

**Lypsylehmän karkearehun
syönti- ja hyväksikäyttökyyvyn
jalostusmahdollisuudet**

Markku Saastamoinen
Kotieläinten jalostustieteen laitos

Helsinki 1985

Julkaisijat:

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

LYPSYLEHMÄN KARKEAREHUN SYÖNTI- JA
HYVÄKSIKÄYTTÖKYVYN JALOSTUSMAHDOLLISUUDET

Markku Saastamoinen
Kotieläinten jalostustieteen
pro gradu-työ 1985

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
JOHDANTO	1
KIRJALLISUUSKATSAUS	4
Karkearehun syöntikykyyn vaikuttavia tekijöitä	4
Yleistä rehun syönnin säätelystä	4
Ympäristötekijät	5
Perinnölliset tekijät	6
Karkearehun syöntikyvyn yhteys muihin ominaisuuksiin .	19
Karkearehun syöntikyvyn yhteys maidontuotantoon	19
Karkearehun syöntikyvyn yhteys elopainoon	21
Karkearehun syöntikyvyn yhteys rehun hyväksikäyttöön	23
AINEISTO	26
Aineisto I	26
Aineisto II	28
MENETELMÄT	31
TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	36
Karkearehujen käyttö eri rotutyyppejä edustavissa karjoissa	36
Erirotuisten eläinten ja yksittäisten sonnien tyttäreiden menestyminen eri säilörehutasoilla	42
YHTENVETO JA LOPPUAATELMAT	57
KIRJALLISUUSLUETTELO	61
LIITTEET	71

J O H D A N T O

Rehunkäyttö- ja syöntikyvyn merkitys Kotieläinjalostuksessa on kasvanut, koska rehuksustannusten osuus tuotantokustannuksista on tullut yhä suuremmaksi. Varsinkin ylituotantotilanteen vuoksi on tärkeää, että tuotanto on mahdollisimman edullista ja kannattavaa. Rehuksustannusten pienentäminen on keskeisessä asemassa maidon tuotantokustannuksia pienennettäessä. Säilörehun on todettu olevan edullisin tilalla tuotettava rehu (Anon., 1982).

Kun pyritään parantamaan maidontuotannon kannattavuutta ruokinnallisilla keinoilla, tulee samalla eläinaineksen kehittämisessä ottaa tavoitteeksi, että eläimet pystyvät nykyistä vastaaviin tuotoksiin nykyistä edullisemmillä rehuilla. Huomio kiinnittyy tällöin ennen kaikkea nurmirehuun, koska se on eri muodoissaan märehtijän tyypillisin ja tärkein rehu (Poutiainen, 1984), ja koska naudalla on kyky sulattaa karkearehua (esim. nurmirehua) ja muuttaa niitä ihmiselle kelpaaviksi elintarvikkeiksi. Tätä kykyä tulisi käyttää hyödyksi lisäämällä naudon karkearehun syöntikykyä niin, että suurin osa tuotannossa tarvittavasta energiasta ja valkuaisesta on peräisin karkearehusta.

Kun kaikkia eläimiä ruokitaan samalla väkirehumäärällä, ja karkearehua annetaan vapaasti (nk. tasaväkirehuruokinta, vrt. Poutiainen, 1984) riippuu lehmien tuotos niiden karkearehun syöntihaluudesta (syöntikyvystä). Mikäli lehmä ei pysty syömään riittävästi hyvälaatuaista karkearehua, lähinnä säilörehua, pienentyy sen energian saanti väkirehun vähentämisen seurauksena, ja maitotuotos laskee. Runsaan säilörehun käyttöä rajoittaviksi tekijöiksi tulevat lehmän syön-

tikyky ja yksilöiden väliset syöntikyvyn erot. Kaufmann'in (1972) mukaan karkearehun syöntikyky tulee rajoittavaksi tekijäksi korkeatuottoisilla lehmillä jo aikaisemmin, kun halutaan estää väkirehun aiheuttama haitallinen vaikutus energian hyväksikäyttöön ja maidon koostumukseen käyttämällä ruokinnassa tietty minimimäärä karkearehua (ruokinnan kuitupitoisuus on 18-20 %).

Maidontuotannon perusteella suoritettava valinta lisää lehmän ravinnon tarvetta. Lehmän rehun syöntikyvyn on todettu olevan eniten tuotosta rajoittava tekijä varsinkin tuotantokauden alussa (Bines, 1976). Kun halutaan lisätä karkearehun syöntikykyä ja samanaikaisesti myös tuotosta (tai pitää se ennallaan) vaaditaan geneettisiä muutoksia, joiden tuloksena saadaan lehmiä, joilla on nykyistä suurempi pötsin tilavuus, mikä mahdollistaa suuremman rehun syönnin (Miller ym., 1972).

Lehmän rehun syöntikykyä säätelevät fysikaaliset ja fysiologiset säätelymekanismit, ja siihen vaikuttavat monet ympäristötekijät, jotka tekevät rehun syönti- ja hyväksikäyttökyvyn jalostamisen ongelmalliseksi. Näitä tekijöitä on tarkastellut lähemmin Saastamoinen (1985). Perinnöllisten tekijöiden vaikutus on tullut esiin monissa kotimaisissa ja ulkomaisissa ruokintakokeissa sekä käytännön olosuhteissa, mutta siitä samoin kuin syöntikyvyn yhteyksistä muihin ominaisuuksiin on myös ulkomaisia tutkimustuloksia. Perinnölliset rehun syöntierot johtuvat osittain tai kokonaan eläinten välisistä eroista mieltymyksessä erilaisiin rehuihin, eroista syöntikäyttäytymisessä tai fysiologisista eroista. Myös lehmän koko ja tuotostaso, jotka ovat tärkeitä eläinperäisiä syöntiä sääteleviä tekijöitä (Saastamoinen, 1985), ovat osittain perimän säätelemiä ominaisuuksia. Menestymistä jollakin tietyllä ruokinnalla, eli genotyyppin ja ruokinnan välistä yhdysvaikutusta, on pidetty mahdollisena merkkinä hyvästä rehun hyväksikäyttö- ja syöntikyvystä (syöntihalusta) lihanauardoilla tehdyissä kokeissa (Andersen, 1979; Kenttä-

mies, 1982 a). Vastaavasti voidaan olettaa, että myös maidontuotannossa menestymiserot erilaisilla ruokinnoilla kuvastavat ainakin jossain määrin eläinten välisiä syöntieroja.

Tämän työn tarkoituksena on selvittää yksilöiden ja rotujen välisiä karkearehun syönti- ja hyväksikäyttöeroja ja karkearehun syöntikyvyn jalostusmahdollisuuksia. Kirjallisuuden perusteella selvitettiin lähinnä lypsylehmän karkearehun syöntikyvyn periytyvyyttä ja yhteyksiä muihin ominaisuuksiin. Kenttäaineiston avulla tutkittiin karkearehujen käyttöä eri roduilla sekä eri rotujen ja sonniyksilöiden tyttäreiden menestymistä erilaisilla säilörehumäärillä ruokittaessa. Menestymisen maidontuotannossa runsaalla säilörehuruokinnalla oletettiin kuvastavan hyvää säilörehun syöntikykä.

KIRJALLISUUSKATSAUS

KARKEAREHUN SYÖNTIKYKYYN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Yleistä rehun syönnin säätelystä

=====

Lypsylehmän rehun syönnin säätely voi olla fysikaalista tai fysiologista (Baumgardt, 1969). Ruokinnan sisältäessä runsaasti karkearehua syöntiä säätelävät pääasiallisesti fysikaaliset tekijät (pötsi-verkkomahan koko ja rehun poistumisnopeus ruoansulatuskanavasta). Hyvin sulavien rehujen, myös hyvin sulavien karkearehujen, syönnin säätely on fysiologista, jolloin rehun syönti on suhteessa metaboliseen elopainoon.

Tärkeimmät rehun syönnin eläinperäiset säätelymekanismit ovat lehmän koko ja fysiologinen tila (maidontuotanto, tiineys). Lehmän koko syöntikykyä rajoittavana tekijänä on sitä merkityksellisempi, mitä enemmän karkearehua ruokinta sisältää (Bines, 1976). Lehmän koon ja elopainon lisääntyessä vatsaontelon tilavuus ja pötsi-verkkomahan koko kasvavat, minkä vuoksi suuret lehmät pystyvät syömään paljon edellyttäen, että elopainon lisäys ei johdu vatsaonteloon kerääntyvästä rasvasta. Lihavilla lehmillä syöntikykyä pienentää vatsaonteloon kerääntynyt rasva, ja tiineillä lehmillä puolestaan kasvava sikiö.

Maitotuotoksen kohoaminen lisää lehmän rehun syöntiä (Brown ym., 1977). Syönnin huippu saavutetaan vasta muutamia viikkoja tuotoshuipun jälkeen. Lehmät käyttävät tuotantokauden alussa kudosrasvojaan maidontuotantoon. Kudosrasvojen käyttö on suurempaa runsaalla karkearehulla ruokituilla lehmillä kuin vähällä karkearehulla ruokituilla. Maidontuotannon vaikutus syöntiin on osaksi fysikaalista alkuperää, koska vatsaontelon

rasvojen kuluminen lisää vatsaontelon tilavuutta tuotantokauden alussa. Myös kohdun koko muuttuu tuotantokauden aikana vaikuttaen vatsaontelon tilavuuteen.

Ympäristötekijät

=====

Karkearehun syöntikykyyn vaikuttavista ympäristötekijöistä tärkeimmät ovat ruokinnalliset ja rehuperäiset tekijät, joita ovat mm. rehuannoksen koostumus ja valkuaispitoisuus, ruokinnan voimakkuus, karkearehun laatu ja fysikaalinen muoto sekä karkearehulaji. Keskeisimpänä näistä voidaan pitää rehuannoksen koostumusta eli sen karkearehu-väkirehusuhdetta, sekä karkearehun laatua (valkuais- ja kuitupitoisuus). Ruokintatekijöitä on tarkastellut yksityiskohtaisesti Saastamoinen (1985), joten tässä luodaan niihin vain yleiskatsaus.

Rehuannoksen koostumuksen vaikutus rehun syöntiin perustuu sulavan energian pitoisuuteen rehuannoksen kuiva-aineessa (Bines, 1979; Campling, 1980). Sulavan energian pitoisuuden lisääntyessä rehun syönti lisääntyy, kunnes eläimen ravinnon tarve on tyydytetty. Sulavan energian osuus rehuannoksessa riippuu rehuannoksen karkearehu-väkirehusuhteesta, ja on sitä pienempi, mitä suurempi on karkearehun osuus.

Rehuannoksen valkuaispitoisuuden nousu lisää rehun syöntiä (Bines, 1979). Pienellä väkirehulisällä saadaan aikaan etenkin heikkolaatuisen karkearehun syönnin lisäys, mikäli väkirehun valkuaispitoisuus on korkea. Tämä johtuu pötsin sellulolyyttisten bakteerien toiminnan vilkastumisesta sekä rehuannoksen valkuaispitoisuuden ja sulavuuden paranemisesta. Sen sijaan yleensä suuret (yli 6 kg) väkirehumäärät alentavat karkearehun syöntiä. Syönnin aleneminen on sitä voimakkaampaa, mitä hyvälaatuisempaa karkearehu on. Suomalaisissa ruokintakokeissa on yksi kilogramma väkirehun kuiva-ainetta vähentänyt säilörehun syöntiä keskimäärin 0.60 kg (Poutiainen, 1984).

