta keinosiemennysasemille vietyjen sonnien eri ikäväliden lisäkasvujen ja elopainojen keskiarvot, hajonnat ja vaihtelukertoimet. Tulokset ovat noin kahdeksan vuoden keskiarvotuloksia, eivätkä siten vastaa täysin aseman keskiarvotuloksia. Lisäksi mukana ovat vain kasvukokeesta keinosiemennysasemille viedyt sonnit. Piirroksessa 1 on kaikkien kasvukokeessa olleiden maitorotuisten sonnien keskimääräiset kasvukäyrät.

Fr-sonnit kasvoivat kaikilla ikäväleillä paremmin kuin ay- ja sk-sonnit. Viimeksi mainituilla oli heikoin lisäkasvu ja alhaisin elopaino kaikilla ikäväleillä. Lisäkasvu oli kaikilla roduilla 90-330 päivien ikävälillä suurempi kuin 90-365 päivien ikävälillä ja lyhyiden ikäväliden kasvuista oli voimakkain kasvu kaikilla ikävälillä 180-270 päivää. Keskimäärin fr-sonnit kasvoivat koko koekautena 86 g/pv enemmän kuin ay-sonnit, jotka kasvoivat 115 g/pv enemmän kuin sk-sonnit. Ero fr- ja sk-sonnien välillä oli 201 g/pv. Elopainon lisäys oli syntymästä 12 kuukauden ikään fr-sonneilla keskimäärin 427 kg, ay-sonneilla 401 kg ja sk-sonneilla 370 kg.



Piirros 1. Kasvukokeessa olleiden 1.10.1977-30.4.1985 syntyneiden maitorotuisten sonnien keskimääräiset kasvukäyrät roduittain esitettynä kasvukoeasemalla käytössä olevan nimitaulun asteikossa.

Taulukko 4. Analyyseissä mukana olleiden sonnien lisäkasvu-
jen (g/pv) ja elopainojen (kg) keskiarvot (ka),
hajonnat (sd) sekä vaihtelukertoimet (V%).

Ayrshire		N	ka	sd	V%
lisäkasvu	90-365 pv	1579	1250	103.4	8.3
	90-330 pv	1579	1263	112.2	8.9
	90-180 pv	1574	1198	180.9	15.1
	180-270 pv	1566	1349	168.5	12.5
	270-365 pv	1570	1206	165.0	13.7
paino syntyessä	90 pv iässä	1401	42	4.2	9.9
	180 pv iässä	1370	98	11.2	11.4
	270 pv iässä	1574	207	21.3	10.3
	330 pv iässä	1570	328	28.4	8.6
	330 pv iässä	1579	402	30.8	7.7
	365 pv iässä	1579	443	32.2	7.3
Friisiläinen		N	ka	sd	V%
lisäkasvu	90-365 pv	318	1336	95.7	7.2
	90-330 pv	318	1354	104.7	7.7
	90-180 pv	316	1321	178.7	13.5
	180-270 pv	313	1417	161.4	11.4
	270-365 pv	315	1274	159.5	12.5
paino syntyessä	90 pv iässä	276	46	4.6	10.0
	180 pv iässä	276	105	12.1	11.5
	270 pv iässä	316	225	21.8	9.7
	330 pv iässä	315	352	28.5	8.1
	330 pv iässä	318	431	29.6	6.8
	365 pv iässä	318	474	30.5	6.4
Suomenkarja		N	ka	sd	V%
lisäkasvu	90-365 pv	61	1135	90.6	8.0
	90-330 pv	61	1150	101.6	8.8
	90-180 pv	61	1114	173.6	15.6
	180-270 pv	61	1223	150.0	12.3
	270-365 pv	61	1071	150.9	14.1
paino syntyessä	90 pv iässä	57	35	3.7	10.5
	180 pv iässä	49	90	8.8	9.8
	270 pv iässä	61	192	22.4	11.6
	330 pv iässä	61	302	30.0	9.9
	330 pv iässä	61	368	32.0	8.7
	365 pv iässä	61	404	32.4	8.0

N=sonnien lukumäärä

Kaikkien kasvukokeessa vuodenikäiseksi kasvatettavien sonnien runko, jalat ja luonne arvostellaan pisteyttämällä 11 kuukauden iässä. Rungosta ja jaloista voi sonni saada pisteitä 1-5 ja luonteesta 1-3. Piirroksessa 3 on esitetty ay-sonnien lukumäärät eri pisteluokissa. Fr- ja sk-sonneilla jakaumat olivat samankaltaiset.

Analysoitavat ominaisuudet

Analyysien tavoitteena oli selvittää joidenkin kasvuun vaikuttavien tekijöiden merkitys sekä kasvuindeksien laskenta käyttäen BLUP-menetelmää (Eriksson ym. 1978, Mao 1982). Koska sonnien vertailuryhmän käyttöön perustuvat kasvu- eli K-indeksit lasketaan 90-365 päivien ikäväliltä, olivat tärkeimmät analysoitavat ominaisuudet lisäkasvut 90-365 ja 90-330 päivien ikäväleiltä. Molemmat lisäkasvut kolmen kuukauden iästä 12 ja 11 kuukauden ikään olivat mukana, jotta selviäisi onko mahdollista arvostella sonnit jo 11 kuukauden iässä.

Muita analysoitavia ominaisuuksia olivat lisäkasvut kolmena perättäisenä kolmen kuukauden pituisena jaksona eli ikävälit 90-180, 180-270 ja 270-365 päivää sekä elopainot 90, 180, 270, 330 ja 365 päivän iässä. Näiden ikävälien lisäkasvujen ja elopainojen on muissa tutkimuksissa todettu parhaiten kuvaavan sonnien kasvua.

90. päivän iän elopainon arvioiminen muiden elopainojen avulla

Aineistossa oli 263 vuosina 1977 ja -78 syntynyttä sonnia (209 ay-, 12 sk-, 42 fr-sonnia), joilta ei ollut tiedossa

elopainoa 90 päivän iässä. Puuttuva paino voidaan arvioida esimerkiksi 60. päivän iän elopainon avulla käyttämällä kertoimia (taulukko 5). Kertoimet laskettiin jakamalla paino 90 päivän iässä 60 päivän iän painolla käyttäen kasvukokeessa loppuun asti olleiden sellaisten sonnien punnitustietoja, joilla olivat elopainot sekä 90 että 60 päivän iässä tiedossa. Näillä kertoimilla saatiin elopaino 90 päivän iässä kertomalla 60 päivän iän paino ko. rodun kertoimella. Arvioidut painot olivat kaikilla roduilla hieman suuremmat kuin havaitut painot, joskin erotusten keskiarvot olivat lähellä nolaa.

Sonnien elopaino 90 päivän iässä voidaan arvioida myös 180 päivän punnitustiedon avulla tai käyttämällä 60 ja 180 päivien punnitustietoja yhtäaikaan. Jaettaessa roduittain paino 90 päivän iässä 180 päivän iän painolla kuten edellä, saatiin kertoimiksi ay:lle 0.481, sk:ille 0.477 ja fr:lle 0.474. Näillä kertoimilla laskettujen ja havaittujen painojen erojen keskiarvot (0.26-0.33 kg) ja hajonnat (7.22-8.90 kg) olivat hieman suurempia kuin käyttöön otetussa laskutavassa. Koska painojen erojen keskiarvot ja hajonnat olivat ensin mainitussa tavassa pienemmät, oli se parempi tapa arvioida paino 90 päivän iässä. Muutoin kumpikin laskutapa oli samanarvoinen yksinkertaisen ja helpon käyttönsä vuoksi.

Kolmas tapa arvioida paino 90 päivän iässä on jakaa 60:n ja 180:n summa 90:llä, jolloin kertoimeksi tulee 2.667. Kerroin on sama kaikille roduille. Arvioitu paino saadaan jakamalla

Taulukko 5. Kertoimet roduittain painon arvioimiseksi 90 päivän iässä, arvioitujen ja havaittujen painojen keskiarvot (ka) ja hajonnat (sd) sekä keskimääräiset erot niiden välillä .

rotu	N	kerroin	arvioitu paino, kg		havaittu paino, kg		arvioidun ja havaitun ero, kg	
			ka	sd	ka	sd	ka	sd
ay	777	1.326	99.5	10.93	98.4	11.23	0.22	6.82
sk	29	1.352	91.6	13.11	89.7	8.81	0.29	6.56
fr	160	1.323	106.8	12.11	105.0	12.02	0.17	6.31

N = sonnien lukumäärä, joilla tiedossa paino sekä 90 että 60 päivän iässä .

tällä kertoimella elopainojen summa 60 ja 180 päivän iässä. Näin laskettujen ja havaittujen painojen erot 90 päivän iässä olivat edellisiin tapoihin verrattuna vielä suuremmat. Laskukaavaan olisi pitänyt lisätä rotukerroin, jotta erotusten keskiarvot ja hajonnat olisivat olleet pienemmät. Kuitenkin rotukorjauskertoimen lisääminen pienentää vain keskiarvojen välistä eroa, mutta ei vaikuta lainkaan erotusten hajontaan.

2. Menetelmät ja mallit

Kaikki tilastot ja analyysit laskettiin Helsingin yliopiston Kotieläinten jalostustieteen laitoksella kehitetyllä WSYS-ohjelmistolla. Ohjelmiston varianssianalysiossa on laadittu Harveyn (1970) esittämiä ratkaisuperiaatteita noudattaen (Vilva, V. 1986. Suullinen tiedonanto. Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin yliopisto, Helsinki).

Kasvuun vaikuttavat tekijät

Kasvuun ja elopainoon vaikuttavista tekijöistä analysoitiin syntymävuoden ja -vuodenajan tai -kuukauden, isän ja rodun vaikutus sekä isän ja syntymävuodenajan yhdysvaikutus rodun sisällä. Lisäksi erikseen analysoitiin alueen, isän kokonaisjalostusarvon, emän maitotuotoksen, sonnin syntymäpainon, asemalle tuloian ja rakennearvostelutulosten yhteys lisäkasvuun.

Rodun, isän, syntymävuoden ja -vuodenajan vaikutus analysoitiin pienimmän neliösumman menetelmällä käyttäen mallia

$$Y_{IJKLM} = \mu + r_i + \text{isä}_{i,j} + \text{syntkaus}_k + \text{syntvl}_L + e_{IJKLM} \quad \text{MALLI I}$$

missä

Y_{IJKLM} = lisäkasvu tai elopaino
 μ = keskiarvo
 r_i = rotu kiinteänä tekijänä, $i=1,2,3$
 $\text{isä}_{i,j}$ = isä rodun sisällä satunnaistekijänä
 syntkaus_k = syntymävuodenaika kiinteänä tekijänä, $k=1,2$
 syntvl_L = syntymävuosi kiinteänä tekijänä, $L=1978..1984$
 e_{IJKLM} = jäännös

Syntymävuodenajan ja isän sekä näiden välisten yhdysvaikutusten selvittämiseksi lisäkasvuun ikäväleillä 90-365 ja 90-330 päivää, ay-sonnien aineisto analysoitiin pienimmän neliösumman menetelmällä käyttäen kiinteiden tekijöiden mallia

$$Y_{IJK} = \mu + \text{isä}_i + \text{vp}_j + \text{isä} * \text{vp}_{i,j} + e_{IJK} \quad \text{MALLI II}$$

missä

Y_{IJK} = lisäkasvu 90-365 tai 90-330 pv ikävälillä
 μ = keskiarvo
 isä_i = sonnin isä
 vp_j = syntymävuodenaika
 $\text{isä} * \text{vp}_{i,j}$ = näiden välinen yhdysvaikutus
 e_{IJK} = jäännös

Johtuen useimpien isien lyhyehköstä käyttöajasta sonniniisinä, analyysyjä ajettiin useampia siten, että jokaisessa ana-

lyyisissä oli mukana vähintään neljä syntymävuodenaikaa eli kaksi vuotta jaettuna kahteen kauteen. Kumpikin kausista sisälsi kuusi kuukautta:

I kausi: joulou-toukokuu
II kausi: kesä-marraskuu

Myös alueen, isän jalostusarvon, emän tuotoksen, sonnin syntymäpainon, asemalle tuloiän sekä rakenne- ja luonnearvostelutulosten yhteys koko koeajan lisäkasvuun arvioitiin pienimmän neliösumman menetelmällä käyttäen kiinteiden tekijöiden mallia

$$Y_{ijklmnopq} = \mu + mk_i + skg_j + iind_k + mak_l + runko_m + jalat_n + luonne_o + ktuloikä_p + e_{ijklmnopq}$$