Karkearehun laatu vaikuttaa karkearehun syöntiin siten, että sen sulavuuden ja valkuaispitoisuuden noustessa syönti lisääntyy. Myös säilörehun kuiva-ainepitoisuuden nousu samoin kuin silpun lyhentäminen lisäävät säilörehun syöntiä.

Perinnölliset tekijät

=====

Rotujen ja yksilöiden väliset erot menestymisessä

eri karkearehutasoilla

Viitteitä genotyyppien menestymiseroista erilaisissa ympäristöissä on saatu hiirillä suoritetuissa valintakokeissa. Falconer ja Latyszewski (1952) sekä Falconer (1960 ja 1977) ovat suorittaneet useita valintakokeita hiirillä erilaisissa ruokintaympäristöissä. Kokeissa on selvitetty geneettisen edistymisen pysyvyyttä vierassa ympäristössä. Ne antavat viitteitä siitä, että johonkin ominaisuuteen erilaisissa ympäristöissä (esim. kasvuun eri ruokinnoilla) vaikuttavat ainakin osaksi eri geenit. Eräästä näistä kokeissa saadut tulokset viittaavat siihen, että huonossa ympäristössä valittujen hiirien syömätapojen muutos oli ehkä suurin syy niiden edistymiseen kasvussa; valinta huonossa ympäristössä oli muuttanut hiirten syömätapoja säästeliäiseksi, kun taas hyvässä ympäristössä valitut tuhlasivat enemmän rehua kokonaisuudessaan ja haaskasivat liksäksi rehun arvokasta osaa. Falconer (1977) toteaa, että hyvä kasvu erilaisilla ruokintatasoilla saattaa edellyttää jollain tavalla erilaisia fysiologisia ominaisuuksia, ja on siten geneettisesti erilaista. Hän esittää, että jos halutaan parantaa eläimen tuotantokykyä jossakin ympäristössä, on valittava juuri tässä eikä missään muussa ympäristössä.

Nautakarjalla on tehty useita tutkimuksia rotujen ja yksilöiden menestymisestä erilaisilla ruokintatasoilla. Näissä tutkimuksissa on tutkittu lähinnä genotyyppin ja karjan ruokintatyyppin tai genotyyppin ja karjan tuotostason välistä yhdysvaikutusta. Karjan tuotostasolla on pyritty kuvaamaan karjan ruokintatasoa. Genotyyppin ja ympäristön välinen yhdysvaikutus merkitsee, että sama genotyyppi ei reagoi samalla tavalla eri ympäristöissä, ja se ilmenee joko jalostuarvojen välisten erojen tai arvojärjestyksen muutoksina (Pave, 1974). Mitä enemmän ympäristöolot eroavat toisistaan, ja mitä suuremmat ovat eläinten väliset perinnölliset erot, sitä helpommin voi arvojärjestys muuttua (Lindström, 1971).

Genotyyppin ja ruokintatyyppin välinen yhdysvaikutus

Genotyyppin ja ruokintatyyppin välistä yhdysvaikutusta esiintyy, jos jokin genotyyppi menestyy toista genotyyppiä paremmin jollakin tietyllä ruokinnalla, mutta huonommin jollakin toisella ruokinnalla. Tämä on merkki siitä, että tietyssä ympäristössä paremmin menestyvä genotyyppi pystyy käyttämään tarjottavaa rehua paremmin hyväkseen tai syömään sitä enemmän kuin toinen genotyyppi. Andersen (1979), joka totesi kasvutuloksissa tilastollisesti merkitsevää rodun ja ruokinnan välistä yhdysvaikutusta, esittää yhdysvaikutuksen johtuvan eläinten koko- ja ikäeroista sekä syöntihallussa, ylläpitotarpeessa, energiahyötysuhteessa ja syöntikäyttäytymisessä esiintyvistä geneettisistä eroista. Myös Kenttämies (1982 a) totesi kasvutuloksissa tilastollisesti merkitsevää rodun ja ruokinnan välistä yhdysvaikutusta. Hänen mukaansa menestyminen (hyvä kasvukyky) karkearehuvaltaisella ruokinnalla on mahdollisesti merkinä hyvästä karkearehun syönti- ja hyväksikäyttökyvystä. Andersen'in (1979) tutkimuksessa eläimet olivat toisaalta vapaalla ja toisaalta iän mukaan määrättyvällä väkirehu-ruokinnalla. Kenttämies (1982 a) ryhmitteli ruokinnat valtarehun ja ruokinnan väkevyyden perusteella.

Mao ja Burnside (1969) ovat todenneet tilastollisesti merkitsevää yhdysvaikutusta sonnien ja väkirehuruokinnatason välillä kesäruokinnalla, mutta eivät talviajan ruokinnalla. Jälkeläisarvostelun toistuvuus eri väkirehutasoilla (korkea väkirehutaso, matala väkirehutaso, tuotoksen mukainen väkirehuannos) oli kuitenkin suhteellisen huono (0.54 - 0.79) myös talviruokinnalla, ts. sonnit eivät olleet samassa järjestyksessä ruokittaessa suurella tai pienellä väkirehumäärällä.

Richardson'in ym. (1971) tutkimuksessa esiintyi jerseyrotuisilla eläimillä tilastollisesti merkitsevää ($P < 0.10$) sonnien ja ruokinnan välistä yhdysvaikutusta maitotuotoksissa, mutta ero sonnien välillä niiden tyttärien karkearehun syönnissä ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Ruokintatyyppienä olivat karkearehuruokinta (heinä ja säilörehu) sekä karkearehu-viljaruokinta (viljaa tuotoksen mukaan), joihin 13 jerseysonnin yhteensä 228 tytärtä oli jakautunut sattumanvaraisesti. Yhdysvaikutus oli tilastollisesti merkitsevä ($P < 0.001$) myös rehuhuýtysuhteessa. Sonnien arvojärjestyksessä eri ruokintatyypeillä tapahtui joitakin merkittäviä muutoksia, esim. eräs Uudesta Seelannista tuotu sonni oli toiseksi huonoin viljaruokinnalla, mutta toiseksi paras karkearehuruokinnalla. Eräässä toisessa tutkimuksessa (Lamb ym., 1977) erottui niin ikään uusiseelantilainen sonni muista ollen paras karkearehuruokinnalla, mutta vasta toiseksi viimeinen viljaruokinnalla rehun hyväksikäytössä. Tämä antaa viitteitä karkearehun hyväksikäyttö- ja syöntikyvyn periytyvyydestä (Uudessa Seelannissahan ei harjoiteta väkirehuruokintaa käytännössä).

Lamb ym. (1977) totesivat tilastollisesti merkitsevää ($P < 0.05$) sonnien ja ruokinnan välistä yhdysvaikutusta mm. rasvatuotoksessa ja tuotannon tehokkuudessa tutkimuksen ensimmäisessä osassa. Yhdysvaikutus ilmeni sonnien erilaisena arvojärjestyksenä eri ruokinnoilla. Tutkimuksessa oli mukana 10 holstein-friisiläisrotuista sonnia ja näiden yhteensä 150 tytärtä. Ruokintatyy-

pit olivat vapaa heinäruokinta ja heinä-viljaruokinta, jossa viljaa annettiin tuotoksen mukaan. Sonnin ja ruokinnan välistä yhdysvaikutusta ei esiintynyt tutkimuksen toisessa osassa, jossa oli vertailtavana 8 sonnin yhteensä 139 tytärtä. Tilastollisesti merkitsevää sonnin ja ruokinnan välistä yhdysvaikutusta ei ole havaittu myöskään eräissä muissa tutkimuksissa (Lamb & Anderson, 1966; Wiggans & Van Vleck, 1978; Mohammad ym., 1982 a ja b).

Eri rotuisten (ayrshire-, friisiläis-, ja suomenkarjarotuisten) eläinten välillä on todettu eroja menestymisessä erilaisilla ruokinnoilla (Ettala, 1982 ja 1984 a-c). Friisiläisrotuisten ensikoiden keskimääräinen vuosituotos oli säilörehu-viljaruokinnalla ja heinä-viljaruokinnalla yhtä suuri. Ayrshire-ensikoiden tuotos oli heinä-viljaruokinnalla samaa tasoa kuin friisiläisensikoiden, mutta jäi säilörehuruokinnalla jonkin verran jälkeä. Suomenkarjaensikat tuottivat säilörehuruokinnalla paremmin kuin heinäruokinnalla. Lopullisia analyysejä tästä aineistosta ei ole vielä tehty.

Korver (1982 b) arvelee, että genotyyppin ja ruokinnan välinen yhdysvaikutus (Richardson'in ym. (1971) ja Lamb'in ym. (1977) tutkimuksissa) saattaa johtua tuotoksen mukaisesta väkirehun annostuksesta. Korver (1982 a ja b) ja Oldenbroek (1984 a ja b) eivät todenneet tilastollisesti merkitsevää rodun ja ruokinnan välistä yhdysvaikutusta maidontuotannossa. Korver'in (1982 a ja b) tutkimuksissa verrattiin hollantilaista friisiläistä ja tämän sekä holstein-friisiläisen välistä risteytystä karkearehuruokinnalla (heinä ja vilja) ja väkirehuruokinnalla (heinä ja runsas vilja). Oldenbroek'in (1984 a ja b) vertailtavana oli kolme rotua (holstein-friisiläinen, hollantilainen punavaalkoinen, hollantilainen friisiläinen) kahdella eri ruokinnalla (pelkkä ruoho-maissisäilörehu tai 50 % dieetin ka:sta väkirehua ja 50 % ruoho-maissisäilörehua).

Maidontuotannossa tulokset genotyyppin ja ruokinnan välisestä yhdysvaikutuksesta ovat ristiriitaisia, eikä niiden avulla pystytä osoittamaan, että genotyyppien välillä olisi eroja menestymisessä erilaisilla ruokinnoinailla. Ilmeisesti ruokintamallilla on maidontuotantoa koskevilla tutkimuksissa suurempi merkitys kuin lihan tuotantoa (kasvua) koskevilla tutkimuksissa, sillä yhdysvaikutuksen esiintymisen on esitetty johtuvan tuotoksen mukaisesta ruokinnasta (Karver, 1982 b), joka lisää eläinten välistä geneettistä varianssia (Syrstad, 1966).

Genotyyppin ja tuotostason välinen yhdysvaikutus

Karjan tuotostason ja sonnin välinen yhdysvaikutus on ollut useammin tutkimuksen kohteena kuin ruokinnan ja sonnin välinen yhdysvaikutus. Tulokset eivät ole yhtä ristiriitaisia kuin ruokinnan ja sonnin välistä yhdysvaikutusta koskevat, vaan eri tutkimuksissa on päädytty tulokseen, että sonnin ja tuotostason välillä ei esiinny tilastollisesti merkitsevää yhdysvaikutusta (Varo, 1959; Robertson ym., 1960; Van Vleck, 1963; Dannel, 1981; Bonaiti, 1982; Ron & Hillel, 1983). Tuotostaso kuvaa karjojen ruokinta- ja hoitotasoja. Myöskään alueen ja sonnin välistä tilastollisesti merkitsevää yhdysvaikutusta ei ole esiintynyt (Lindström ym., 1971; Petersen, 1975; Lintukangas, 1977). Koska tuotostaso ja alue sisältävät ruokinnan lisäksi myös monia muita tekijöitä, ei niiden ja genotyyppin välinen yhdysvaikutus suoranaisesti ilmoita genotyyppien menestymiseroja erilaisilla ruokinnoinailla. Ne antavat kuitenkin viitteitä siitä, että eri genotyypeillä ei synny maidontuotannossa riippuvuutta jostakin tietystä ruokintatyyppistä, koska sonneille laskettu jälkeläisarsavostelutulos perustuu erilaisissa karjoissa tuottavien jälkeläisten tuloksiin.

Rotujen ja yksilöiden väliset Karkearehun

syöntikyvyn erot

Rotujen väliset erot

Rehun syöntimäärän on todettu vaihtelevan selvästi roduittain ja yksilöittäin. Tätä koskevia tutkimuksia on tehty varsinkin ulkomailla. Suomessa on parhaillaan käynnissä tutkimus, jossa verrataan ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien menestymistä kotovaraisella ruokinnalla (Ettala, 1982 ja 1984 a-c). Syksyllä 1984 käynnistyi tutkimus rehunkäyttökyvyn jalostuksellisen parantamisen kartoittamiseksi.

Useimmissa rotuvertailuissa ovat vertailtavina rotuina olleet friisiläis-, (tai holstein-friisiläis-), jersey- ja ayrshirerotu. Eräessä tutkimuksessa oli vertailtavana peräti 25 brittiläistä nautarotua (Thiessen ym., 1984), joiden välillä havaittiin olevan eroja rehun syöntikyvyyssä. Thiessen ym. (1984) esittävät, että rotujen välisellä valinnalla saavutetaan nopeampi edistyminen syöntikyvyyssä kuin yksittäisten eläinten valinnalla.

Legates ym. (1956) totesivat erojen heinän syöntimäärissä olevan tilastollisesti erittäin merkitseviä eri rotuisten (ayrshire, holsteinilainen, jersey, guernsey) lehmien välillä. Tutkimuksessa esiintyi eroja myös yksittäisten eläinten välillä. Friisiläisrotuiset (tai holstein-friisiläisrotuiset) eläimet osoittautuivat tässä kuten monissa muissakin tutkimuksissa muita rotuja paremmiksi rehun, etenkin karkearehun syöjiksi (Garret, 1971; Monteiro, 1975; Wiktorsson, 1971; Oldenbroek & Eldik, 1980; Oldenbroek, 1982, 1984 a ja b; Ettala, 1984 a). Tämä saattaa johtua niiden suuremman koosta, mutta todennäköisesti ne pystyvät syömään karkearehua muun rotuisia lehmiä enemmän myös suhteis-

sa elopainoon (Oldenbroek & Eldik, 1980; Ettala, 1984 a; Oldenbroek, 1984 a ja b).

Oldenbroek'in ja Eldik'in (1980) kokeessa eri rotuiset (holstein-friisiläinen, hollantilainen friisiläinen, hollantilainen punakirjava) lehmät erosivat karkearehun kuiva-aineen sekä kokonaiskuiva-aineen ja kokonaiskuiva-aineen/100 elopaino-kg syönnissä tilastollisesti merkitsevästi ($P < 0,05$). Punakirjavan rodun lehmien karkearehun kuiva-aineen syönti oli selvästi pienempi kuin kahden muun rodun. Hollantilaisten friisiläis- ja holstein-friisiläislehmien välinen ero oli pieni jälkimmäisten eduksi. Eläimet saivat kokeessa karkearehua vapaasti ja väkirehua yksilöllisesti tuotoksen mukaan. Myös Oldenbroek'in (1984 a ja b) tutkimuksessa em. rotujen väliset erot rehun syönnissä olivat tilastollisesti erittäin merkitsevät. Rotujen keskinäinen järjestys oli sama kuin edellisessä (Oldenbroek & Eldik, 1980) tutkimuksessa, mutta rodut eivät eronneet toisistaan syönnin lisäyksessä, joka tapahtui ensimmäisen ja toisen tuotantokauden välillä. Toisella tuotantokaudella rodut erosivat toisistaan syönnissä vain laktatiovaikeilla 3-5. Ruokintana tässä kokeessa oli pelkkä karkearehuruokinta (ruoho-mais-säsilörehu) tai ruokinta, jossa 50 % dieetin kuiva-aineesta oli väkirehua.

Suomessa on Ettala (1984 a-c) tutkinut eri rotujen (ayrshire, friisiläinen, suomenkarja) kotoisten rehujen syöntiä ja menestymistä kotovaraishalla ruokinnalla. Friisiläiseläimet ovat hänen tutkimuksissaan osoittautuneet erittäin hyväksi säilörehun syöjiksi ja ayrshire-eläimet puolestaan erittäin hyväksi heinän syöjiksi. Suomenkarjaeläimet söivät ensikkovuotena heinää vähän, mutta paransivat syöntiänsä toisena vuotena. Eniten 100 elopainokiloa kohti söivät säilörehua ayrshirerotuiset eläimet, mutta ero friisiläisrotuisiin eläimiin oli pieni. Friisiläisrotuisten eläinten hyvä säilörehun syöntikyky 100 elopainokiloa kohti lasketuna ei Ettalan mukaan tule oikeuksiinsa, sillä ne

olivat olleet koko kokeen ajan huomattavasti muita lihavampia ja raskaampia. Huhtasen (1982) tutkimuksessa oli ayrshirerotuisilla lehmillä ja ensikoilla karkearehun osuus ruokinnassa rehuyksiköissä laskettuna selvästi pienempi kuin suomenkarja- ja friisiläisrotuisilla eläimillä. Ayrshirerotuisten eläinten suurempi väkirehun osuus suomenkarjarotuisiin eläimiin verrattuna johtui niiden korkeammasta tuotostasosta. Friisiläisrotuisten suomenkarjarotuisia eläimiä suurempi väkirehun osuus johtui puolestaan friisiläisrotuisten korkeammasta tuotoksesta elopainoon nähden.

Myös Korver (1982 a) on todennut huomattavia eroja karkearehun syönnissä eri genotyyppien välillä. Eri genotyyppejä edustivat hollantilainen friisiläisrotu sekä sen ja holstein-friisiläisrodun välinen risteytys. Hollantilaisilla friisiläiseläimillä oli 5 % alhaisempi karkearehun syönti kuin risteytseläimillä, ja Korver totesi genotyyppin vaikutuksen karkearehun syöntiin lisääntyvän myöhemmissä laktation vaiheissa. Karkearehun syönnin vaihtelu oli tutkimuksen mukaan suurempaa hollantilaisilla friisiläislehmillä kuin risteytyslehmillä (variaatiokertoimet 7.9 % ja 6.9 %). Pienimmillään variaatiokertoimet olivat laktation keskivaiheilla, jolloin tuotanto oli tasaisinta. Tutkija pääättelee, että syönnin säätelymekanismeilla on eri eläimillä erilainen geneettinen tausta. Eläimet saivat karkearehua vapaasti ja väkirehua koko ajan vakiomäärän.

Yksilöiden väliset erot

Yksilöiden välisiä rehun syöntikykyeroja on havaittu monissa käytännön ruokintakokeissa, joissa on tutkittu ruokinnan vaikutusta lehmien tuotantoon (Stone ym., 1960; Johnson ym., 1966; Wiktorsson, 1971; Ekern, 1972 a; Wiktorsson & Bengtsson, 1973; Ettala & Lampila, 1978; Ettala, 1982). Stone'n ym. (1960) kokeissa yksilöiden väliset erot karkearehun syönnissä olivat tilastollisesti erittäin merkitsevät, ja Johnson'in tut-

kimuksissa yksilöiden väliset erot olivat tärkein vaihtelun lähde karkearehun kuiva-aineen syönnissä. Wiktorsson (1971) totesi heinän syönnin yksilöiden välisen vaihtelun olevan suurempaa laktatiokauden alussa kuin lopussa. Wiktorsson'in ja Bengtsson'in (1973) ruokintakokeissa yksilöiden väliset erot ilmenivät ruokinnan karkearehuosuuden vaihteluna välillä 40-74 % syötettäessä väkirehua ja säilörehua erikseen vapaasti (ad libitum).

Varsinaisissa syöntikykä koskevissa tutkimuksissa karkearehun syönnin variaatiokertoimet vaihtelevat välillä 7.7 - 27.9 % (Trimberger ym., 1963; Wiktorsson, 1973; Korver, 1982 a). Ekern'in (1972 b) syöntitutkimuksissa söi paras lehmä karkearehun "korjattua kuiva-ainetta" (= säilörehun Ka + heinän Ka + käsitellyn oljen Ka + $0.4 \times$ juuresten Ka) 20-30 % enemmän ja huonoin lehmä 10-40 % vähemmän kuin kokeen lehmät keskimäärin. Eläimet erosivat myös kokonaiskuiva-aineen syönnissä 100 elopainokiloa kohti laskettuna. Yksilöiden väliset erot ovat yleensä suurimmat laktatiokauden alussa (Wiktorsson, 1971 ja 1973; Coppock ym., 1974), ja rajoittamattomalla ruokinnalla 2-3 kertaa suuremmat kuin rajoitetulla ruokinnalla (Wiktorsson, 1973). Ne ovat myös suuremmat vanhoilla kuin nuorilla lehmillä (Miller ym., 1973).

Lamb ja Anderson (1966) sekä Lamb ym. (1977) saivat sonnien tyttäryhmien välille (8 sonnia) tilastollisesti merkitseviä eroja rehun syönnissä. Kokeissa annettiin lehmille heinää vapaasti tai heinää vapaasti ja viljaa tuotoksen mukaan.

Yksilöt eroavat toisistaan myös rehun syöntinopeudessa (Frish & Vercoe, 1977). Syöntinopeus oli korreloittunut positiivisesti rehun kokonais- ja maksimisyöntiin. Toistuvuus hyvä- ja heikkolaatuisten karkearehun syönnin välillä oli korkea (0.68), ts. eläimet, jotka söivät paljon hyvälaatuista rehua (sinimailanen), pystyivät myös syömään paljon heikkolaatuista rehua (troop-

pinen laidun). Mieltymyseroja erilaisiin karkearehuihin ovat todenneet Coppock ym. (1974). Mieltymys jo-
honkin rehuun tulee ongelmaksi tarjottaessa yhtä aikaa
useita karkearehuja. Yleensä eläimet valitsevat rehun
sen ravintopitoisuuden tai maun perusteella.

Väkirehun tiedetään vähentävän karkearehun syöntiä,
mutta yksilöiden välillä on eroja karkearehun syönnin
muuttumisessa väkirehulisän vaikutuksesta (Campling &
Murdoch, 1966; Oldenbroek, 1979). Campling'in ja Mur-
doch'in (1966) mukaan tämä saattaa johtua lehmien vä-
lisistä eroista väkirehun aiheuttamissa muutoksissa
rehumassan poistumisnopeuteen ruoansulatuskanavasta.