MALLI III

missä

$Y_{ijklmnopq}$ = kasvu 90-365 päivien ikävälillä
 μ = keskiarvo
 mk_i = sonnin syntymäkarjan maatalouskeskus, $i=1..20$
 skg_j = sonnin syntymäpaino, $j=1,2,3$ *)
 $i=$ alle 41 kg, $2=$ 41-45 kg, $3=$ yli 45 kg
 $iind_k$ = sonnin isän jalostusarvo, $k=1,2,3$ *)
 $i=$ ennen ruokinnan muutosta:
 $1=$ 0-4.5, $2=$ 4.6-6.0, $3=$ yli 6.1
 $i=$ ruokinnan muutoksen jälkeen:
 $1=$ 100-120, $2=$ 121-129, $3=$ yli 129
 mak_l = sonnin emän keskim. 4 %-maitotuotos, $l=1,2,3$ *)
 $1=$ alle 7800 kg, $2=$ 7800-8800 kg, $3=$ yli 8800 kg
 $runko_m$ = sonnin rakennearvostelusta saamat runkopisteet,
 $m=1,2,3$ ($1=$ 0 - 3+, $2=$ 4- - 4+, $3=$ 5- - 5)
 $jalat_n$ = sonnin rakennearvostelusta saamat jalkapisteet
 $n=1,2,3$ ($1=$ 0 - 3+, $2=$ 4- - 4+, $3=$ 5- - 5)
 $luonne_o$ = sonnin saamat luonnepisteet, $o=1,2,3$
 $ktuloikä_p$ = sonnin asemalle tuloiä, $p=1,2,3$ *)
 $1=$ alle 60 pv, $2=$ 60-90 pv, $3=$ yli 90 pv)

$e_{ijklmnopq}$ = jäännös

*) muuttuja jaettu analyysissä luokkiin siten, että sen jokaisessa luokassa suunnilleen yhtä monta havaintoa

Kasvutietojen korjaus

Kasvutietojen korjauksen tavoitteena on yhdenmukaistaa alaluokkien väliset keskiarvot ja varianssit ja saada siten tuloksista samanarvoisempia ja vertailukelpoisempia. Aineistosta laskettiin sekä additiiviset että multiplikatiiviset korjauskertoimet syntymäkuukaudelle ja -vuodenajalle sekä rodulle. Muissa tutkimuksissa nämä tekijät ovat vaikuttaneet kasvuun eniten ja niiden vaikutus on siksi korjattu (mm. Jensen ja Andersen 1982, Andersen ym. 1984, Heningsson 1985). Koeaseman vaikutuksen poistamiseksi ei korjausta tarvita, koska Suomessa on vain yksi kasvukoeasema. Jos arvostelussa käytetään sekamallinyhtälöä, ei esikorjausta tarvita, koska korjaus sisältyy malliin.

A. Syntymäkuukausi ja -vuodenaika

Heningssonin (1985) esittämän mallin mukaan additiivisena korjaustekijänä käytettiin poikkeamaa yleiskeskisarvosta vastakkaismerkkisenä. Vastaavasti multiplikatiivinen korjauskerroin laskettiin jakamalla yleiskeskisarvo sen ja syntymäkuukauden tai -vuodenajan poikkeaman summalla.

Yleiskeskisarvot sekä poikkeamat yleiskeskisarvosta syntymävuodenajalle saatiin mallin I mukaan lasketusta varianssi-analyysistä. Syntymäkuukaudelle yleiskeskisarvot ja sen poikkeamat laskettiin roduttain mallista, jossa syntymävuosi oli satunnaistekijänä ja syntymäkuukausi kiinteänä tekijänä.

B. Rotu

Rodun vaikutus lisäkasvuihin 90-365 ja 90-330 päivien ikäväleillä korjattiin kolmella eri tavalla. Taulukossa 9 esite-

tyt additiiset korjaustekijät saatiin vähentämällä ay-sonnien lisäkasvusta sk- tai fr-sonnien lisäkasvu. Myös vähentämällä kaikkien rotujen yleiskeskisarvosta yksittäisen rodun yleiskeskisarvo saadaan laskettua additiiviset korjaustekijät rodulle. Multiplikatiivinen korjauskerroin on vastaavasti:

$$\frac{\text{yleiskeskisarvo}}{\text{yleiskeskisarvo} + \text{poikkeama}}$$

Kasvuominaisuuksien geneettiset tunnusluvut

Lisäkasvujen ja elopainojen periytymisasteet ja geneettiset sekä fenotyypiset korrelaatiot laskettiin roduttain ay- ja fr-sonnien aineistoista käyttäen mallia I eli kumpikin rotu analysoitiin erikseen. Suomenkarjalle vastaavaa analyysiä ei voitu laskea johtuen liian pienestä aineistosta.

Wsys-ohjelmistossa (Vilva, V. 1986. Suullinen tiedonanto. Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin yliopisto, Helsinki) periytymisasteen laskenta perustuu isän varianssiin:

$$h^2 = 4 * \sigma^2_{\text{is}} / \sigma^2_{\text{p}} \quad (\text{neljä kertaa isän varianssisuus jaettuna fenotyypisellä varianssilla}).$$

$$= \frac{4 * \delta^2_{\text{is}}}{\delta^2_{\text{is}} + \delta^2_{\text{e}}}$$

Lisäkasvujen välinen yhteys ikäväleillä 90-365 ja 90-330 päivää

Näiden kahden lisäkasvun välinen yhteys laskettu myös WSYS-ohjelmiston sisältämällä ns. bootstrap-menetelmällä, joka on riippumaton so. muuttujien jakaumista. Menetelmällä saadaan laskettua korrelaatiokertoimen lisäksi sen jakauma ja 68 % luotettavuusväli. Bootstrap-menetelmä laskee korrelaatioker-

toimen aineistosta, joka on 1000 * satunnaisnäyte. Tässä aineistossa satunnaisnäytekokoksi valittiin noin 10 % kunkin rodun sonnien lukumäärästä.

Kasvuindeksi

Kasvuindeksit lisäkasvuille kolmen kuukauden iästä 12 ja 11 kuukauden ikään laskettiin Erikssonin ym. (1978) esittämän esimerkin mukaisesti BLUP-menetelmällä (Henderson 1976, Mao 1982) 1.6.1980-30.4.1985 syntyneille yhteensä 1281 sonnille. Sonneista 1027 oli ay-, 44 sk- ja 210 fr-sonneja. Sonninisiä oli yhteensä 84, joista 54 ay-, 7 sk- ja 23 fr-rotuisia. Uusi sekamalliyhtälöön perustuva kasvuindeksi voitiin laskea vain 1281 sonnille, koska käytetyn Turbo Pascal-ohjelmointikielen muistikapasiteetti ei riittänyt suuremman aineiston käsittelyyn.

Sonnien lisäkasvun arvostelemiseksi käytettiin mallia

$$Y_{ijkl} = v_i + r_j + s_{jk} + a_{ijkl} + \epsilon_{ijkl} \quad \text{MALLI IV}$$

missä

Y_{ijkl} = sonnin kasvukokeessa 12 tai 11 kk ikään mennessä saavuttama lisäkasvu g/pv

v_i = vuosi-vuodenaika kiinteänä tekijänä

r_j = rotu kiinteänä tekijänä

s_{jk} = isä rodun sisällä satunnaistekijänä

a_{ijkl} = sonnin oma additiivinen geneettinen vaikutus

ϵ_{ijkl} = jäännös

Kaikki mallin sisältämät tekijät vaikuttavat tilastollisesti merkittävästi sonnien kasvuun. Vuosi-vuodenaika vaikutukset jaettiin luokkiin siten, että jokaisesta vuodesta tuli kaksi luokkaa: joulou-toukokuussa ja kesä-marraskuussa syntyneet. Jako oli sama kaikille roduille.

Matriisimuodossa yhtälö voidaan kuvata seuraavasti:

$$y = Xb + Zy + \mathcal{E} = \underline{X}b + \underline{Z}_1s + \underline{Z}_2a + \mathcal{E}$$

missä

- y = lisäkasvujen vektori
- X = kiinteiden tekijöiden esiintymismatriisi
- Z = satunnaistekijöiden esiintymismatriisi
- b ja $y = (s+a)$ ovat vastaavia kiinteiden tai satunnaistekijöiden luokkavakiovektoreita

Malliin liittyvät seuraavat oletukset:

- isä- ja jäännösvarianssit eivät ole yhtäsuuria
- eri tekijöiden välillä ei ole yhdysvaikutuksia
- eri tekijöiden väliset kovarianssit ovat nollia
- satunnaistekijöiden ($s_{JK}, a_{JKL}, \mathcal{E}_{JKL}$) odotusarvot ovat nollia
- sonninit eivät ole sukua keskenään
- sonneilla isän sisällä on eri emät eli sonninit ovat isänpuoleisia puolisisaria

Yhtälöä ratkaistaessa (Eriksson ym. 1978) jäännös- ja isävarianssien suhde ($\sigma^2_{E1} / \sigma^2_{B1}$) lisätään roduittain matriisiin isäyhtälön halkaisijaelementteihin, jolloin sonninin oma additiivinen geneettinen vaikutus sisältyy kiinteiden tekijöiden ja isän vaikutuksiin. Jos sekä jäännös- että isävarianssit eroavat toisistaan, mutta niiden suhde eri roduilla on suunnilleen sama, on mahdollista käyttää yhteistä varianssi-suhdetta ($\sigma^2_{E1} / \sigma^2_{B1}$ ja $\sigma^2_{E2} / 3 * \sigma^2_{B2}$) sekä jäännösvarianssia. Isä- ja jäännösvarianssit laskettiin samasta yhtälöstä kuin geneettiset tunnusluvut. Tällöin mallien I ja IV perusteella $e_{iJK} = a_{iJKL} + \mathcal{E}_{iJKL}$. Kun sonninin additiivisesta geneettisestä varianssista 1/4 johtuu isien välisestä varianssista, jää 3/4 yksittäiselle sonnille isän sisällä. Jäännös- ja isävarianssien suhde on siten $\sigma^2_{E2} / 3 * \sigma^2_{B2}$ (Eriksson ym. 1978, Henningsson 1985).

Varianssikomponenttien sijasta (Henderson 1976) voidaan käyttää matriisin ratkaisussa myös kyseisen ominaisuuden periytymisastetta, joka perustuu jäännös- ja isävariانسien suhteeseen. Tällöin varianssisuhde

$$\sigma^2_{E_1} / \sigma^2_{B_1} = \frac{(1 - 1/4 h^2) \sigma^2_P}{1/4 h^2 \sigma^2_P} = \frac{4 - h^2}{h^2}$$

Ratkaisuvalmis matriisi voidaan esittää seuraavassa muodossa

$$\begin{bmatrix} X' \begin{bmatrix} I_{k_1} \\ I_{k_2} \\ I_{k_3} \end{bmatrix} X \\ Z' \begin{bmatrix} I_{k_1} \\ I_{k_2} \\ I_{k_3} \end{bmatrix} X \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X' \begin{bmatrix} I_{k_1} \\ I_{k_2} \\ I_{k_3} \end{bmatrix} Z \\ Z' \begin{bmatrix} Z'_{11} Z_{11} + I \delta_1^2 \\ Z'_{12} Z_{12} + I \delta_2^2 \\ Z'_{13} Z_{13} + I \delta_3^2 \end{bmatrix} * k_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X' \begin{bmatrix} I_{k_1} \\ I_{k_2} \\ I_{k_3} \end{bmatrix} Y \\ Z' \begin{bmatrix} I_{k_1} \\ I_{k_2} \\ I_{k_3} \end{bmatrix} Y \end{bmatrix}$$

missä $k_i = \sigma^2_{E_1} / \sigma^2_{B_1}$ ja $\delta_i^2 = \sigma^2_{E_1} / \sigma^2_{B_1}$ tai $4 - h^2 / h^2$ ($i = \text{rotu } 1, 2, 3; 1 = \text{rotu } 1$)

Liitteessä 2 on esitetty esimerkki matriisin ratkaisusta 42 sonnin otoksen avulla.

Ratkaisemalla matriisiyhtälö saadaan luokkavakiovektorit \underline{b} ja \underline{u} (Eriksson ym. 1978). Edelleen takaisinsijoituksen avulla vähentämällä sonnin lisäkasvusta vastaavat luokkavakiot ja jakamalla tulos jäännös- ja isävariانسien suhteella saadaan ennustettua sonnin oma geneettinen vaikutus (Eriksson ym. 1978):

$$a_{ijkl} = (Y_{ijkl} - v_i - r_j - s_{jk}) / (1 + \sigma_e^2 / 3 * \sigma_B^2)$$

Sonnin jalostusarvon ennuste saadaan lisäämällä sonnin omaan vaikutukseen rodun ja isän vaikutukset:

$$EBV_{ijkl} = a_{ijkl} + r_j + s_{jk}$$

Jalostusarvojen ennusteet standardoitiin vähentämällä sonnin tuloksesta (EBV_{ijkl}) sen rodun keskiarvo (EBV_j) ja jakamalla saatu erotus saman rodun ennusteen hajonnalla (σ_{EBV_j}). Kerromalla tulos kymmenellä sekä lisäämällä tuloon sata saatiin indeksien hajonnaksi kymmenen ja keskiarvoksi sata.

Kaavamuodossa:

$$EBV12 \text{ tai } EBV11 = \frac{EBV_{ijkl} - EBV_j}{\sigma_{EBV_j}} * 10 + 100$$

missä

EBV12 = standardoitu jalostusarvon ennuste lisäkasvulle
3 kuukauden iästä 12 kuukauden ikään

EBV11 = standardoitu jalostusarvon ennuste lisäkasvulle
3 kuukauden iästä 11 kuukauden ikään.

IV TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

1. Kasvuun vaikuttavat tekijät

Voimakkain kasvunvaihe kaikilla suomalaisilla maitorotuisilla sonneilla oli 6-9 kuukauden iässä, jolloin myös vaihtelu oli pienin. Heikoin kasvunvaihe oli ay-sonneilla ennen puolenvuoden ikää ja fr- sekä sk-sonneilla 9 kuukauden iän jälkeen. Myös Fimlandin (1973), Jensenin ja Andersenin (1982) sekä Ojalan (1982) mukaan voimakkain kasvunvaihe on maitorotuihin kuuluvilla sonneilla noin kuuden kuukauden iässä. Henningsson (1985) on taasen esittänyt kasvun olevan voimakkainta ensimmäisten kasvukoevuokausien aikana.

Lisäkasvu 11 kuukauden ikään oli rodusta riippuen 13-18 g/pv parempi kuin lisäkasvu 12 kuukauden ikään (taulukko 4). Fimland (1973) on saanut samantapaisia tuloksia esittäen kasvun heikkenevän hitaasti koejakson loppupuolella.

Syntymävuosi, -kuukausi ja -vuodenaika

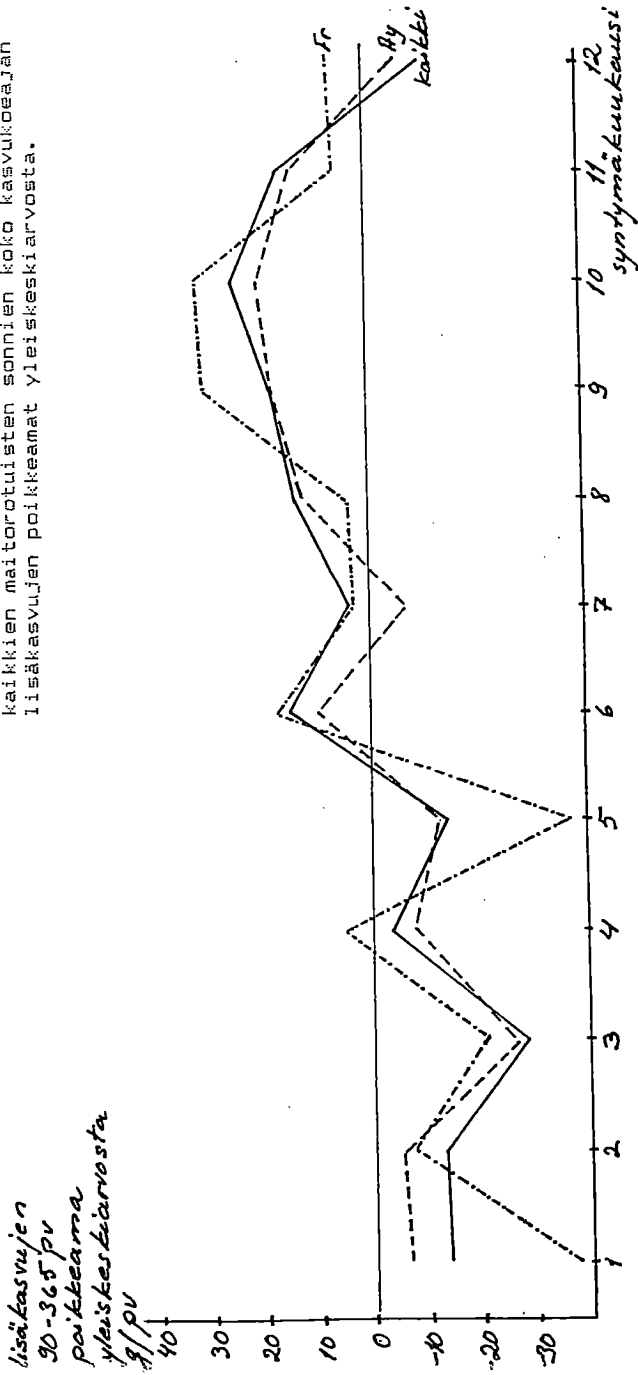
Syntymävuoden ja -vuodenajan tilastolliset merkitsevyydet lisäkasvuun sekä keskineliösummat ovat taulukossa 6 mallin I mukaan laskettuina. Syntymävuoden vaikutus oli tilastollisesti erittäin merkitsevä kaikkiin tutkittuihin ominaisuuksiin, tosin kasvuun ikävälillä 270-365 päivää oli vuoden vaikutus vain tilastollisesti merkitsevä. Samoin syntymävuodenajan vaikutus oli erittäin merkitsevä kaikkiin lisäkasvuihin ja elopainoihin lukuunottamatta painoa 90 päivän iässä, johon sillä ei ollut merkitsevää vaikutusta. Myös Ojala (1982) on todennut sonnien syntymävuoden ja -vuodenajan vaikuttavan erittäin merkitsevästi kasvuun. Henningssonin

Taulukko 6. Rodun, isän, syntymävuoden ja -vuodenajan keskineliösummat sekä merkitsevyystasot eri ikäkausien lisäkasvuihin (g/pv) ja elopainoihin (kg), 1752 sonnina.

vaihtelu- lähde	vapaus- asteet	lisäkasvut eri ikäväleillä:					
		90-365 pv	90-330 pv	90-180 pv	180-270 pv	270-365 pv	
rotu isä	2 92	1277 659 *** 22 604 ***	1362 518 *** 23 621 ***	1580 541 *** 36 797 ***	1224 256 *** 55 633 ***	1242 012 *** 48 744 ***	
vuodenaika vuosi	1 7	202 316 *** 161 894 ***	415 574 *** 234 864 ***	1190 997 *** 457 320 ***	4265 440 *** 302 790 ***	143 895 * 81 171 **	
jäännös	1649	6 951	7 624	22 475	19 057	24 573	
		elopainot eri ikäisinä:					
		90 pv	180 pv	270 pv	330 pv	365 pv	
rotu isä	2 92	8 058 *** 241 ***	40 917 *** 699 ***	87 239 *** 1 586 ***	136 522 *** 1 885 ***	159 993 *** 2 193 ***	
vuodenaika vuosi	1 7	6 n.s. 503 ***	9 171 *** 5 609 ***	8 120 *** 14 407 ***	24 702 *** 17 000 ***	15 913 *** 15 381 ***	
jäännös	1649	118	348	532	610	701	

merkitsevyystasot: n.s. (ei merkitsevää)=P>0.05, *=P<0.05, **=P<0.01, ***=P<0.001.

Piirros 2. Eri kuukausina syntyneiden ay- ja fr-sonnien sekä kaikkien maitorotuisien sonnien koko kasvukoeajan lisaäkasvujen poikkeamat yleiskeskisarvosta.



(1985) mukaan taas syntymävuodella on vain toisinaan merkitsevä vaikutus lisäkasvuun eikä lainkaan vaikutusta suhteelliseen kasvuun.

Koko koeajan kasvun (90-365 pv) perusteella arvioituna kesällä tai syksyllä syntyneet vasikat kasvoivat keskimäärin paremmin kuin talvella tai keväällä syntyneet vasikat. Myös Ojala (1982) ja Henningsson (1985) ovat todenneet syntymävuodenaikojen samanlaisen vaikutuksen. Piirroksessa 2 on roduittain esitetty sonnien koko kasvukoeajan lisäkasvujen poikkeamat yleiskeskiarvosta. Tulosten perusteella sonnit ryhmiteltiin vuosittain kahteen syntymäkauteen:

kausi I: joulukuusta - toukokuussa syntyneet
 II: kesäkuusta - marraskuussa syntyneet

Rotu ja isä

Rodun ja isän merkitsevyydet lisäkasvuun sekä keskineliösummat on esitetty taulukossa 6 mallin I mukaan laskettuina. Niiden vaikutus lisäkasvuihin ja elopainoihin kaikilla ikäväleillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Isän osuus säilyi merkitsevänä jätettäessä mallista rotu pois ja analysoitaessa kukin rotu erikseen. Myös Henningsson (1985) ja Jensen sekä Andersen (1982) ovat todenneet rodun vaikutuksen lisäkasvuun erittäin merkittäväksi.

Syntymävuodenaika ja isä

Syntymävuodenajan vaikutus ay-sonnien lisäkasvuun 3 kuukauden iästä 12 tai 11 kuukauden ikään oli tilastollisesti erittäin merkitsevä vuonna 1982 tai sitä ennen syntyneillä sonneilla. Sen sijaan 1982 ja sen jälkeen syntyneillä son-

Taulukko 7. Isän, vuođenajan ja isäkvuodenaika -yhdysoaikutuksen keskineleibsummat ja merkitsevyystasot ay-sonnien lisäkasvuuhin (g/pv) 3 kk iästä 12 ja 11 kk ikään.

vaihtelu- lähde	vuodet df. 1978-79	vuodet df. 1980-81	vuodet df. 1981-82	vuodet df. 1982-83	vuodet df. 1983-84	vuodet df. 1982-84
sonneja	183	191	188	210	178	137
kasvu 12 kk ikään:						
isä	3 20 478 ns	3 21 541 **	3 36 527 ***	6 27 665 ***	8 21 021 **	5 18 715 *
vuodenaika	3 146 496 ***	3 37 292 ***	3 65 492 ***	3 10 746 ns	3 3 128 ns	4 5 470 ns
isäkvuodenaika	9 4 490 ns	9 5 095 ns	9 10 981 ns	18 6 312 ns	24 7 195 ns	20 3 902 ns
jäännös	167 10 051	175 5 280	172 6 701	182 6 713	142 6 585	107 6 852
kasvu 11 kk ikään:						
isä	3 28 530 ns	3 16 052 *	3 30 915 **	6 28 991 ***	8 23 253 ***	5 23 617 **
vuodenaika	3 203 825 ***	3 58 082 ***	3 92 332 ***	3 17 843 *	3 8 653 ns	4 7 000 ns
isäkvuodenaika	9 5 454 ns	9 3 537 ns	9 5 618 *	18 5 268 ns	24 6 652 ns	20 5 250 ns
jäännös	167 11 330	175 5 190	172 6 827	182 6 677	142 6 899	107 7 215

merkitsevyystasot: ns (ei merkitsevä)=P>0.05, **=P<0.05, ***=P<0.01, ****=P<0.001.

df.=vapausasteet

neilla ei syntymävuodenaika ollut merkitsevä tekijä (taulukko 7). Vuonna 1981 lokakuussa tapahtunut ruokinnan muutos sekä vuoden 1982 alussa toteutettu kivennäisruokinnan muutos voivat olla tähän selityksenä, samoin kuin vuonna 1980 kasvukoeasemalla riehunut keuhkotulehdusta aiheuttanut pasteurilla-infektio. Myös vuodesta 1982 alkaen on isillä ollut enemmän jälkeläisiä useammalta vuodelta. Yleisesti isän vaikutus oli melkein aina erittäin merkitsevä kasvuun, kun taas syntymävuodenajan ja isän välinen yhdysvaikutus ei ollut merkitsevä. Taulukosta 7 käyvät ilmi mallin II sisältämien tekijöiden keskineliösummat ja merkitsevyytasot ay-sonnien 90-365 ja 90-330 päivien välisiin lisäkasvuihin. Fr- ja sk-sonneilla oli isiä liian vähän vastaavaan analyysiin.