Karkearehun syöntikyvyn toistuvuuden ja periytyvyys-

asteen arvioita

Rehun syönnin (syöntimäärän) toistuvuuden arvioita on
laskettu eripituisille ajanjaksoille, tavallisimmin
kuitenkin 3-4 viikon jaksoille. Keskimäärin toistuvuu-
den arvot ovat verrattain korkeita, 0.50:n luokkaa,
mikä saattaa johtua syöntikyvyn voimakkaasta positiiv-
visesta yhteydestä eläimen elopainoon ja kokoon, jotka
ovat hyvin pysyviä ominaisuuksia ja tärkeitä tekijöitä
rehun syönnin säätelyssä.

Kolmen tai neljän viikon jaksoiden karkearehun syönnin
toistuvuudet ovat keskimäärin 0.43 (Taulukko 1). Yhden
viikon pituisen jakson karkearehun syönnin toistuvuu-
det ovat 0.27:n ja 0.70:n välillä. Tuotosvuosien väli-
set karkearehun syönnin toistuvuudet ovat keskimäärin
suurempia kuin lyhyiltä ajanjaksoilta lasketut ollen
keskimäärin 0.57. Korver (1982 a) totesi tuotosvuosien
(kokeiden) välisten karkearehun syöntimäärän toistu-
vuuden arvojen olevan suurimmillaan laktaatiokauden
keskivaiheilla (viikot 13-28) mitattuna, kun taas Ol-
denbroek'in (1984 b) tutkimuksissa ensikkovuoden ja
toisen tuotosvuoden välinen rehun syönnin korrelaatio

Mitta	t	Lähde	Huom.
Kuiva-aine	0.52	Rimm, 1958	3 vk:n jakso kahden tuot.kauden välillä
"	0.55	"	"
"	0.22	Mather, 1959	1 kk:n jakso kahden tuot.vuoden välillä
"	0.54	"	1 kk. jakso, sama tuotosvuosi
"	0.32	Grey ym., 1967	"
"	0.30	Rimm, 1958	1 vk:n jakso kahden tuot.vuoden välillä
"	0.70	Stone ym., 1960	1 vk:n jakso, sama tuotosvuosi
"	0.27 ⁺ 0.12	Hof & Lenaers, 1984	1 vk:n jakso, hiehojen kasv.vuosi
"	0.34	Carrol, 1913	tuot.kauden syöntimäärä, rehun laatua ei otettu huomioon
"	0.66	"	tuot.kauden syöntimäärä, rehun laatu otettiin huomioon
"	0.59	Korver, 1982 a	keskim. eri ruok.- ja roturyhmillä kokeiden välillä tuot.kauden keskiarvoilla mitattuna, 91 lehmän tuot.kauden tuotokset
"	0.70	Oldenbroek, 1984 b	tuot.kauden syötin. I ja II tuot.vuoden välillä, 34 lehmää

oli suurin lypsykauden alku- ja loppupuolella. Korver'in (1982 a) tutkimuksessa laktaatiokauden eri osien (alku, keskivaihe, loppu) väliset syöntimäärän toistuvuudet saman tuotosvuoden aikana olivat n. 0.50:n luokkaa.

Kun tietyn mittaisen ajanjakson Karkearehun syöntimäärän toistuvuus mitataan hiehojen kasvatusajan ja ensikkovuoden väliltä, ovat toistuvuuden arviot vain noin puolet vastaavan ajanjakson syöntimäärän toistuvuuden arvioista mitattuna hiehojen kasvatusaikana. Tämän vuoksi Mather (1959) esittää, että eläimiä ei pidä valita vielä hiehoajan rehun syönnin perusteella.

Karkearehun syöntimäärän periytyvyysasteen arviot ovat suuruusluokaltaan 0.20-0.30 (Taulukko 2), eli samaa luokkaa kuin maidontuotannon heritabiliteetin arviot. Rehun kokonaissyönnille saadut heritabiliteetin arviot ovat edellisiä korkeampia ollen keskimäärin 0.45.

Karkearehun syöntimäärän toistuvuuden ja periytyvyysasteen arvioita laskettaessa on ruokintana eri tutkimuksissa ollut yleensä vapaa Karkearehuruokinta. Rehun kokonaissyönnin periytyvyyttä tutkittaessa on useimmiten käytetty Karkearehun syöntiä maksimoimaan tähtäävää Karkearehu-viljaruokintaa, jossa Karkearehua on syötetty vapaasti ja väkirehua on annettu Karkearehun kulutuksen ja maitotuotoksen mukaan.

Kirjallisuudessa esitettyjen rotujen ja yksilöiden väliset Karkearehun syöntikyvyn erot sekä syöntimäärän toistuvuuden ja periytyvyysasteen arviot osoittavat, että Karkearehun syöntikyky on selvästi periytyvä ominaisuus. Karkearehun syöntimäärän periytyvyysasteen arviot ovat samaa suuruusluokkaa kuin maidontuotannon periytyvyysasteen arviot, joten myös Karkearehun syöntikyky on mahdollista parantaa jalostusvalinnan avulla.

TAULUKKO 2. Syöntikyvyn periytyvyysasteen (h^2) arvioita kirjallisuudessa

	Mitta	h^2	Lähde	Huom.
Karkearehun syöntimäärä				
	Kuiva-aine	0.29 $\pm$ 0.35	Rimm, 1963	
	"	0.31 $\pm$ 0.33	"	
	"	0.09	Grey ym., 1967	emä-tytärregr.
	"	0.32	"	isänp. puolisis.- korr.
	Nettoener- gia	0.19 $\pm$ 0.09	Miller ym., 1972	emä-tytärregr., 548 paria
Rehun kokonaissyönti- määrä				
	Nettoener- gia	0.36 $\pm$ 0.14	Hooven ym., 1968	emä-tytärregr., 661 tuot.tulosta
	"	0.26	" , 1972	emätytärregr., 425 ensikkotulosta
	"	0.49 $\pm$ 0.12	Miller ym., 1981	emä-tytärregr.
	"	0.68 $\pm$ 0.17	"	isänp. puolisis.- korrelaatio

KARKEAREHUN SYÖNTIKYVYN YHTEYS MUIHIN OMINAISUUKSIIN

Karkearehun syöntikyvyn yhteys maidontuotantoon

=====

Lehmän maidontuotannon ja rehun syöntimäärän välillä on todettu vallitsevan selvän positiivisen yhteyden. Tämä johtuu lehmän lisääntyvästä ravinnon tarpeesta Karkean tuotannon aikana. Osaksi syönnin lisääntyminen on seurausta lehmän koon ja maitotuotoksen välisestä positiivisesta yhteydestä, sillä suuret lehmät kykenevät syömään runsaasti.

Karkearehun syöntimäärän ja maitotuotoksen väliset fenotyyppiset korrelaatiot vaihtelevat välillä 0.10-0.69 (Taulukko 3). Geneettiseksi yhteydeksi Karkearehun syöntimäärän ja maitotuotoksen välille on saatu 0.32 (Miller ym., 1972).

Rehun kokonaissyönnin ja maidontuotannon väliset yhteydet ovat edellisiä korkeampia. Tämä johtuu väkirehun syönnin Karkearehun syöntiä suuremmasta maitotuotosta lisäävästä vaikutuksesta (Miller ym., 1972). Rehun kokonaissyönnin ja maitotuotoksen välinen fenotyyppinen korrelaatio on keskimäärin 0.67 ja genotyyppinen keskimäärin 0.77. Koska geneettinen yhteys syönnin ja maidontuotannon välillä on selvästi positiivinen johtaa valinta maidontuotannon perusteella automaattisesti myös lehmän syöntikyvyn paranemiseen.

Maidontuotannon ja Karkearehun syöntimäärän välinen yhteys näyttää riippuvan ruokinnan väkirehutasosta (Korver, 1982 a). Genotyyppien välillä oli eroja Karkearehun syönnissä tapahtuvassa muutoksessa väkirehutasoon muuttuessa. Grieve'n ym. (1976) tutkimuksessa korrelaatio tuotoksen ja rehun kokonaissyönnin välillä oli pienin tuotantokauden alussa (0.31) ja suurin lopussa (0.82). Keskimäärin tuotantokaudella korrelaatio oli 0.81 (Grieve ym., 1976).

TAULUKKO 3. Rehun syöntimäärän ja maidontuotannon välisiä korrelaatioita

Karkearehun syöntimäärä				
	Fenot. korr.	Genot. korr.	Lähde	Huom.
x FCM	0.59		Johnson ym., 1966	
x FCM	0.10 [±] 0.05	0.32 [±] 0.31	Miller ym., 1972	karkear. vapaasti, vilja karkear. syön- nin ja tuot. mukaan
x maitot.	0.18		Oldenbroek & Eldik, 1980	4 kokeen keskiarvo saman tuot.vuoden aik. karkear. vap., vilja tuot. mukaan
x FPCM	0.64 0.69 -0.02 0.21		Korver, 1982 a	alh. väkir.taso; 2-3 kg/pv korkea väkir.taso; vä- kir. tuot. mukaan 4-11 kg/pv
Rehun kokonaissyönti- määrä	0.72		Curran ym., 1970	keskim. 16 ensimmä. lakt.viikon aikana
x maitot.				
x FCM	0.82	0.89	Hooven ym., 1968	karkear. kulut. maksimointiin tähtäävä ruo- kinta
x FCM	0.68	0.61	"-", 1972	
x 305 pv:n maitot.	0.81		Grieve ym., 1976	40-60 % sulavasta energiasta karkear.
x FCM	0.73	0.80 [±] 0.06	Miller ym., 1981	karkear. kulut. maksimointiin täht. ruok.
x maitot.	0.55		Oldenbroek, 1984 a	I tuotosvuosi
x maitot.	0.47		"-", 1984 b	II tuotosvuosi

FCM = 4-% maitotuotos
FPCM = rasva- ja valkuaiskorjattu maitotuotos
Aineistokoko, ks. taulukot 1 ja 2.

KarKearehun syöntikyvyn yhteys elopainoon -

=====

Lehmän rehun syöntikyvyn on todettu olevan sitä suurempi, mitä suurempi on sen koko, joka yleisimmin on ilmoitettu lehmän elopainona. Syöntimäärän lisääntyminen keon kasvaessa johtuu lähinnä vatsaontelon tilavuuden kasvusta. Elopainon ja väkirehun syönnin välillä on todettu olevan negatiivinen korrelaatio (Miller ym., 1972). Suurikokoiset lehmät tyydyttävät siten suuremman osan ravinnon tarpeestaan KarKearehulla kuin pienet lehmät.

KarKearehun syöntimäärän ja elopainon välisissä korrelaatioissa esiintyy eri tutkimusten välillä huomattavaa vaihtelua (Taulukko 4). Rehun kokonaissyönnin ja elopainon väliset fenotyyppiset korrelaatiot ovat jonkin verran korkeammat kuin KarKearehun syönnin ja elopainon väliset. Grieve'n ym. (1976) tutkimuksessa korrelaatiot pienenevät tuotantokauden loppua kohti vaihdellen välillä 0.05-0.44. Keskimäärin tuotantokauden aikana korrelaatio oli 0.19. Taulukossa 4 esitettyjä fenotyyppisiä korrelaatioita vastaavan KarKearehun syönnin lisäyksen elopainon kasvaessa ovat todenneet myös Mather ym. (1960), Ettala ym. (1972) sekä Ettala ja Lampila (1978). Geneettiset yhteydet rehun syönnin ja elopainon välillä ovat korkeita (0.80-0.90), ts. suurin osa elopainoa ja syöntiä säätelevistä geneettisistä vaikutuksista on samoja. Miller ym. (1981) ovat todenneet korkeita geneettisiä korrelaatioita myös rehun syönnin ja eräiden muiden koka ilmoittavien mittojen (säkäkorkeus, rinnan ympärys) välillä.