Alue, syntymäpaino, asemalle tuloikä, isän jalostusarvo, emän 4%-maitotuotos, rakenne ja luonne

Näiden mallin III sisältämien tekijöiden keskineliösummat ja merkitsevyytasot ay-sonnien lisäkasvuun ikävälillä 90-365 päivää on esitetty taulukossa 8. Alueista Lapin-Rovaniemen sekä Ahvenanmaan piirit jätettiin analyysistä pois, sillä niiltä oli yhteensä vain kuusi sonnia, jolloin sonneja ei riittänyt kaikkiin luokkiin. Ay-sonneilla syntymäalueen vaikutus oli merkitsevä koko koeajan lisäkasvuun vain ennen ruokinnan muutosta. Väkirehuruokintaa on muutettu viimeksi 12.10.1981, jonka jälkeen maatalouskeskusjaottelua noudattaen aluejaolla ei ollut merkitsevää vaikutusta lisäkasvuun.

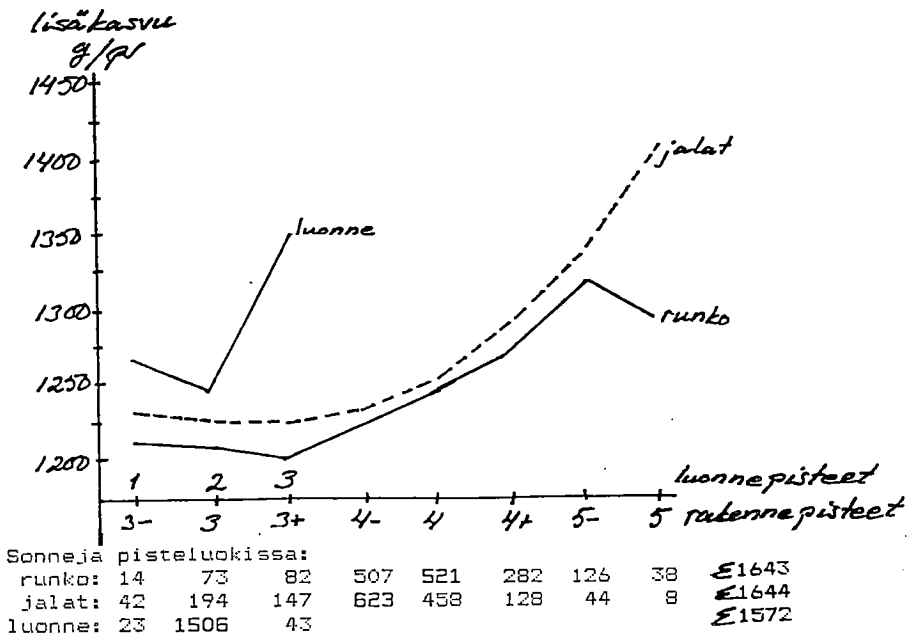
Syntymäpainolla oli merkitsevä vaikutus lisäkasvuun sekä ennen ruokinnan muutosta että sen jälkeen. Sen sijaan koe-

asemalle tuloiällä ei ollut merkittävää vaikutusta, vaikka aseman peruskorjauksen aikoihin jotkut sonnit saapuivat koeasemalle yli 4 kuukauden ikäisinä. Vuonna 1982 tai sen jälkeen syntyneet sonnit ovat saapuneet asemalle keskimäärin 62 päivän ikäisinä (hajonta 19 pv). Myös Ojala (1982) on todennut sonnien syntymäpainon vaikuttavan selvästi niiden lisäkasvuun ja myöhempään elopainoon, mutta tuloiällä hän ei ole todennut olleen vaikutusta. Myöskään isän jalostusarvolla tai emän 4-% maitotuotoksella ei ollut vaikutusta ay-sonnien lisäkasvuun, vaikka Ojalan (1982) mukaan isän korjatulla rasvapoikkeamalla on merkittävä vaikutus useimpiin kasvuun mittoihin.

Taulukko 8. Mallin III sisältämien muuttujien keskineliösummat (MS) ja merkitsevyydet ay-sonnien koko koeajan lisäkasvuun (g/pv) ennen ja jälkeen ruokinnan muutoksen.

muuttuja		asemalle tulo	
		ennen 12.10.81 vap.ast. MS	jälkeen 12.10.81 MS
sonneja		657	558
maatalouskeskus	19	18076 **	5051 n.s.
syntymäpaino	2	94590 ***	115382 ***
asemalle tuloikä	2	22959 n.s.	7412 n.s.
isän jalostusarvo	2	22218 n.s.	3962 n.s.
emän 4-% tuotos	2	1637 n.s.	2904 n.s.
runko pisteet	2	179478 ***	43103 ***
jalka pisteet	2	43478 **	34974 **
luonne pisteet	2	120120 ***	62500 ***
jäännös	623	8660	6055

Piirros 3. Ay-sonnien kasvukoeajan (90-365 pv) lisäkavujen ja rakenne- sekä luonnearvostelujen yhteys, sonnien jakautuminen piste-luokkiin.



Piirroksessa 3 on ay-sonnien koko koeajan lisäkasvun yhteys rakenne- ja luonnearvosteluun. Rakenteen ja luonteen yhteys lisäkasvuun oli tilastollisesti merkitsevä tai erittäin merkitsevä. Hyvin kasvaneet sonnit olivat saaneet yleensä hyvän tai erittäin hyvän rakenne- ja luonnearvostelun. Keskimäärin sonnit olivat rakenteeltaan neljän pisteen arvoisia ja 4+ tai enemmän pisteitä saaneet sonnit olivat kasvaneet selvästi paremmin kuin alle neljä pistettä saaneet sonnit. Luonnepisteissä taas kolme pistettä saaneet sonnit olivat "omaa luokkaansa" lisäkasvuun nähden.

2. Kasvukoetulosten korjaus

Rodun, syntymävuodenajan tai -kuukauden vaikutusten poistamiseksi koko koeajan lisäkasvu korjattiin additiivisesti tai multiplikatiivisesti. Sekä syntymäkuukauden tai -vuodenajan että rodun suhteen olivat additiivinen ja multiplikatiivinen korjaustapa samanarvoisia (taulukko 9). Kaikilla korjaustavoilla oli korjatuissa kasvatuloksissa ja niiden hajonnoissa vain vähän eroa. Rodun suhteen oli additiivinen korjaustekijä laskettu vähentämällä ay-sonnien lisäkasvusta sk- tai fr-sonnien lisäkasvu. Henningssonin (1985) mukaan rodun vaikutuksen voi korjata parhaiten additiivisesti ja syntymäkuukauden vaikutuksen joko additiivisesti tai multiplikatiivisesti. Verrattaessa korjauskertoimia 90-365 ja 90-330 päivien välisten lisäkasvujen kesken, olivat kertoimet suunnilleen samansuuruiset. Myös kertoimien vaikutukset olivat hyvin samanlaiset kummankin ikävälän lisäkasvuun.

Suoritettujen analyysien perusteella muita korjausta tarvitsevia tekijöitä ei tässä aineistossa ollut. Kasvutulosten korjauksella on merkitystä, jos sonnien kasvuindeksit lasketaan vertaamalla niiden kasvua muiden samaan aikaan kasvukokeessa olleiden sonnien kasvuun, kuten tehdään kaikissa Pohjoismaissa. Tällöin voidaan korjaukset tehdä etukäteen. Jos vertailuryhmään kuuluvat sonnit ovat kaikki alle puolen vuoden ajalta verrattuna arvosteltavaan sonniin, ei korjaus syntymäkuukauden tai -vuodenajan suhteen ole tarpeen. Samaten rodun suhteen tarvitsee tuloksia korjata vain, jos halutaan vertailla eri rotuisia sonneja keskenään eli esimerkiksi käyttää "enemmistörodun" sonneja "vähemmistörodun" sonnien arvosteluun. Samoin jos sonnien kasvukoeasemia on useampia, on koeaseman vaikutus korjattava.

3. Kasvuominaisuuksien geneettiset tunnusluvut

Periytymisasteet

Eri ikäkausien lisäkasvujen ja elopainojen periytymisasteet olivat melko suuria ja nousivat sonnien iän lisääntyessä (taulukot 10 ja 11). Ay-sonneilla koko koeajan lisäkasvun periytymisaste oli .52, kun taas fr-sonneilla se jäi .26:een. Yleisesti aineistossa olivat ay-sonnien kasvuominaisuuksien periytymisasteet korkeampia kuin fr-sonnien. Suuret erot periytymisasteissa johtunevat fr-sonnien ja -isien paljon pienemmistä määristä verrattuna ay-sonnien määriin sekä eri maista tuotujen eri tyyppisten fr-isien melko suuresta osuudesta. Siksi saadut fr-sonnien periytymisasteet ovat varsin epäluotettavia. Jensen ja Andersen (1982), De Roo ja Fimland (1983) sekä Henningsson (1985)

Taulukko 10. Ayrshiresonnien eri ikäkausien lisäkasvujen (g/pv) ja elopainojen (kg) periytymisasteet (halkaisijalla) sekä geneettiset (yläpuolella) ja fenotyypilliset (alapuolella) korrelaatiot. Tunnuksien alapuolella on niiden keskivirheet.

ominaisuus	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
kasvu 90-365 pv 1.	.52 ±.11	.99 ±.01	.98 ±.08	.88 ±.05	.72 ±.12	.30 ±.18	.72 ±.11	.86 ±.05	.92 ±.03	.96 ±.01
90-330 pv 2.	.93	.49 ±.11	.97 ±.07	.93 ±.04	.62 ±.16	.41 ±.17	.78 ±.09	.92 ±.03	.96 ±.02	.98 ±.01
90-180 pv 3.	.56	.65	.15 ±.06	.86 ±.15	.68 ±.26	.55 ±.21	.88 ±.07	.94 ±.07	.98 ±.07	1.02 ±.08
180-270 pv 4.	.63	.67	.14	.46 ±.10	.31 ±.21	.41 ±.18	.71 ±.14	.92 ±.04	.90 ±.05	.89 ±.05
270-365 pv 5.	.56	.33	-.11	.02	.17 ±.06	-.21 ±.24	.26 ±.24	.30 ±.21	.46 ±.18	.57 ±.15
elopaino 90 pv 6.	.13	.14	.17	.05	.01	.25 ±.07	.88 ±.07	.70 ±.11	.64 ±.12	.54 ±.14
180 pv 7.	.48	.55	.82	.13	-.08	.70	.25 ±.07	.93 ±.04	.92 ±.05	.88 ±.06
270 pv 8.	.72	.79	.71	.64	-.05	.57	.84	.49 ±.10	.98 ±.01	.95 ±.02
330 pv 9.	.85	.91	.62	.60	.28	.53	.76	.91	.50 ±.10	.99 ±.01
365 pv 10.	.92	.86	.56	.57	.49	.50	.69	.85	.94	.50 ±.10

Sonneja 1408, sonniniisiä 60.

Taulukko 11. Friisiläissonnien eri ikäkausien lisäkasvujen (g/pv) ja elopainojen (kg) periytymisasteet (halkeaisijalla) sekä geneettiset (yläpuolella) ja fenotyypilliset (alapuolella) korrelaatiot. Tunnuslukujen alapuolella on niiden keskiarvot.

ominaisuus	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
kasvu 90-365 pv 1.	.26 ±.17	.90 ±.10	-.09 ±.76	1.06 ±.20	.74 ±.27	-.36 ±.58	-.37 ±.86	.53 ±.45	.70 ±.28	.88 ±.14
90-330 pv 2.	.89	.28 ±.17	.31 ±.58	1.11 ±.17	.27 ±.50	-.26 ±.56	-.01 ±.73	.86 ±.26	.85 ±.16	.83 ±.20
90-180 pv 3.	.50	.58	.12 ±.14	.04 ±.64	-.82 ±.74	-.17 ±.78	.54 ±.59	.45 ±.63	.21 ±.72	-.19 ±.95
180-270 pv 4.	.52	.57	-.04	.31 ±.18	.80 ±.48	-.25 ±.53	-.19 ±.67	.64 ±.42	.97 ±.30	1.00 ±.33
270-365 pv 5.	.68	.42	-.05	.04	.20 ±.16	-.26 ±.60	-.78 ±.77	.02 ±.71	.13 ±.62	.66 ±.41
elopaino 90 pv 6.	.09	.12	.21	-.01	-.03	.20 ±.16	.74 ±.34	.38 ±.56	.28 ±.56	.12 ±.65
180 pv 7.	.38	.45	.79	-.03	-.06	.77	.11 ±.14	.64 ±.46	.39 ±.63	-.02 ±.95
270 pv 8.	.60	.69	.67	.49	-.03	.67	.86	.14 ±.14	1.06 ±.10	.76 ±.30
330 pv 9.	.74	.86	.57	.45	.32	.61	.75	.89	.18 ±.16	.88 ±.13
365 pv 10.	.89	.81	.52	.43	.56	.53	.68	.81	.92	.16 ±.15

ovat myös saaneet melko korkeita periytymisasteita, sen sijaan Ojala (1982) on saanut pienestä aineistosta johtuen alhaisempia periytymisasteita, kaikki alle .35.