TAULUKKO 4. Rehun syönnin ja lehmän elopainon välisiä korrelaatioita

	Karkearehun syönti				Huom.
	Fenot.korr.	Genot. korr.	Lähde		
Rehun kokonais- syöntimäärä	0.49 ± 0.01	0.93 ± 0.04	Miller ym., 1972	548 lehmää	
	0.06		Johnson ym., 1966	laktaatiok. aikana	
	0.23		Oldenbroek & Eldik 1980	4 kokeen keskiarvo saman tuot.vuoden aikana	
	0.19	0.80	Hooven ym., 1968	661 tuot.tulosta	
	0.47		Grieve ym., 1976	keskim. koko lakt.- kauden ajalta	
	0.44		Oldenbroek, 1984 a	I tuotosvuosi, 63 el	
			"- , 1984 b	II " -, 34 el.	
		0.92 ± 0.03	Miller ym., 1981	18 kk ik., emä-tytärregr.	
		0.59 ± 0.17	"-	18 kk ik., isänp. puolisis.k.	
	0.79		Hyppölä & Hasunen, 1970	karkearehuksi muunnettu kuiva-	

KarKearehun syöntikyvyn yhteys rehun hyväksikäyttöön

Yleensä rehun kulutuksen (syöntimäärän) lisääntyessä rehun hyväksikäyttö (rehuhyötysuhde) paranee. Tämä johtuu siitä, että rehuhyötysuhteen vaihtelu on kiinteämmässä suhteessa maitotuotokseen kuin rehun kulutukseen (Hooven ym., 1972). Tuotoksen ja rehun kulutuksen kasvaessa pienenee ylläpitotarve samanaikaisesti, mistä myös on seurauksena rehuhyötysuhteen paraneminen (Freeman, 1967). KarKearehun syönnin lisääntyessä paranee rehuhyötysuhde paitsi edellä esitetyistä syistä myös siksi, että KarKearehulla ruokitut lehmät käyttävät enemmän kudosrasvojaan maidontuotantoon kuin pienillä KarKearehumäärillä ruokitut.

Dickinson'in ym. (1969) mukaan KarKearehun syönnin ja rehuhyötysuhteen välinen yhteys riippuu lehmän rodusta (Taulukko 5). Todennäköisesti holstein-friisiläisro-
tuisten lehmien KarKearehun syöntimäärä on niiden suuren koon vuoksi ollut maitotuotokseen nähden niin runsasta, että seurauksena on lievä rehuhyötysuhteen aleneminen. Miller'in ym. (1972) saamiin negatiivisiin korrelaatioihin on todennäköisesti syynä väkirehun antostelu tuotoksen ja kulutetun KarKearehun määrän mukaan, jolloin vähän tuottavilla lehmillä väkirehun kulutus on pieni.

Rehun kokonaissyönnin ja rehuhyötysuhteen väliset fenotyyppiset korrelaatiot vaihtelevat välillä 0,11-0,62. Hooven'in ym. (1972) tutkimuksessa korrelaatiot olivat tuotantokauden alussa (1-90 vrk) negatiiviset, mutta muuttuivat lopussa positiivisiksi ol-
len keskimäärin 0,11. Tuotantokauden alussa tehokkaimpia olivat vähän rehua syövät lehmät, koska niillä oli nopein katabolia (hajoittava aineenvaihdunta). Myöhemmin katabolian hidastuessa syönti tulee riippuvaisemmaksi tuotoksesta, ja korkeantuottoiset lehmät syövät eniten. Grieve ym. (1976) totesivat, että rehun syönnin ja rehuhyötysuhteen väliset korrelaatiot suurene-

TAULUKKO 5. Rehun syönnin ja rehun hyväksikäytön (rehuhyötysuhteen) välisiä korrelaatioita

Karkearehun syönti				
Fenot. korr.	Genot. korr.	Lähde	Huom.	
-0.32 ± 0.04	-0.11 ± 0.25	Miller ym., 1972	548 lehmää	
0.31		Dickinson ym., 1969	kaikki rodut, 182 el. tuot. muk. ruok.	
0.14		" "	ayrshire, 57 el.	
0.54			brown swiss, 68 el.	
-0.02			holst.-friis, 57 el.	
Rehun kokonais-				
syöntimäärä				
0.11	0.64	Hooven ym., 1968	661 tuotantotulosta	
0.14		" " , 1972	425 ensikkotulosta	
0.62		Grieve ym., 1976	koko lakt.kausi	
0.20		Stone ym., 1960	rehun syönti=sulavien rav.aineiden kulutus	

vat tuotantokauden loppua kohti vaihdellen välillä 0.12-0.68. Rehun syöntimäärän ja rehuhyötysuhteen väliseksi geneettiseksi korrelaatioksi on saatu 0.64 (Hooven ym., 1968).

Karkearehun syönnin ja väkirehun syönnin väliseksi korrelaatioksi saivat Miller ym. (1972) -0.23 (fenotyyppinen) ja 0.33 (genotyyppinen). Negatiivinen korrelaatio saattaa johtua siitä, että väkirehua annettiin kulutetun karkearehun mukaan.

Kirjallisuuden mukaan tärkeimmät karkearehun syöntikykyyn vaikuttavat ympäristötekijät ovat ruokinnalliset ja rehutekijät. Näistä puolestaan ovat tärkeimpiä ruokinnan karkearehu-väkirehusuhde sekä karkearehun laatu. Lehmät valitsevat rehun lähinnä sen valkuaispitoisuuden ja maun perusteella ja syövät mieluiten sellaista karkearehua, jonka sulavuus ja valkuaispitoisuus ovat korkeat. Karkearehun syöntikykyyn vaikuttavat selvästi myös perinnölliset tekijät, sillä rotujen ja yksilöiden välillä on todettu olevan eroja karkearehun syöntimäärissä. Periytyvyysasteen arviot ovat maidontuotannon periytyvyysasteen arvioiden suuruusluokkaa (0.20-0.30). Geneettinen yhteys rehun syöntikyvyyn ja maidontuotannon välillä on korkea (Keskimäärin 0.77), joten maidontuotannon perusteella tehtävä jalostusvalinta on käytännöllinen keino myös karkearehun syöntikyvyyn jalostamisessa.

A I N E I S T O

Työn aineisto oli kaksiosainen. Aineisto I:n muodosti Saastamoisen (1985) Käyttämä ruokintasuunnitelmien perustiedoista koostuva aineisto (17447 Karjaa), jossa Karjat luokiteltiin niissä tuottavien lehmien rodun mukaan. Aineisto II:n muodostivat 10999:n vuonna 1982 poikineen ensikon tiedot.

Aineisto I

=====

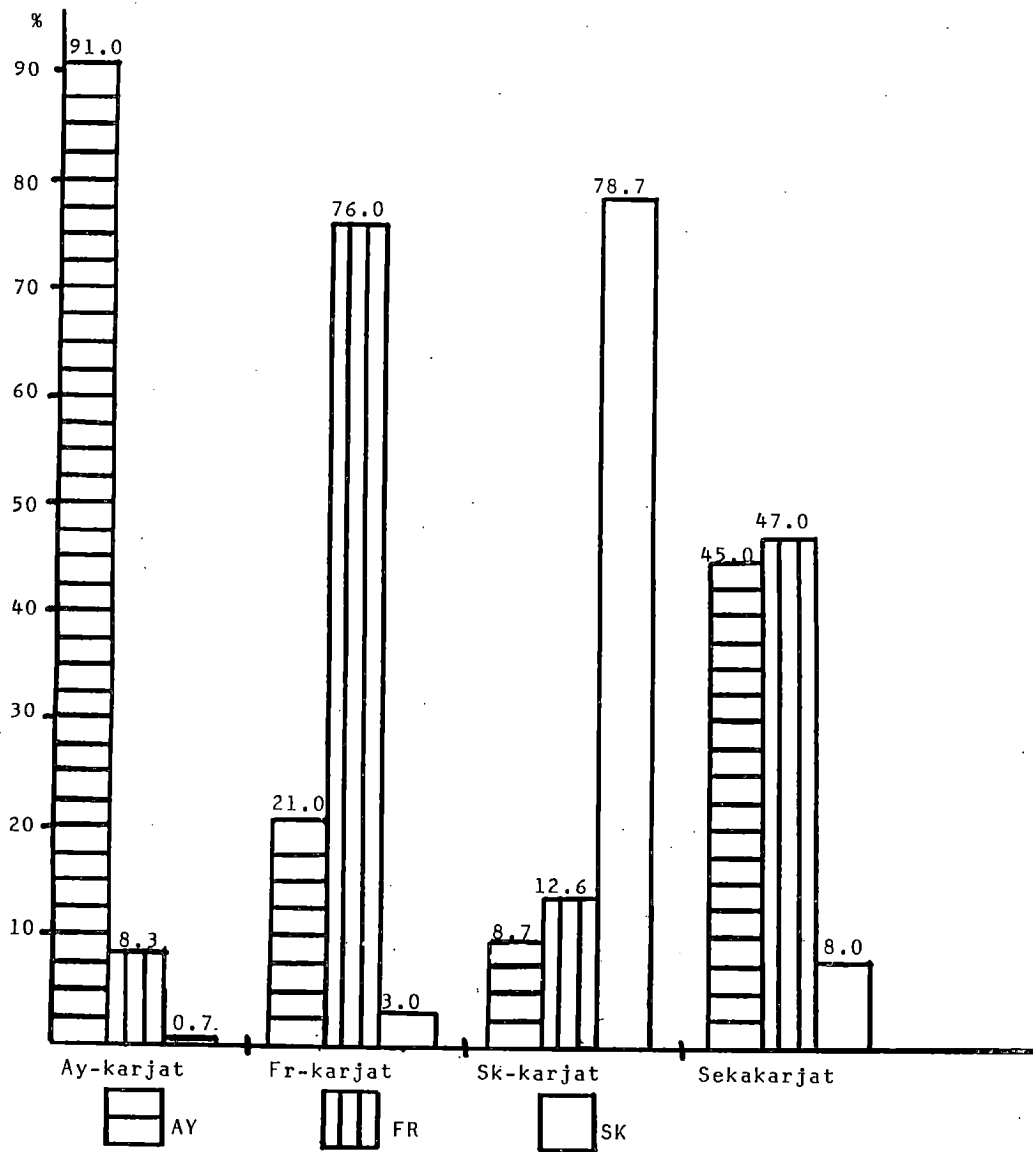
Ruokintasuunnitelmien perustiedoista koostuvan aineiston (Saastamoinen, 1985) Karjat luokiteltiin Karjan rodun mukaan eri rotutyyppeihin. Tästä aineistosta tutkittiin Karkearehujen käyttöä eri rotutyyppeissä edustavissa Karjoissa, ja sitä käytettiin myös mm. rodun ja ruokintatyyppin välisen yhdysvaikutuksen tutkimiseen.

Karjan rotutyyppi määräytyi sen rodun mukaan, jota Karjassa oli eniten. Mikäli Karjassa ei ollut mitään rotua enemmän kuin toista, luettiin se kuuluvaksi ns. sekakarjoihin. Eri luokkiin kuului havaintoja (Karjoja) seuraavasti :

1. Ayrshirekarjat (ay-Karjat) 14757 kpl (84,6 %)
2. Friisiläskarjat (fr-Karjat) 1981 kpl (11,4 %)
3. SuomenKarjaKarjat (sk-Karjat) 253 kpl (1,5 %)
4. Sekakarjat 456 kpl (2,5 %)

Karjantarkkailutilaston (Anon., 1983) mukaan oli vuonna 1982 eri rotujen jakauma edellä esitettyä vastaava.

Ayrshirekarjojen "rotupuhtaus" oli 91,0 %, friisiläiskarjojen 76,0 % ja suomenKarjaKarjojen 78,7 % (Kuva 1). SuomenKarjan lemmiä oli huomattavan paljon myös sekakarjoissa.



KUVA 1. Eri rotuisten lehmien osuudet eri rotutyyppiä edustavissa karjoissa.

Liitteessä 1 on esitetty eri rotutyyppejä kuvaavia tunnuslukuja. Ay- ja fr-Karjojen maitotuotoksien väliset erot ovat pienet, mutta 4-%:n maidon Keskituotos on ay-Karjoilla selvästi suurempi kuin fr-Karjoilla. SK-Karjojen maitotuotokset (maito ja 4-% maito) ovat selvästi ay- ja fr-Karjojen tuotoksia alhaisemmat. Rotutyypien järjestys oli sama myös rasva- ja valkuais- tuotoksissa, mutta maidon rasva- ja valkuaispitoisuudet ovat fr-Karjoissa alhaisimmat. Karjojen rotutyyp- pien maidontuotantoa koskevat keskiarvot vastaavat Karjantarkkailutilastossa (Anon., 1983) esitettyjä ro- tukeskiarvoja.

SK-Karjat olivat kooltaan pienimpiä ja ay-Karjat suu- rimpia. Sisäruokintapäivien lukumäärässä eri rotutyyp- pien välillä ei ole suurta eroa. Rotutyyp- pien keski- lopainot ovat jonkin verran alhaisemmat kuin Karjan- tarkkailutilaston vuoden 1982 rotukeskiarvot 480, 508 ja 449 kg.

Aineisto II

=====

Syksyllä 1983 suoritettun jälkeläisarvostelun sonnilis- tasta poimittiin joukko nuorsonneja, joilla oli vähin- tään 50 tytärtä. Koska ehdon täyttäviä suomenKarjan nuorsonneja oli vain muutamia, otettiin aineistoon mu- kaan myös kaikki vanhemmat suomenKarjarotuiset sonnit, jolloin niitä oli yhteensä 69 kpl. Friisiläisrotuisis- ta sonneista tulivat mukaan kaikki em. ehdon täyttävät 27 sonnia. Ehdon täyttävistä ayrshiresonneista valit- tiin satunnaislukujen taulun avulla 90 sonnia.

Maatalouden Laskentakeskuksen ensikkorekisteristä poi- mittiin valittujen 186 sonnin kaikki vuonna 1982 tai sen jälkeen poikineet ensikkotyttäret, joita oli yh- teensä 10999 kpl.

Ensikoista oli Käytettävissä seuraavat tiedot :

1. Rotu
2. Maatalouskeskuksen numero
3. Karjanumero
4. PoikimakuuKausi
5. Poikimaikä
6. 4-% 305 pv:n maitotuotos
7. Polveutumistiedot :

isä

isänisä

emänisä

Saastamoisen (1985) Käyttämästä aineistosta liitettiin ensikoiden tietoihin lisäksi Karjanumeron perusteella Karjan ruokintatyyppi (5 luokkaa) ja 4-%:n maidon keskituotos.

Kaikki ensikot olivat poikineet vuonna 1982, ja niiden poikimakuuKaudet olivat 2-8. Keskimääräinen poikimaikä oli 25.8 KK ja keskimääräinen 305 pv:n 4-% maitotuotos oli 5092 kg. Keskimääräinen poikimaikä ja maitotuotos on esitetty taulukossa 6.

Koska valituilta isäsonneilta ei riittänyt tarvittavaa määrää tyttäriä (20 tytärtä) kuhunkin viiteen ruokintaluokkaan, jouduttiin ruokintaluokkien määrä supistamaan kahteen siten, että luokan 1 muodostivat Karjat, joissa säilörehua oli käytettävissä 10-25 kg/pv (heinä-säilörehuruokinta), ja luokan 2 Karjat, joissa säilörehua käytettiin yli 25 kg/pv (säilörehuvaltainen ruokinta). Näissä luokissa oli karkearehuja varastossa lehmää ja pöyviä kohti taulukon 7 osoittamat määrät. Luokassa 2 ei todennäköisesti käytetä kaikkea varastossa olevaa heinämäärää.

Arvosteltaviksi valittiin sellaiset sonnit, joilla oli samanaikaisesti molemmissa ruokintaluokissa vähintään 20 tytärtä. Tämän vuoksi ei suomenkarjan sonneja pystytty lainkaan arvostelemaan. Ayrshiresonneja tuli arvosteltaviksi 35 kpl ja friisiläissonneja 14 kpl (Liitteet 2 ja 3).

TAULUKKO 6. Eri rotuisten ensikoiden keskimääräinen poikimaikä (kk) ja 305 päivän 4-% maitotuotos (kg)

	Poikimaikä		305 pv:n 4-% maito	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Ayrshire N= 7794	25.9	2.4	5189	887
Friisiläinen N= 2625	25.5	2.5	4953	907
Suomenkarja N= 582	25.8	2.7	4416	813

TAULUKKO 7. Karkearehujen käyttö keskimäärin lehmää kohti päivässä ruokintaluokissa 1 ja 2

	Säilörehua				Heinä					
	$\bar{x}$	kg	s	$\frac{kg}{x}$	ka_s	$\bar{x}$	kg	s	$\frac{kg}{x}$	ka_s
1. N= 4320	18.5		4.1	4.0	0.9	5.7		8.5	4.6	6.8
2. N= 2916	33.6		20.0	7.3	4.3	4.5		3.7	3.5	2.9

M E N E T E L M Ä T

Aineisto analysoitiin Helsingin yliopiston Kotieläinten Jalostustieteen laitoksen Western Digital mikrotietokoneella Pascal-kielellä WSYS-ohjelmistoa käyttäen. Analyysseissä ja sonniin arvostelussa käytettiin pienimmän neliösumman variaanssianalyysiä (Harvey, 1960 ja 1970). Käytetyt mallityypit olivat puhdas kiinteiden tekijöiden malli ja sekamalli. Malleihin liitettiin tutkittavana olevien muuttujien lisäksi kiinteinä tekijöinä mm. alue, poikimaikä ja poikimakuukaus niiden vaikutusten eliminoinemiseksi. Karjan vaikutus poistettiin käyttämällä Karjan 4-% keskituotosta regressiomuuttujana.

Analyysseissä käytetyt mallit:

$$I. Y_{ijk} = \mu + A_i + C_j + e_{ijk}, \text{ missä}$$

Y_{ijk} = Karkearehun määrä/lehmä/päivä

μ = Keskiarvo

A_i = Karjan rotutyyppi ; $i=1, 2, 3$ (sk, ay tai fr)

C_j = alue ; $j= 1, 2, 3, 4$

e_{ijk} = satunnaisvirhe

$$II. Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + C_k + e_{ijkl}, \text{ missä}$$

Y_{ijkl} = Karjan 4-%:n maidon keskituotos

μ = Keskiarvo

A_i = ruokintatyyppi ; $i = 1, 2, \dots, 5$

B_j = Karjan rotutyyppi ; $j = 1, 2, 3$

$(AB)_{ij}$ = Karjan rotutyyppin ja ruokintatyyppin välinen yhdysvaikutus

C_k = alue ; $k = 1, 2, 3, 4$

e_{ijkl} = satunnaisvirhe

$$III. Y_{ijklmn} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + C_k + D_l + E_m + b \times X_{ijklmn} + e_{ijklmn}$$

missä

Y_{ijklmn} = ensikoiden 305 pv:n 4-% maitotuotos

μ = keskiarvo

A_i = ruokintatyyppi ; $i = 2, 3, 4, 5$
(säilörehuluokat)

B_j = rotu ; $i = 1, 2, 3$

$(AB)_{ij}$ = rodun ja ruokintatyyppin välinen yhdysvaikutus

C_k = alue ; $k = 1, 2, 3, 4$

D_l = poikimaikä ; $l = 1, 2, \dots, 9$
Poikimaikä luokiteltiin seuraavasti :
luokka 1 = kk 20..22
luokat 2..8 = kk 23..29
luokka 9 = kk 30..36

E_m = poikimakuukaus ; $m = 2, 4, 6, 8$

X_{ijklmn} = regressiomuuttuja Karjan 4-% keskituotos

b = regressiokerroin

e_{ijklmn} = satunnaisvirhe

IV. $Y_{ijk} = \mu + A_i + C_j + b \times X_{ijk} + e_{ijk}$, missä

Y_{ijk} = Karjan keskituotos

μ = Keskiarvo

A_i = ruokintatyyppi ; $i = 1..5$

C_j = alue ; $j = 1..4$

X_{ijk} = regressiomuuttuja keskielopaino

b = regressiokerroin

e_{ijk} = satunnaisvirhe

V. $Y_{ijklmn} = \mu + A_i + B_j + C_k + D_l + E_m + e_{ijklmn}$, missä

Y_{ijklmn} = 305 pv:n 4-% maitotuotos

μ = Keskiarvo

A_i = ruokintatyyppi ; $i = 2..5$

B_j = sonni ; $j = 1..35$ ay
1..14 fr
1..12 sk

C_k = alue ; $k = 1..4$

D_l = poikimaikä ; $l = 1, 2, \dots, 9$

E_m = poikimakuukausi ; $m = 2, 4, 6, 8$

e_{ijklmn} = satunnaisvirhe

Eri rotujen ja yksilöiden välisiä Karkearehun, lähinnä säilörehun, syöntikyvyn ja hyväksikäyttökyvyn eroja pyrittiin selvittämään :

- tarkastelemalla Karkearehujen Käyttöä (Kulutusta) eri roduilla (eri rotutyypin Karjoissa)
- tarkastelemalla eri rotujen ja yksittäisten sonnien tyttärien menestymistä erilaisilla ruokintatyypeillä. Kenttämies (1982 a) on esittänyt, että naudan hyvä kasvukyky Karkearehuvaltaisella ruokinnalla on mahdollisesti merkinä hyvästä Karkearehun syönti- ja hyväksikäyttökyvystä. Tämän perusteella oletettiin, että yksittäisten sonnien tyttärien ja rotujen menestyminen maidontuotannossa runsaalla säilörehuruokinnalla kuvaa niiden kykyä syödä ja hyväksikäyttää säilörehua, sillä ravinnon tarpeen tyydyttäminen edellyttää riittävää rehun syöntiä.