Lisäkasvuista korkeimmat periytymisasteet olivat ikäväleillä 90-365, 90-330 ja 180-270 päivää, kaikissa samaa suuruusluokkaa. Sonnin iän lisääntyessä elopainojen periytymisasteet kasvoivat melko tasaisesti .25:stä .50:een ay-sonneilla ja .11:stä .18:aan fr-sonneilla. Elopainojen periytymisasteet 330 ja 365 päivän iässä olivat ay-sonneilla .50. Fr-sonneilla vastaavat periytymisasteet olivat .18 ja .16. Elopainojen periytymisasteet 365 päivän iässä olivat samansuuruisia kuin koko koeajan lisäkasvun. Myös Ojala (1982) on todennut saman. Fimlandin (1973) mukaan taas elopainojen periytymisasteet ovat alhaisemmat kuin koko koeajan lisäkasvun.

Fenotyyppiset ja geneettiset korrelaatiot

Lisäkasvut 90-365 ja 90-330 päivien ikäväleillä korreloivat voimakkaasti keskenään. Koko koeajan (90-365 pv) ja 90-330 välisten päivien lisäkasvujen välinen korrelaatiokerroin laskettuna bootstrap-menetelmällä oli ay- ja sk-sonneilla .94 sekä fr-sonneilla .93. Korrelaatiokertoimet ja niiden luotettavuusvälit käyvät ilmi taulukosta 12.

Taulukoissa 10 ja 11 ovat ay- ja fr-sonnien lisäkasvujen ja elopainojen fenotyyppiset ja geneettiset korrelaatiot. Tosin fr-sonnien geneettiset korrelaatiot ovat varsin epäluotetta-

Taulukko 12. Korrelaatiokertoimet lisäkasvujen 90-365 ja 90-330 päivää kesken sekä kertoimien luotettavuusvälit rodullain laskettuna bootstrap-menetelmällä.

rotu	korrelaatio- kerroin	68% luotettavuus- väli
ay	.94	.93 - .95
sk	.94	.90 - .98
fr	.93	.90 - .96

via johtuen lähinnä melko pienestä aineistosta. Geneettinen korrelaatio 90-365 ja 90-330 päivien väliselle lisäkasvulle oli ayrshirellä miltei yksi (.99) ja friisiläisellä .90. Myös vastaavat fenotyyppiset korrelaatiot olivat korkeita.

Lisäkasvut 90-365 ja 90-330 päivien ikäväleillä korreloivat voimakkaasti muiden ikäväliden kasvujen kanssa ja elopainojen kanssa 270 päivän eli 9 kuukauden iän jälkeen. Ay-sonneilla nämä fenotyyppiset korrelaatiot olivat yli .60 useimmissa tapauksissa ja geneettiset korrelaatiot yli .86. Fr-sonneilla suuntaus oli sama, paitsi että geneettisissä korrelaatioissa oli vaihtelua jopa negatiivisista korrelaatioista aina +1.0 korrelaatioihin. Syynä näin laajaan vaihteluun voi olla pieni aineisto sekä eri maista tuotujen erityyppisten fr-isien suuri osuus (65.4 % isistä). Vastavasti sonneista oli noin 56 % ulkomaisten sonninsien jälkeläisiä eli Suomessa syntyneillä isillä oli kuitenkin enemmän poikia isää kohden .

Molemmilla roduilla fenotyypilliset korrelaatiot lyhyiden ikäkausien lisäkasvujen välillä olivat hyvin heikkoja ja lähellä nollaa. Vastaavat geneettiset korrelaatiot vaihtelivat voimakkaasti. Ilmeisesti eri ikäkausien kasvut ovat toisistaan fenotyypillisesti jokseenkin riippumattomia, kuten myös Ojala (1982) ja Henningsson (1985) ovat todenneet. Eri ikäkausien kasvujen riippumattomuus mahdollistaa kompensatorisen kasvun, lisäksi lyhyen aikavälin kasvu eri sonneilla samalla hoidolla on riippuvainen enemmän rodusta kuin isästä. Heikoimmat geneettiset ja fenotyypilliset korrelaatiot olivat lyhyiden jaksojen lisäkasvujen ja alle puolen vuoden iän elopainojen välillä sekä näiden kesken. Myös Jensen ja Andersen (1982), Ojala (1982) sekä Henningsson (1985) ovat saaneet näistä korrelaatioista heikoimpia.

4. Kasvuindeksi

Jalostusarvojen ennusteet laskettiin BLUP-menetelmällä (Best Linear Unbiased Prediction) mallin sisältäessä kasvuun merkittävästi vaikuttavat tekijät eli vuosi-vuodenaika-, rotu- ja isä-vaikutukset. Ennusteet standardoitiin sitten indekseiksi, joiden keskiarvo on 100 ja hajonta 10. Isien jälkeläisten lukumäärät sekä niiden saamat keskimääräiset kasvuindeksit ovat liitteessä 3.

BLUP-menetelmän käyttämiseksi on tunnettava eri rotujen jäännösvariانسsit (taulukko 13), vaikka ne usein vain oletetaan rotujen kesken yhtäsuuriksi niiden itseasiassa ollessa erilaisia (Eriksson ym. 1978). Tavallisesti myös muiden satunnaistekijöiden varianssikomponentit ovat rotujen kesken erisuuruksia. Varianssikomponenttien erilaisuus voi

johtua mm. ympäristöstä (ruokinta, hoito jne), populaatiosta tai etukäteen tapahtuvasta karsinnasta. Sen sijaan isä- ja jäännösvarianssien suhde eri roduilla voi olla yhtäsuuri. Isä- ja jäännösvarianssien sijasta voidaan käyttää myös kyseisen ominaisuuden periytymisastetta (Henderson 1976).

Taulukko 13. Varianssisuudet roduittain. Sk-sonneille käytettiin ay-sonnien varianssisuuksia.

ro- son- tu neja	σ^2_E	σ^2_B	σ^2_E/σ^2_B	h^2	σ^2_E	σ^2_B	σ^2_E/σ^2_B	h^2	
	kasvu 12 kk ikään:				kasvu 11 kk ikään:				
ay	1408	7129	1063	6.7	.52	8016	1114	7.2	.49
fr	283	6231	430	14.5	.26	5747	432	13.3	.28

missä σ^2_E = jäännösvarianssi (g/pv)²
 σ^2_B = isävarianssi (g/pv)²
 h^2 = periytymisaste

Varianssisuhde $\sigma^2_E/3\sigma^2_B$ oli 2.579 90-365 päivien väliselle kasvulle ja 2.840 90-330 päivien väliselle kasvulle kaikilla roduilla.

BLUP-menetelmän etuna on, että samanaikaisesti voidaan arvostella useamman rodun sonneja sekä verrata niitä keskenään. Jos jonkun rodun sonneja on kasvukokeessa huomattavasti vähemmän kuin toisen rodun sonneja, voidaan tämän "vähemmistörodun" arvostelemiseksi käyttää muiden rotujen sonnien kasvutuloksia, esimerkiksi sk-sonnien kasvun arvostelu. Sonnien väliset sukulaisuussuhteet tulevat huomioiduiksi isänpuoleisen polveutumisen kautta eli sonnien puolisisarien kasvutuloksia voidaan käyttää hyväksi sonnien arvostelussa.

Menetelmä mahdollistaa myös sonniniisien jälkeläisarvostelun niiden poikien kasvun suhteen. Kasvukoetuloksia eri tekijöiden suhteen ei tarvitse korjata etukäteen, sillä korjaus sisältyy malliin. Sonnien saamat jalostusarvon ennusteet ovat myös useampien vuosien ja sukupolvien kesken paremmin verrattavissa kuin vertailuryhmäarvostelun antamat tulokset. Lisäksi ne selittävät erisuuruiset jäännösvarianssit eri roduilla.

Taulukossa 14 on esitetty mallin IV mukaan laskettujen BLUP-ennusteiden keskiarvot ja hajonnat roduittain ennen standardointia sekä vanhan ja uusien indeksien väliset korrelaatiot. Kun lisäkasvujen 90-365 päivää ja 90-330 päivää välinen geneettinen korrelaatio oli sekä ay- että fr-sonneilla korkea (.99 ja .90), voitiin eri arvostelutulostenkin välisten korrelaatioiden odottaa olevan korkeita. Indeksien ja lisäkasvujen väliset korrelaatiot (taulukko 14) olivat samaa suuruusluokkaa kuin eri tavoin laskettujen indeksien väliset korrelaatiot (.93-.96). Henningsson (1985) on saanut vastaavien BLUP-ennusteiden ja vertailuryhmän avulla laskettujen jalostusarvojen väliseksi korrelaatioksi .63 SLB:llä ja .88 SRB:llä. Myös Andersen ym. (1984) ovat saaneet vastaavien arvostelujen väliseksi korrelaatioiksi yhdistelmärotuisilla sonneilla .89-.93. Lisäkasvujen ja indeksien välisistä korrelaatioista Henningsson (1985) on saanut hieman alhaisempia, .69- .75 rodusta riippuen. Ilmeisesti vain yhden kasvukoekesämen käytön parantaa korrelaatioita.

Taulukossa 15 on BLUP-menetelmällä saatujen vuosi-vuodenai-ka- ja roturyhmien luokkavakiot. Liitteessä 3 on isä-luok-

kavakiot ja poikien keskimääräiset standardoidut jalostusarvot sekä vanhat kasvuindeksit. Roduttaiset luokkavakiot olivat samansuuruiset verrattuna rotujen välisiin keskimääräisiin eroihin kasvunopeudessa (taulukko 4) tai additiivisiin korjauskertoimiin (taulukko 9). Vuosi-vuodenaikaluokkavakioissa oli eroa korkeimmillaan vain noin 100 g/pv eli sonnien kasvussa ei ole tapahtunut oleellista muutosta vuosien 1980-85 aikana. Sensijaan isien välillä oli huomattaviakin eroja poikien kasvussa. Aysillä parhaimman ja huonoimman isän poikien kasvut erosivat keskimäärin 111.0 g/pv 90-365 päivien ikävälillä ja 112.0 g/pv 90-330 päivien ikävälillä. Fr:llä vastaavat erot olivat 47.0 g/pv ja 39.3 g/pv sekä sk:lla 34.7 g/pv ja 28.9 g/pv (liite 3). Isien keskinäinen järjestys oli miltei sama molempien ikävälien arvostelussa ja todennäköisesti järjestys olisi säilynyt paremmin samana, jos aineistosta olisi poistettu isät, joilla oli vain yksi poika.

U JOHTOPÄÄTÖKSET

Sonnin syntymävuodenajalla on merkitsevä vaikutus lisäkasvuun samoin kuin syntymävuodella. Myös sonnin syntymäkuukausi vaikuttaa kasvuun, mutta kuukausittainen vaihtelu on yhteydessä vuodenaikaan. Eri roduilla näyttää syntymävuodenajan vaikutus olevan samanlainen noudattaen samaa aaltoliikettä: kesällä ja syksyllä syntyneet sonnit kasvavat paremmin kuin talvella ja keväällä syntyneet. Sonnin isän ja syntymävuodenajan välillä ei ole yhdysvaikutusta.

Sonnin syntymäpaino vaikuttaa kasvuun merkitsevästi, niin että syntyessään painavat vasikat kasvavat yleensä parhaiten. Kun hyvin kasvaneet sonnit ovat myös muita kookkaampia, ei sonnien arvostelussa välttämättä tarvitse käyttää kasvukokeen alku- tai loppupainoa. Jos nämä painot huomioitaisiin, tulisi huomioida myös sonnin kasvukäyrä, jossa yleensä on rodun ja jopa isänkin sisällä vaihtelua. Lisäksi sonnien kasvu on voimakkainta noin puolen vuoden iässä, joten kokeen aikainen lisäkasvu yksinään riittää kuvaamaan sonnien kasvukykyä.

Muita kasvuun vaikuttavia ympäristötekijöitä ovat koeasema sekä ruokinta ja hoito asemalla. Jos sonnien kasvukokeeseen käytetään yhtä koeasemaa, ei näitä ympäristötekijöitä tarvitse arvostelussa huomioida.

Sonnin syntymäalueella ei ole kasvuun vaikutusta, eikä sonnien isän jälkeläisarvostelussa saamalla kokonaisjalostusarvolla tai emän maitotuotoksella ole yhteyttä sonnien kasvuun. Myöskään sonnien kasvukoeasemalle tuloikä ei näytä merkitse-

västi vaikuttavan kasvuun, eli koe voidaan aloittaa yhtä hyvin kahden kuin neljänkin kuukauden iässä. Tärkeämpää on kokeen aloitus aina samassa iässä. Sonnien asemalle tulo-ikästä päätettäessä tulee huomioida, kuinka hyvin vasikka kestää matkasta ja ympäristön vaihdoksesta aiheutuvat rasitukset.