Menestymistä tutkittiin tarkastelemalla yksittäisten sonnien tyttärien jakaantumista eri ruokintatyypeihin, tutkimalla rodun ja ruokinnan sekä sonnin ja ruokinnan välistä yhdysvaikutusta sekä arvostelemalla sonnit eri ruokintatyypeissä tyttärien maitotuotoksen perusteella. Sonnien arvostelu sekä sonnin ja ruokintatyyppin välisen yhdysvaikutuksen laskeminen suoritettiin sellaisten ayrshire- ja friisiläissonnien tyttärien 305 pv:n 4-%:n maitotuotoksen perusteella, joilla oli vähintään 20 tytärtä sekä heinä-säilörehuruokinnalla että säilörehuvaltaisella ruokinnalla. Tässä oletettiin, että vaikka laidunkaudella saattoaikin olla suuri vaikutus ensikoiden tuotoksiin, kuuluvat laidunkaudellakin tuottavat ensikot tiettyyn ruokintatyyppiin, jossa säilörehun käyttö kuvastaa Karkearehun Käyttöä kunkin karjan ruokinnassa.

Sonnin ja ruokinnan välisen yhdysvaikutuksen laskemisessa Käytettiin seuraavaa mallia :

$$VI. Y_{ijklmn} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + C_k + D_l + E_m + b \times X_{ijklmn} + e_{ijklmn}$$

missä

Y_{ijklmn} = ensikoiden 305 pv:n 4-% maitotuotos

μ = Keskiarvo

A_i = ruokintatyyppi ; $i = 1, 2$

B_j = sonni; fr : $i = 1, 2, \dots, 14$
ay : $i = 1, 2, \dots, 35$ (random-taso)

$(AB)_{ij}$ = sonnin ja ruokintatyyppin välinen yhdysvaikutus

C_k = alue ; $k = 1, 2, 3, 4$

D_l = poikim aikä ; $l = 1, 2, \dots, 9$

E_m = poikimakuu kausi ; $m = 2, 4, 6, 8$

X_{ijklmn} = regressi muuttuja karjan 4-% keskituotos

b = regressiokerroin

e_{ijklmn} = satunnaisvirhe

Sonnien arvostelussa Käytettiin mallia

$$VII. Y_{ijklmn} = \mu + A_i + B_j + C_k + D_l + E_m + b \times X_{ijklmn} + e_{ijklmn}$$

missä merkinnät ovat kuten edellisessä mallissa.

Lasketut jalostusarvojen ennusteet olivat ns. MPPA-arvoja, jotka ovat sonnien tyttärien lukumäärän suhteen korjattuja (305 päivän 4-%:n maitotuotoksen) keskiarvoja:

$$MPPA = \mu + \frac{n r}{1+(n-1)r} (s-\mu)$$

μ = yleiskeskisarvo

n = jälkeläisten lukumäärä

r = jälkeläisten välinen korrelaatio = $h^2/4$

s = isäkeskiarvo

Periytyvyysasteen arviot käytetty tietokoneohjelma laski samanaikaisesti sonnien arvostelun kanssa isä-tytärregression perusteella. Eri ruokintoilla suoritettujen arvostelujen väliset geneettiset korrelaatiot laskettiin seuraavalla kaavalla (Robertson, 1959):

$$r_g = \frac{A - B}{A - C + (p-1)(B - C)}$$

p = ympäristöjen (ruokintojen lukumäärä)

A = genotyypin keskineliö

B = genotyypin ja ympäristön välisen yhdysvaikutuksen keskineliö

C = virheen keskineliö

TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Karkearehujen käyttö eri rotutyyppejä edusta-

=====

vissa karjoissa

=====

Karkearehujen käyttö eri rotutyyppeihin kuuluvissa karjoissa on esitetty taulukossa 8. Säilörehua käytettiin lehmää kohti eniten friisiläiskarjoissa ja vähiten suomenkarjakarjoissa, joissa heinän käyttö puoles-

TAULUKKO 8. Karkearehun määrät lehmää kohti päivässä eri rotutyyppejä edustavissa karjoissa

<u>Säilörehu</u>		kg		kg ka		kg ka/100 ep-kg	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Rotutyyppi							
AY	N=14756	21.5	8.5	4.7	1.9	1.00	0.11
FR	N=1981	22.2	8.5	4.8	1.8	0.98	0.11
SK	N=253	18.4	8.7	3.9	1.8	0.88	0.09

Heinä

Rotutyyppi

AY	5.6	2.5	4.5	2.0
FR	5.7	2.6	4.6	2.1
SK	6.1	2.7	4.9	2.2

Karkearehua yhteensä (ka)

Rotutyyppi

AY	9.2	2.3	1.95	0.20
FR	9.4	2.2	1.93	0.20
SK	8.8	2.1	1.97	0.20

TAULUKKO 9. Karkearehun määrät lehmää kohti päivässä ay- ja fr-karjoissa säilörehun ollessa vapaasti tarjolla

<u>Säilörehu</u>		kg		kg ka		kg ka/100 ep-kg	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
AY	N=226	44.0	3.9	9.6	0.9	1.96	0.20
FR	N= 39	44.7	4.7	9.8	1.0	1.92	0.23

Heinä

AY	N=220	2.8	1.3	2.3	1.0
FR	N= 39	3.1	1.4	2.5	1.1

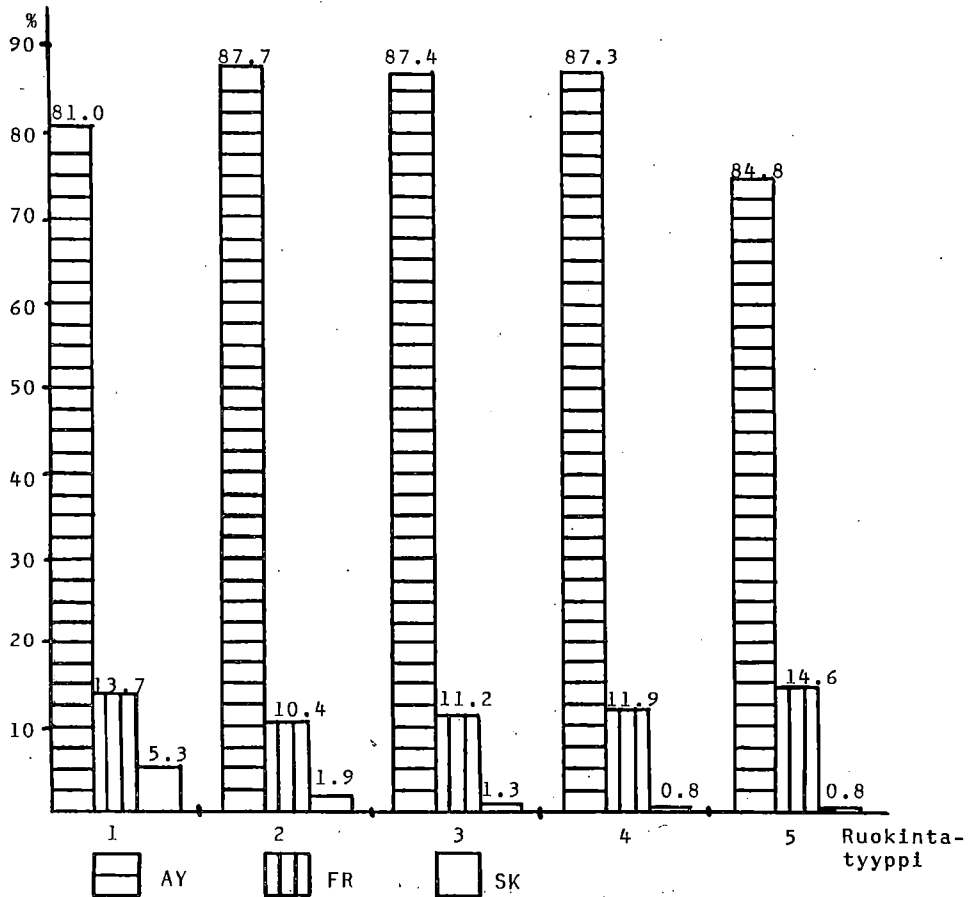
Karkearehua yhteensä (ka)

AY	N=220	11.9	1.3	2.42	0.25
FR	N= 39	12.3	1.1	2.42	0.21

taan oli suurinta. Eri rotutyypit erosivat toisistaan tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($P < 0.001$), sillä sk-Karjoissa säilörehun käyttö oli selvästi vähäisempää kuin ay- ja fr-Karjoissa, joiden keskinäinen ero oli pieni. Sen sijaan erot heinä määrässä rotutyypien välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Sataa elopainokiloa kohti laskettuna erosivat säilörehun kuiva-ainemäärät rotutyypien välillä tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($P < 0.001$). Ero ilmeni nytkin lähinnä sk- ja ay-Karjojen sekä sk- ja fr-Karjojen välillä. Karkearehun kokonaiskuiva-aineen (heinänkuiva-aine + säilörehun kuiva-aine) määrät sataa elopainokiloa kohti eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi, joskin fr-Karjoissa karkearehun kuiva-aineen kokonaismäärä sataa elopainokiloa kohti oli pienempi kuin ay- ja sk-Karjoissa. Ruokinta oli karkearehuvaltaisinta fr-Karjoissa. Karkearehun osuudet ruokinnan kuiva-aineesta (laskennallisesta kuiva-aineen syönnin enimmäismäärästä) olivat 67.7 %, 70.0 % ja 67.2 % ay-, fr- ja sk-Karjoissa.

Karkearehujen käytössä (kulutuksessa) vapaalla säilörehuruokinnalla ei fr- ja ay-Karjojen välillä esiintynyt tilastollisesti merkitseviä eroja, joskin fr-Karjoissa käytettiin jonkin verran enemmän karkearehuja (Taulukko 7). Sk-Karjoja ei tähän tarkasteluun voitu ottaa mukaan, koska niitä oli ko. ruokinnalla vain muutama. Karjojen rotutyypien välisten tilastollisten erojen merkitsevyyden testaamisessa käytettiin mallia I.