Hyvin kasvavat sonnit ovat tavallisesti sekä rakenteeltaan että luonteeltaan hyviä. Hyvää rakennetta ja ulkomuotoa voidaan pitää seurauksena hyvästä kasvusta ja hyvää kasvua seurauksena hyvästä rakenteesta. Sonnin rakenneominaisuuksien onkin tarjottava hyvät kasvuedellytykset. Jos "perusrakenne" on heikko, esimerkiksi jalka-asento huono, karsitaan sonni jo ennen kasvukokeen loppua.

Sonnin rotu vaikuttaa kasvuun, samoin isä. Maitorotuisista sonneista friisiläiset kasvavat parhaiten ja suomenkarjan sonnit huonoimmin. Ayrshire sijoittuu näiden välille. Isän vaikutus sonnin kasvuun voi olla huomattavakin, kuten käy ilmi BLUP-menetelmän antamista isä-luokkavakioista: joidenkin isien pojat kasvavat keskimäärin paremmin kuin toisten isien pojat.

Kaikkien kasvuominaisuuksien periytymisasteet ovat varsin korkeita, mikä mahdollistaa sonnien arvostelun yksilökokeen avulla. Jos sonnit halutaan arvostella myös lihantuotantokyvyn tai lihanlaadun suhteen, on jälkeläisarvostelu parempi vaihtoehto. Useampien vuosien keskimääräisten lisäkasvutulosten perusteella arvidituna ei kasvussa ole tapahtunut

mainittavaa paranemista, vaan se on pysynyt samalla tasolla. Lehmien elopainon lisääntyminen johtunee siis enemmän hoidon ja ruokinnan paranemisesta.

Sekä lisäkasvut että elopainot eri ikäväleillä ja koko kasvukoekautena korreloivat yleensä positiivisesti. Sonniien iän lisääntyessä myös korrelaatiot kasvavat samoin kuin periytymisasteet. Koska geneettiset korrelaatiot 90-365 ja 90-330 päivien välisten lisäkasvujen välillä ovat voimakkaat ja periytymisaste lisäkasvulle 3 kuukauden iästä 11 kuukauden ikään on vain hieman heikompi kuin 12 kuukauden ikään, voidaan sonniien kasvukyky arvostella jo 11 kuukauden iässä. Korkeat periytymisasteet ja korrelaatiot antavat lisäksi mahdollisuuden arvostelun ankaroittamiseen, mikäli se jalostustavoitteiden perusteella on tarpeellista.

Lisäkasvuun merkitsevästi vaikuttavien tekijöiden korjauksen tarve riippuu sonniien arvostelutavasta. Jos sonniien kasvua verrataan niiden kasvukumppaneiden kasvuun, ei korjaus ole välttämätöntä. Jos kasvutuloksia halutaan verrata pitemmällä aikavälillä, on korjaus syntymävuodenajan tai vuosi-vuodenajan suhteen tarpeen. Yleensä on paras tapa yhdistää vuosi-vuodenaika vaikutukset. Jos taas halutaan käyttää eri rotuja arvostelussa apuna, on korjaus rodun suhteen tarpeen. Käytettäessä arvostelussa sekamalliyhtälöä, jossa ovat mukana kaikki tärkeimmät kasvuun vaikuttavat tekijät, sisältyy korjaus jo itse malliin.

Tulokset voidaan korjata etukäteen tai mallissa sekä additiivisesti tai multiplikatiivisesti. Yleensä etukäteen kor-

jattaessa on multiplikatiivinen korjaus parempi kuin additiivinen korjaus, mutta ratkaisu tulee tehdä jokaisen korjattavan tekijän osalta erikseen. Korjauksen sisällyttäminen malliin vastaa additiivista korjausta. Tärkeimmät korjausta vaativat tekijät Suomen oloissa ovat syntymävuodenaika ja -vuosi sekä rotu, jotka voidaan korjata joko additiivisesti tai multiplikatiivisesti.

BLUP-menetelmällä laskettavat jalostusarvon ennusteet (EBV) perustuvat sekamalli-yhtälöön, johon on otettu mukaan kasvuun eniten vaikuttavat tekijät. Tällä menetelmällä jalostusarvon ennusteet voidaan laskea useammalle rodulle yhtä aikaa sekä pitemmältä ajanjaksolta kuin vertailuryhmän käyttöön perustuvalla tavalla (K-indeksi). K-indeksit lasketaan erikseen roduttain eikä niissä huomioida vertailuryhmän kokoa tai sukulaisten saavuttamia kasvatuloksia. Ainoastaan vuodenajan vaikutus korjataan tuloksissa käyttäen vertailuryhmää viiden edellisen kuukauden ajalta. K-indeksijä ei voi verrata eri rotuisten sonnien välillä vaan vertailun tulee tapahtua saman rodun sisällä. Jalostusarvon ennusteissa on huomioitu rodun ja isän vaikutus, joten ne ilmaisevat paremmin sonnien geneettisen tason, vaikka niissäkin eri rotuisten sonnien saamia ennusteita tulee verrata rodun sisällä. Sen sijaan laskennassa voidaan käyttää hyväksi muun rotuisten sonnien kasvatuloksia.

Koska BLUP-menetelmällä saadut jalostusarvon ennusteet ovat luotettavampia ja paremmin kuvaavat sonnien tasoa kuin K-indeksit, on BLUP-menetelmän käyttö arvostelussa parempi vaihtoehto. Kun lisäksi lisäkasvujen korrelaatiot ikäväleil-

tä 90-365 ja 90-330 päivää ovat positiivisia ja voimakkaita sekä periytymisasteet korkeita, voidaan sonnit arvostella jo 11 kuukauden iässä, samassa iässä kuin tehdään rakenne- ja luonnearvostelukin. Tällöin on mahdollista käyttää karsinnassa kasvun suhteen valmista kasvuindeksiä ennenkuin sonnit viedään keinosiemennysasemille. Aikaisemman arvostelun ansiosta sonnien kahdestoista kasvukuukausi voidaan käyttää erilaisten veri- ja siemennestenäytteiden ottamiseen ja arvioida sonnien spermantuotantotaipumuksia häiritsemättä kasvukoetta.

Liharotuisilla sonneilla ei ole toistaiseksi käytössä indeksiä, joka kertoisi niiden menestymisestä kasvukokeessa. Liharotuisien sonnien kasvuindeksi voidaan laskea samalla tavalla kuin maitorotuisienkin sonnien. Lisäksi siinä tulisi korjata ainakin sonnien paino kasvukokeen alkaessa, koska liharotuiset sonnit ovat varsin kookkaita saapuessaan noin puolen vuoden ikäisinä kasvatusasemalle. Tosin on mahdollista aloittaa myös liharotuisien sonnien kasvukoe kolmen kuukauden iässä. Muita mahdollisesti korjausta vaativia tekijöitä ovat sonnien ikä, syntymäkarja ja emän ikä.

Sonnit voidaan arvostella myös lihaksikkuuden ja rasvaisuuden suhteen. Parhaiten tämä käynee UÄ-kuvauksella. Kuitenkin sonnit ovat 11 kuukauden iässä vielä keskenkasvuisia, eivätkä yleensä lainkaan rasvoittuneita. Välttämätöntä arvostelu lihaksikkuuden ja rasvaisuuden suhteen ei siis ole. Lisäksi kasvun ja lihaksikkuuden väliset korrelaatiot ilmaisevat, että hyvin kasvavat sonnit ovat myös lihaksikkaita: niiden lihamäärä on suuri vaikka lihasala suhteessa

kokoon ja kasvuun on pieni. Sonnien lihaksikkuuden arvostelua tärkeämpää saattaa olla niiden arvostelu rehun hyväksikäyttökyvyn suhteen. Rehunkäyttökivyn suhteen tehdäänkin jo nyt epäsuoraa valintaa, koska väkirehuruokinta on rajoitettu ja ruokinta kaikilla sonneilla saman periaatteen mukainen. Myös rehun hyväksikäyttökivyn ja lisäkasvun väliset korrelaatiot osoittavat, että hyvin kasvavat sonnit kuluttavat vähemmän energiaa lisäkasvukiloa kohden kuin huonosti kasvavat sonnit.

KIIITOKSET

Haluan esittää parhaimmat kiitokseni Suomen Kotieläinjalostusyhdistykselle saamastani tuesta. Erityiset kiitokset osastopäällikkö Jouko Syväjärvelle ja vt. professori Matti Ojalalle monista hyvistä neuvoista. Lisäksi kiitokset Kotieläinjalostusyhdistyksen muulle henkilökunnalle ja ystäväilteni kannustavasta suhtautumisesta.

VI KIRJALLISUUSLUETTELO

- Andersen, B.B. 1982. Potential Use of In Vivo Techniques in a Combined Milk/beef Breeding Programme. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg 524, 94-98.
- Løvendahl, P., Madsen, P., Jensen, J. 1984. Avlsstationerne for kødproduktion 1983/84. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg 576.
- Madsen, P., Jensen, J. 1986. Avlsstationerne for kødproduktion 1984/85. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg 603.
- Bailey, C.M., Liboriussen, T., Andersen H.R., Andersen, B.B. 1985. Producing Beef from Intact Male Progeny of Holstein Sires: Feed Efficiency and Compositional Characters. J. Anim. Sci. 61:1, 27-35.
- Berg, R. T., Butterfield, R. M. 1976. New Concepts of Cattle Growth. 240 s. Sydney University Press. (Ref. Ojala, M. 1982. Eri kudoslajien kasvurytmi naudoilla. Kotieläinjalostuksen tiedote 54. Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin yliopisto, Viikki.)
- Brelin, B., Brännäng, E. 1982. Phenotypic and Genetic Variation in Feed Efficiency of Growing Cattle and their Relationship with Growth Rate, Carcass Traits and Metabolic Efficiency. Swedish J. Agric. Res. 12:29-34.
- Busk, H., Jensen, J. 1982. Practical Use and Experimental Results of In Vivo Techniques in Denmark. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg 524, 42-47.
- Collins-Lusweti, E., Curran, M.K. 1985. A Note on Environmental Factors Affecting Beef Cattle Performance Tests. Anim. Prod. 1985:41, 131-134.
- De Roo, G., Finland, E.A. 1978. A Genetic Analysis of Performance and Progeny Test Data for Young Bulls of Norwegian Red Cattle and Various Friesian Crosses. Livest. Prod. Sci. 1983:10, 123-131.
- Eriksson, J.-A., Wilton, J.W., Henningsson, T. 1978. Estimating Breeding Values for Rate of Gain of Beef Bulls in Sweden. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjursförädling och sjukdomsgenetik. Rapport 23.
- Ernst, E., Appel, W., Claus, J. 1982. The Determination of Carcass-value of Live Cattle with the Danish Ultrasonic Equipment "Danscanner". Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg 524, 65-73.
- Finland, E.A. 1973. Estimates of Phenotypic and Genetic Parameters for Growth Characteristics of Young Potential AI Bulls. Acta Agric. Scand. 23:4, 209-216.
- Gyllensvaan, C., Eriksson, J.-A. 1986. Kostar mer än smakar. Husdjur 1986:3, 14.

- Harvey, W.R. 1970. Estimation of Variance and Covariance Components in the Mixed Model. *Biometrics* 26:3.
- Hellman, T. 1981. Sonnin kokonaisjalostusarvo. Kotieläinjalostuksen tiedote 47, 39-43. Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin yliopisto, Viikki.
- Henderson, C. R. 1976. Prediction of Future Records. International Conference on Quantitative Genetics, 16.-21.8.1976. ss.615-638. Iowa University Press.
- Henningsson, T. 1985. Performance Testing for Beef Production Traits in Swedish Dual Purpose and Beef Cattle. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurförädling och sjukdomsgenetik. Rapport 64.
- Jansen, J. 1982. In Vivo Estimation of Body Composition in Beef in the Netherlands. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forskning 524, 74-78.
- Jensen, J., Andersen, B. 1982. Analyse of syv års individprovedata (miljokorrektion, arvelig variation, sikkerhed og T-, U- og I-tal). Beretning fra Statens Husdyrbrugs forskning 526.
- Kallweit, E. 1982. Review of Practical Use and Experimental Results of In Vivo Techniques for the Estimation of Body Composition in Beef Cattle in the Federal Republik of Germany. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forskning 524, 62-64.
- Leighton, E.A., Willham, R.L., Berger, P.J. 1982. Factors Influencing Weaning Weight in Hereford Cattle and Adjustment Factors to Correct Records for these Effects. *J. Anim. Sci.* 54:5, 957-963.
- Lindhé, B. 1971. The Role of Performance Testing for Beef in the Swedish Cattle breeding Program. *Svensk Husdjursskötsel*s meddelande 46.
- Maijala, K. 1977. Yksilöarvostelun merkitys lypsykarjanjalostuksessa. Kotieläinjalostuksesta koottua 1977:4.
- Mao, I.L. 1982. Modeling and Data Analysis in Animal Breeding. 410 s. Department of Animal Breeding and Genetics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Mäntysaari, E. 1984. Valintaindeksi jälkeläisarvosteltujen keinosiemennyssonniien kokonaisjalostusarvon kuvaajana. Kotieläinjalostuksen tiedote 62. Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin yliopisto, Viikki.
- Nelsen, T.C., Kress, D.D. 1981. Additive and Multiplikative Correction Factors for Sex and Age of Dam in Beef Cattle Weaning Weight. *J. Anim. Sci.* 53:5, 1217-1224.

- Djalä, M. 1982. Vanhempien tuotantotietojen ja eräiden ympäristötekijöiden yhteys sonnien kasvukoetuloksiin. Kotieläinjalostuksen tiedote 55. Kotieläinten jalostustieteen laitos, Helsingin yliopisto, Viikki.
- Rehben, E. 1982. In Vivo Estimation of Body Composition in Beef. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg 524, 48-61.
- Simm, G., Smith, C. 1985. Environmental Effects on Bull Performance Test Results. Anim. Prod. 1985:41, 177-185.
- Syväjärvi, J. 1981. Nuorten keinosiemennyssonniin kasvukyky mitataan. Nautakarja 1981:1, 40-42.
- 1986. Norjalaisten keinosiemennyssonniin lihantuotantominaisuuksien jalostusarvon määrittämisestä. Julkaisematonta aineistoa. Suomen Kotieläinjalostusyhdistys, Tikkurila.
- Tørud, B. 1985. NRF's testingsstasjon for ungokser i Øyer. NRF's Nytt 1985:1, 10-11.

LIITE 1.

RUOKINTA KASVATUSASEMALLA

Ikäväli pv.	Kurri- juomaa litr. *)	Väkirehua kg		Heinää
		Seos I	Seos II	
60- 80	6	2,5		vapaasti
80- 90	5	2,5		-"-
90-120	4	3,0		-"-
120-150		3,5		-"-
150-180		4,0		-"-
180-210		2,0	2,5	-"-
210-240			4,5	-"-
240-270			5,0	-"-
270-300			5,0	-"-
300-330			6,0	-"-
330-365			6,0	-"-

VÄKIREHUSEOS SISÄLTÄÄ:

	<u>Seos I</u> (Mullin Tuotos I)	<u>Seos II</u> (Säilö-Tuotos)
Kosteutta	11,0 %	11,0 %
Raakavalkuaista	17,0 %	14,0 %
Raakarasvaa	3,0 %	3,6 %
Raakakuitua	7,0 %	6,4 %
Typettämiä uuteaineita	55,0 %	55,9 %
Tuhkaa	7,0 %	9,1 %
A-vitamiinia	20000 ky/kg	12000 ky/kg
D3- -"-	4000 -"-	2400 -"-
E- -"-	20 mg/kg	10 mg/kg

LASKENNALLISET REHUARVOT:

ry/kg	0,952	0,952
kg/ry	1,05	1,05
g/srv/kg	145	115
g/srv/ry	152	121

*) Kurrijauhoa 100 g/litr. vettä

LIITE 2. Numeerinen esimerkki sonnien jalostusarvon laskemisesta BLUP-menetelmällä.

Käytetty malli on esitetty osassa III/2: Kasvuindeksi, s. 40 ja sisältää vuosi-vuodenaika-, rotu-, isä- ja sonni- vaikutukset.

Esimerkissä varianssisuhteet ovat:

$$k = \sigma^2_{e_1} / \sigma^2_{e_2} = 0.7 \text{ rodulle 2 ja 3 (i=rotu 2,3; 1=rotu 1)} \\ = 1 \text{ rodulle 1}$$

$$= \sigma^2_{e_1} / \sigma^2_{e_2} = 5 \text{ rodulle 1 ja 3 (i=rotu 1,2,3)} \\ = 2 \text{ rodulle 2}$$

Tiedot sonneista:

vuosi- vuoden-					vuosi- vuoden-				
aika	rotu	isä	sonni	kasvu	aika	rotu	isä	sonni	kasvu
V_i	r_j	S_{jk}	A_{ijkl}	Y_{ijkl}	V_i	r_j	S_{jk}	A_{ijkl}	Y_{ijkl}
1	1	1	1	1389	4	1	6	22	1244
2	1	1	2	1254	4	2	7	23	1040
2	1	1	3	1222	4	2	7	24	1062
3	1	1	4	1346	3	2	8	25	1073
2	1	2	5	1218	1	2	8	26	1127
3	1	2	6	1247	1	2	8	27	1127
2	1	2	7	1411	3	3	9	28	1553
1	1	3	8	1407	4	3	9	29	1309
2	1	3	9	1320	4	3	9	30	1331
1	1	3	10	1298	3	3	10	31	1469
1	1	4	11	1316	2	3	10	32	1327
2	1	4	12	1229	1	3	10	33	1247
2	1	4	13	1425	1	3	10	34	1524
2	1	4	14	1378	4	3	11	35	1334
3	1	5	15	1102	3	3	11	36	1411
2	1	5	16	1171	2	3	11	37	1327
2	1	5	17	1334	1	3	11	38	1233
1	1	5	18	1269	1	3	11	39	1509
1	1	5	19	1273	4	3	12	40	1196
1	1	6	20	1266	3	3	12	41	1338
2	1	6	21	1386	3	3	12	42	1200

Edelläolevien tietojen perusteella sivulla 28 esitetty matriisi numeromuodossa:

11.2	7	1.4	2.8	1	2	1	2	1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	14655
12.4	11	1.4	2	2	1	3	2	1	.7	.7	.7	.7	.7	16206
7.2	3	.7	3.5	1	1	1	1	.7	.7	.7	1.4	1.4	.7	9326
5.2	1	1.4	2.8	4	3	4	5	3	1.4	1.4	.7	.7	.7	6334
22	3.5	10.5	2+5	1.4	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.8	3.5	2.1	2.1	3800
			3+5											14216
			3+5											5211
			3+5											3876
			4+5											4025
			5+5											5348
			3+5											6149
			3+5											3896
			3+5											1471
			3+5											2329
			3+5											2935
			3+5											3897
			3+5											4770
			3+5											2614

Matriisin ratkaisemiseksi on oletettu rodun yksi vaikutus nolllaksi ($r_1=0$), koska rotujen summat ovat yhtäsuuret rodullittaitsten vuosi-vuodenaika summien kanssa.

Matriisin vasenpuoli käännettynä:

.150	.039	.065	.074	0	-.100	-.086	-.033	-.018	-.042	-.030	-.044	-.033	.013	-.013	.005	-.007	-.005	.007
.119	.044	.043	0	-.042	-.052	-.036	-.036	-.035	-.025	-.044	-.036	-.025	-.001	.001	.003	-.004	-.002	.003
.236	.111	0	-.117	-.135	-.043	-.040	-.022	-.022	-.045	-.028	-.045	-.028	.003	-.003	-.007	.014	.015	-.022
.393	0	-.226	-.173	-.030	-.025	-.024	-.023	-.023	-.035	-.064	-.084	-.084	.084	-.047	.043	.017	-.012	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.810	.134	.033	.025	.030	.025	.040	.046	-.292	-.422	.422	.021	-.020	.008	-.007	.005	-.008	.007	.007
.291	.036	.030	.028	.027	.041	.039	.019	-.019	-.049	-.090	-.093	-.054	-.054	-.054	-.090	-.093	-.054	.054
.127	.014	.013	.015	.018	.012	.018	.012	-.002	.002	.001	.000	.001	.000	.001	.000	.001	.001	.001
.139	.009	.014	.015	.010	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.001	.002
0	0	.139	.013	.014	.011	.015	.010	.003	.003	-.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002
0	0	0	.129	.017	.012	.017	.012	-.001	.001	-.002	.002	.002	.001	-.002	.001	-.002	.001	.002
0	0	0	0	.121	.014	.009	.003	.003	.001	.001	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
0	0	0	0	0	.140	.009	-.009	.005	-.004	-.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
0	0	0	0	0	0	.545	.169	.013	-.012	-.004	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002
0	0	0	0	0	0	0	.545	-.013	.012	.004	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002
0	0	0	0	0	0	0	0	.210	.021	.029	.026	.026	.026	.026	.026	.026	.026	.026
0	0	0	0	0	0	0	0	0	.199	.041	.025	.025	.025	.025	.025	.025	.025	.025
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.187	.029	.029	.029	.029	.029	.029	.029	.029
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.206	.206	.206	.206	.206	.206	.206	.206

symmetrinen

Ratkaisemalla matriisiyhtälö eli kertomalla käänteismatriisilla yhtälöryhmän oikea puoli, saadaan luokkavakiot:

$$\underline{b} = (1314.7 \quad 1298.4 \quad 1285.2 \quad 1219.8 \quad 0.0 \quad -183.6 \quad 76.1)$$

$$\underline{\sim} = \begin{pmatrix} 1.6 & -0.7 & 12.2 & 15.3 & -36.2 & 7.9 & 7.4 & -7.4 \\ 30.0 & 5.5 & 0.1 & -35.6 & & & & \end{pmatrix}$$

Sonnin oma vaikutus saadaan ennustettua takaisinsijoituksen avulla eli

$$a_{iJKL} = (Y_{iJKL} - v_i - r_J - s_{JK}) / (1 + \sigma_e^2 / 3 * \sigma_B^2)$$

ja edelleen jalostusarvon ennusteeksi saadaan

$$EBV_{iJKL} = a_{iJKL} + r_J + s_{JK}$$

Esimerkiksi sonnin numero 1 oma vaikutus:

$$a_{1111} = (1389 - 1314.7 - 0 - 1.6) / (1 + 2.579) = 20.3 \text{ g/pv}$$

ja jalostusarvon ennuste:

$$EBV_{1111} = 20.3 + 0 + 1.6 = 21.9 \text{ g/pv}$$

Vastaavasti sonnin numero 23 oma vaikutus:

$$a_{42723} = (1040 - 1219.8 + 183.6 - 7.4) / (1 + 2.579) = -1.0 \text{ g/pv}$$

ja jalostusarvon ennuste:

$$EBV_{42723} = -1.0 - 183.6 + 7.4 = -177.2 \text{ g/pv}$$

LIITE 3. Sonnien keskimääräiset standardoidut jalostusarvot ikä-
väleiltä 90-365 päivää (EBV12) ja 90-330 päivää (EBV11)
sekä vanhat kasvuindeksit (kind) isittäin. Lisäksi BLUP-
ratkaisulla saadut isävakiot (g/pv).

Sonninisä	Arvos- telussa poikia	sonnien jalostusarvot			Isävakiot kasvu		
		EBV12	EBV11	kind	90-365pv	90-330pv	
Ayrshire:							
Pitkäsillan Tutka	32205	10	93.1	89.4	98.0	-15.0	-25.6
Niemen Utu	32345	3	90.7	96.0	93.0	-15.6	- 5.5
Alitalon Veto	32633	3	111.3	113.0	113.3	26.7	30.0
Toivilan Virka	32692	2	96.0	100.0	96.5	- 4.6	2.8
Ikolan Voipallo	32772	9	97.4	98.6	101.3	- 2.6	0.2
Saharin Yy-Hoo	32854	16	92.4	91.8	96.7	-18.1	-20.1
Yläpihan Yrä	32874	2	93.5	91.0	101.0	- 8.6	-12.4
Töyrylän Verkko	32989	7	84.6	88.6	92.3	-36.8	-26.1
Niemen Ynnä	33066	65	91.5	90.9	96.9	-22.5	-24.2
Lähdekorven Äly	33081	1	99.0	98.0	100.0	0.6	- 0.1
Peltoharjun Äre	33082	37	93.9	94.3	97.4	-14.2	-13.5
Nummirannan Yrjänä	33089	4	102.0	103.3	103.0	7.9	10.5
Koivuniemen Yllätys	33090	55	96.7	97.7	100.0	- 5.5	- 2.5
Leppälän Älä	33126	39	103.8	103.6	103.6	17.8	16.2
Heinolan öppi	33160	2	94.0	95.0	95.5	- 7.9	- 8.1
Jakolan Arhi	33165	1	100.0	97.0	105.0	2.2	- 1.3
Kytölään Yle	33216	17	87.6	86.2	95.4	-32.5	-36.6
Pyhälähden Äänekäs	33244	1	90.0	94.0	97.0	- 9.0	- 4.9
Iivarin Apaja	33332	4	103.0	101.8	101.8	10.6	7.5
Lenjuksen Agentti	33338	77	99.6	100.3	101.4	4.2	5.8
Toivilan Äiky	33376	1	102.0	100.0	106.0	4.6	1.2
Lähdekorven Ylinä	33410	2	96.0	98.5	98.0	- 3.9	0.0
Ellilän Anssi	33524	26	104.5	102.5	102.0	19.3	12.4
Pohjanpellon Ape	33624	17	95.5	95.8	97.4	- 8.7	- 8.0
Päivärinnan Aksi	33636	6	92.2	96.7	96.5	-15.5	- 4.1
Kairisen Aapro	33666	1	95.0	98.0	98.0	- 3.7	- 0.8
Iso-Kaivolän Aatos	33685	4	102.0	102.5	102.5	8.5	9.2
Veikkolan Eikka	33704	67	96.4	95.9	98.7	- 6.4	- 8.4
Saarihaan Ennätys	33712	1	89.0	85.0	90.0	-10.9	-15.6
Koivulan Altti	33747	36	104.4	105.1	102.5	19.4	20.4
Syrjälän Eimari	33748	1	92.0	87.0	93.0	- 7.2	-13.5
Isopuolin Alleri	33787	74	113.6	110.9	106.9	50.4	40.3
Nuutajärven Eto	33828	3	95.3	95.3	98.0	- 6.1	- 6.6
Niemen Esso	33852	8	109.9	106.1	106.5	31.7	20.7
Södergård Emir	33878	11	98.0	99.5	98.5	- 1.1	2.9
Tohtaan Amazon	33930	27	85.6	82.8	93.0	-40.3	-48.6
M-Paavolan Apostoli	33938	1	96.0	96.0	95.0	- 2.7	- 3.1
Ryhälän Alivo	33940	1	101.0	100.0	103.0	3.0	1.8
Tavilammen Etumies	33992	57	105.8	104.6	102.9	24.6	19.4
Jussilan Erit	34007	26	79.3	75.3	91.0	-60.6	-71.7
Etu-Heikkilän Erä	34012	17	108.4	107.5	103.8	30.8	26.6
Veikkolan Ero	34056	1	90.0	94.0	92.0	- 9.0	- 5.0
Ylöstälän Erimies	34078	52	110.1	110.1	104.3	38.6	37.1

Sorpo Eelu	34155	6	94.7	93.3	96.2	- 9.4	-13.4
Peippolan Ensi	34257	2	86.0	88.0	85.5	-21.1	-18.0
M-Paavolan Höplä	34269	40	108.0	108.7	103.0	31.1	32.4
Sorsarannan Eetu	34309	1	109.0	112.0	109.0	11.8	16.1
Pitkiskallion Eliot	34333	25	102.7	103.2	101.0	13.7	14.6
Alatalon Isu	34629	3	107.0	106.0	103.3	17.5	15.8
Kytölään Iivari	34740	51	100.2	102.8	98.3	6.1	13.6
Sorpo Ingvar	34798	33	98.9	99.9	96.5	1.5	4.2
Urpion Iluri	34843	2	102.5	101.5	100.5	7.1	4.7
Kiiskilän Junnu	34872	42	104.0	106.8	99.9	18.5	26.6
Granudd Joakim	35076	27	95.6	100.0	95.6	- 8.6	4.7

Friisiläinen:

Apollo Rocket	90046	3	96.7	95.0	97.7	- 3.3	- 4.9
Bunnu Colonel	90047	1	110.0	98.0	113.0	5.8	- 0.8
Superior	90049	16	100.4	100.4	100.5	2.6	2.2
Arlinda	90050	13	96.7	93.8	97.9	- 5.7	-10.8
Burke Admiral	90051	13	102.6	102.1	99.0	7.1	5.1
Royal Veematt	90052	18	108.4	108.2	102.3	21.0	18.3
Pride Elevation	90053	10	86.5	95.0	91.5	-26.0	- 7.9
Njy Aron	90054	20	92.1	90.9	99.2	-17.2	-17.6
Hmt Aso	90055	18	91.3	89.9	97.7	-18.7	-19.4
Hj Apache	90056	4	99.8	101.0	98.3	0.2	2.1
Sun-Kota Genius	90057	2	91.0	90.0	93.0	- 7.6	- 8.6
Lone Ranger	90058	4	89.5	83.3	90.8	-14.0	-21.0
Kingway Elevation	90059	2	88.5	91.5	88.5	-10.6	- 7.0
Ulaani	90258	2	103.5	105.0	109.5	4.1	5.0
Uuras	90261	2	107.5	108.5	108.0	7.7	8.1
Ala-Ukkolan Viitsa	90360	3	106.0	102.0	104.0	7.7	3.1
Ala-Pakosen Yllä	90373	6	103.5	105.3	102.7	6.9	9.2
Ala-Ukkolan Amur	90435	1	105.0	102.0	108.0	3.4	1.4
Malkamäen Amperi	90450	6	103.3	105.8	102.8	6.8	10.2
Lusi-Kottilan Elvis	90510	32	105.3	103.7	100.7	14.8	9.7
Lappalan Emali	90525	1	88.0	86.0	85.0	- 6.4	- 7.3
Vasiljalan Edra	90545	19	107.2	108.2	102.5	18.2	18.3
Arvolan Ibert	90639	14	100.8	105.7	99.9	3.2	12.6

Suomenkarjat:

Touhu	13574	10	92.3	92.9	99.1	-17.5	-15.4
Kurin Vippi	13637	6	105.2	107.8	103.3	11.2	13.5
Ahtialan Ölli	13660	10	107.5	103.4	101.8	7.2	6.0
Syrjälän Öömi	13671	7	101.3	101.4	99.4	3.2	2.1
Juntin Yntti	13673	2	104.0	107.5	103.5	5.4	8.7
Uutelan Apuri	13694	5	96.4	98.2	103.0	- 7.2	- 4.1
Juholan Ipa	13739	4	93.0	94.0	96.5	-12.3	-10.9

SARJASSA ILMESTYNYT VUODESTA 1980 LÄHTIEN:

40. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1980. Lihakarjakokeiden tuloksia IV. 29 s.
41. JALOSTUSPÄIVÄ 9.4.1980. 43 s.
42. LAMMASPÄIVÄ 24.4.1980. 33 s.
43. SIRKKOMAA, S., 1980. Simulointitutkimus sukusiitoksen ja voimakkaan valinnan käytöstä munijakanojen jalostuksessa. Pro gradu-työ, 90 s.
44. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1980. Eri rotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160, 180, 210 ja 250 kilon teuraspainossa. 13 s.
45. MAIJALA, K., 1981. Kotieläinten perinnöllisen muuntelun säilyttäminen. 52 s.
46. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1981. Lihakarjakokeet vuosina 1960—1980. 30 s.
47. JÄLKEÄISARVOSTELUSEMINAARI 12.5.1981. 44 s.
48. MAIJALA, K., 1981. Jalostus ja lisääntyminen vaikuttavina tekijöinä lihanaudan tuotannossa. 20 s.
49. SYRJÄLÄ-QVIST, LIISA, BOMAN, MARJATTA & MOISIO, S., 1981. Lammastalouden rakenne ja merkitys elinkeinona Suomessa, 25 s.
50. LEUKKUNEN, ANU, 1982. Keinosiemennyskarjujen jälkeläisarvostelu tyttären porsimistulosten perusteella. Lisensiaattityö, 88 s.
51. LAURILA, TERHI, 1982. Kilpailutulosten käyttö ratsuhevosten suorituskyvyn mittaamisessa. Pro gradu-työ, 84 s.
52. LINDSTRÖM, U., 1982. Merkkigeenien ja -aineiden käyttöarvosta kotieläinjalostuksessa, 13 s.
53. LEUKKUNEN, ANU, 1982. Heikkolaatuisen rehun hyväksikäytön geneettinen edistäminen, 24 s.
54. OJALA, M., 1982. Eri kudoslajien kasvurytmi naudoilla, 22 s.
55. OJALA, M., 1982. Vanhempien tuotantotietojen ja eräiden ympäristötekijöiden yhteys sonnien kasvukoetuloksiin. Laudaturtyö, 54 s.
56. OJALA, M., 1982. Kilpailutulosten käyttöarvosta ravihevosten jalostuksessa. Lisensiaattityö, 16 s.
57. KENTTÄMIES, HILKKA, 1982. Naudanlihantuotantoon vaikuttavista geneettisistä tekijöistä ja ympäristötekijöistä sekä kasvun mittaamisesta kenttäkokeissa. Lisensiaattityö, 104 s.
58. HUHTANEN, P., 1982. Suomenkarjan kokonaistaloudellisuus muihin rotuihin verrattuna. Laudaturtyö, 82 s.
59. KUOSMANEN, S., 1983. 305 pv:n maitotuotoksen ennustaminen osatuotostietojen perusteella. Pro gradu-työ, 100 s.
60. HEISKANEN, MINNA-LIISA, 1983. Hevosen keinosiemennys tuore- ja pakastespermalli. Pro gradu-työ, 63 s.
61. MARKKULA, MERJA, 1984. Kanojen yleiseen sairaudenvastustuskykyyn liittyviä tekijöitä, 24 s.

62. MÄNTYSAARI, E., 1984. Valintaindeksi jälkeläisarvosteltujen keinosiemennyssonnien kokonaisjalostusarvon kuvaajana. Pro gradu-työ, 86 s.
63. LAUKKANEN, HANNELE, 1984. Maidon sähköjohtokykyyn vaikuttavat tekijät ja johtokyvyn käyttömahdollisuuksista utaretulehduksen vastustamisessa. Pro gradu-työ, 68 s.
64. SYVÄJÄRVI, J., 1984. Tutkimuksia maitorotuisten sonnien jälkeläisarvostelun varmistamiseksi ja monipuolistamiseksi. Lisensiaattityö, 14 s. LIITE: Tarkkailulehmien maidon solupitoisuuden vaihtelu ja yhteys maitotuotokseen. 78 s.
65. MAIJALA, K., 1984. Ulkomaisia kokemuksia suomenlampaasta ja sen risteytyksistä. 27 s.
66. ARONEN, PIRJO, 1985. Liharotuisten nautojen painoihin vaikuttavista tekijöistä ja painojen korjaamisesta. Pro gradu-työ, 80 s.
67. JUGA, J., 1985. Karjansisäinen lehmien arvostelu. Pro gradu-työ, 93 s.
68. HIMANEN, AULI, 1985. Tilatason jalostussuunnitelmien toteutuminen. Pro gradu-työ, 45 s.
69. SEVÓN-AIMONEN, MARJA-LIISA, 1985. Risteytysvaikutus sikojen tuotant ominaisuuksissa. Pro gradu-työ, 89 s.
70. SAASTAMOINEN, M., 1985. Lypsylehmän karkearehun syönti- ja hyväksikäytökkyvyn jalostusmahdollisuudet. Pro gradu-työ, 76 s.
71. FALCK-BILLANY, HARRIET, 1985. Celtalets samt vissa polymorfa proteiners användbarhet vid avel för mastitresistens. Pro gradu-työ, 54 s.
72. FALCK-BILLANY, HARRIET & MAIJALA, K., 1985. Jalostusvalinnan mahdollisuudet muuttaa maidon rasva- ja valkuaiskoostumusta. 38 s.
- 73 a. OJALA, M., 1986. Use of race records for breeding evaluation of trotters in Finland. Väitöskirja, 18 s., 4 liitettä.
- 73 b. OJALA, M., 1986. Use of race records for breeding evaluation of trotters in Finland. Väitöskirjan lyhennelmä, 18 s.
74. SÄYNÄJÄRVI, M., 1986. Sukusiitokset suomalaisessa ayrshirepopulaatiossa ja sukusiitoksen vaikutukset eri ominaisuuksiin. Pro gradu-työ, 59 s.
75. PYLVÄNÄINEN, HELENA, 1987. Ravikiilpailuominaisuuksien perinnölliset tunnusluvut eri ikävuosina ja ikävuosien välillä. Pro gradu-työ, 87 s.
76. LAMPINEN, ANITA, 1987. Maitorotuisten keinosiemennyssonnien kasvukyky ja sen arvostelu. Pro gradu-työ, 79 s.

ISBN 951-45-4277-0

ISSN 0356-1429

Helsinki 1987

Yliopistopaino