Friisiläiskarjojen suhteellinen osuus oli suurin heinäruokinnalla ja vapaalla säilörehuruokinnalla, ja se kasvoi hiukan säilörehua käyttävissä Karjoissa säilörehumäärän noustessa (Kuva 2). Suomenkarjakarjojen osuus pieneni vastaavasti säilörehumäärän lisääntyessä ja ruokinnan muuttuessa karkearehuvaltaisemmaksi. Ayrshirekarjojen osuus oli melko vakio, kun säilörehua oli rajoitetusti tarjolla, mutta putosi selvästi siirryttäessä vapaaseen säilörehuruokintaan. Sk-Karjojen



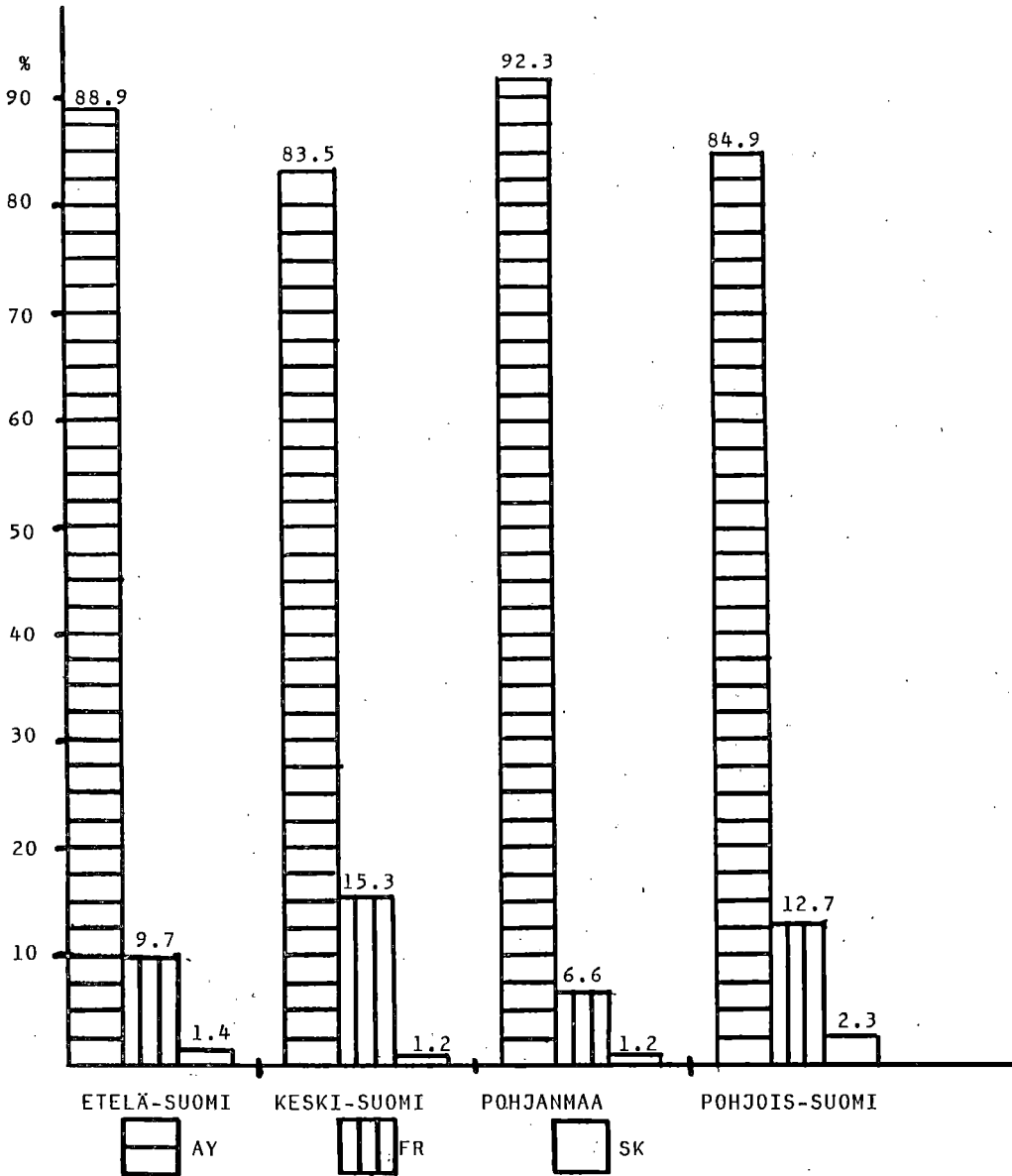
KUVA 2. Eri rotutyyppejä edustavien karjojen osuudet eri säilörehumäärillä ruokittaessa.

1.= ei säilörehua (heinäruokinta), 2.= säilörehua alle 10 kg/lehmä/vrk, 3.= säilörehua 10-25 kg/lehmä/vrk, 4.= säilörehua 25-40 kg/lehmä/vrk, 5.= säilörehua yli 40 kg/lehmä/vrk (säilörehua vapaasti)

osuus oli suurin Pohjois- ja Etelä-Suomessa (Kuva 3). Näillä alueilla heinäruokinta oli yleisempää kuin muilla alueilla (Saastamoinen, 1985). Vastaavasti on fr-karjojen osuus suurin Keski- ja Pohjois-Suomen alueilla, missä suhteellisesti suurempi osa karjoista kuului runsaan säilörehun käyttäjiin (yli 25 kg/pv) kuin muualla Suomessa.

Edellä esitetyn perusteella voitaneen päätellä, että friisiläisrotuiset lehmät pystyvät syömään määrällisesti enemmän karkearehua kuin ayrshire- ja suomenkarjalehmät. Tämä johtuu todennäköisesti friisiläisrotuisten eläinten suuremmasta koosta. Sataa elopainokiloa kohti laskettuna olivat ensimmäisellä sijalla ayrshirerotuiset eläimet. Tuloksia tukevat Ettalan (1984 a-c) rotuvertailukokeen tulokset, joiden kanssa ne ovat samankaltaisia.

Muita rotuja suuremman syöntikykyänsä ja ayrshirerotuisia eläimiä alhaisemman tuotostasonsa vuoksi näyttävät friisiläisrotuiset lehmät pystyvän tyydyttämään ry- ja srv-tarpeistaan hiukan suuremman osan karkearehulla kuin ayrshire- ja suomenkarjalehmät. Karkearehun osuus arvioidun srv- ja ry- tarpeen tyydyttämisessä ay-, fr- ja sk-karjoissa on esitetty taulukossa 10. Erot karjan rotutyyppien välillä ravinnon tarpeen tyydyttämisessä olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($P < 0.001$). Ettala (1984 c) totesi, että kaikki rodut kärsivät energiavajauksesta sekä säilörehu- että heinäruokinnalla. Suomenkarjan ensikoilla niiden vähäisen karkearehujen syönnin vuoksi vajoitus oli jonkin verran suurempi kuin ayrshire- ja friisiläisensikoilla. Viljan osuus rehuyksiköiden (ry) saannista oli alhaisin friisiläisensikoilla. Sulavaa raakavaluaista (srv) saivat ayrshire- ja friisiläisensikot jonkin verran tarvetaan enemmän säilörehuruokinnalla, mutta heinäruokinnalla kärsivät kaikki ensikot vajoauksesta, joka suomenkarjan ensikoilla oli suurin. Korver (1982 b) ei todennut tilastollisesti merkitsevää genotyyppien ja



KUVA 3. Eri rotutyyppien osuudet eri alueiden karjoista.

ruokinnan välistä yhdysvaikutusta energian saannissa, kun ruokintoina olivat karkearehu- ja väkirehuruokinta.

TAULUKKO 10. Arvioidun energia- ja valkuaistarpeen tyydyttäminen eri rotutyyppejä edustavissa karjoissa

		Ry-saanti/pv		% tarp.		Srv-saanti g/pv		% tarp.	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Rotutyyppi									
AY	N= 12215	6.1	2.4	56.2	18.0	791	345	59.9	15.0
FR	N= 1618	6.3	2.4	57.6	14.1	813	371	61.9	18.1
SK	N= 157	5.9	2.3	56.5	13.0	745	453	59.1	14.0

Erirotuisten eläinten ja yksittäisten sonnien

tyttörien menestyminen eri säilörehutasoilla

Ravinnontarpeen tyydyttäminen edellyttää riittävää rehun syöntiä. Jos runsaasti säilörehua käyttävässä karjassa tuottava yksilö ei pysty syömään sille tarkoitettua rehuannosta, se kärsii ravinnonpuutetta, mikäli syömättä jäänyttä osaa ei korvata esim. väkirehulla. Tällöin sen tuotantotulos on huonompi kuin paljon säilörehua syömään pystyvän yksilön tulos. Samoin, mikäli yksilö ei pysty muuntamaan tehokkaasti syömänsä rehuannosta kotieläintuotteiksi, se saa huonomman tuloksen kuin sellainen yksilö, joka pystyy käyttämään syömänsä rehun tehokkaasti hyväkseen. Tällä perusteella oletettiin runsaalla säilörehuruokinnalla menestymisen kuvaavan eläimen säilörehun (karkearehun) syönti- ja hyväksikäyttökkyä.

Eri rotujen menestyminen eri säilörehutasoilla

Karjan rotutyypin ja ruokintatyyppin välinen yhdysvaikutus karjan 4-%:n maidon keskituotoksessa ei ollut tilastollisesti merkitsevä (malli II). Rodun ja ruokintatyyppin välistä tilastollisesti merkitsevää yhdysvaikutusta ei myöskään esiintynyt ensikoiden 305 päivän 4-%:issa maitotuotoksessa (malli III). Rotujen keskinäinen järjestys pysyi eri ruokintatyypeillä muuttumattomana, mutta rotujen välisissä eroissa tapahtui vähäisiä muutoksia. Ayrshirerotuiset eläimet olivat friisiläis- ja suomenkarjarotuisia parempia kaikilla ruokinnoilla. Suomenkarjarotuisten eläinten ero muun rotuisiin kasvoi säilörehumäärän lisääntyessä. Tuotokset eri säilörehumäärillä on esitetty taulukoissa 11 ja 12.

Ayrshire- ja friisiläiskarjojen keskituotokset olivat heinäruokinnalla jokseenkin yhtä suuret. Heinäruokintaan liittyy todennäköisesti runsas väkirehun käyttö, mikä pienentää rotutyypin välistä tuotoseroa. Vastaavasti saattaa väkirehun käytön väheneminen olla syynä siihen, että friisiläiskarjojen keskituotos pysyy muuttumattomana siirryttäessä heinäruokinnalta säilörehua käyttävään ruokintaan. Tämä antaa viitteitä siitä, että friisiläisrotuiset eläimet menestyisivät runsaasti väkirehua käyttävällä ruokinnalla. Toisaalta ne menestyvät hyvin myös runsaalla säilörehuruokinnalla, sillä sekä fr-karjojen keskituotos että friisiläisrotuisten ensikoiden maitotuotos kasvoivat siirryttäessä rajoitetusta vapaaseen säilörehuruokintaan (säilörehua yli 40 kg/pv). Ay-karjojen keskituotos ja ayrshirerotuisten ensikoiden maitotuotos pysyivät muuttumattomina, ja suomenkarjaensikoiden maitotuotos jopa laski siirryttäessä rajoitetusta vapaaseen säilörehuruokintaan. Ayrshirerotuiset eläimet näyttävät menestyvän siten parhaiten säilörehuvaltaisella ruokinnalla

TAULUKKO 11. Eri rotutyyppejä edustavien karjojen 4-%:n maidon keskituotokset säilörehuruokinta-
luokittain.

Karjan 4-%:n maidon keskituotos kg/v					
Säilörehuruokintaluokka Säilörehua kg/lehmä/pv	1 0	2 0-10		3 10-25	
		4 25-40		5 yli 40	

Rotutyyppi

Ay	5494 N= 978	5633 N= 1267	5910 N= 7648	6108 N= 4262	6130 N= 539
Fr	5430 N= 164	5433 N= 150	5687 N= 978	5877 N= 581	5947 N= 93
Sk	4849 N= 65	5308 N= 29	5474 N= 118	5472 N= 36	6396 N= 5

TAULUKKO 12. Eri rotuisten ensikoiden 305 pv:n 4-%:n maidon keskituotos säilörehuluokittain.

305 pv:n 4-% maitotuotos					
Säilörehuruokintaluokka Säilörehua kg/lehmä/pv	2 0-10	3 10-25		4 25-40	
		5 yli 40			

Rotu

Ay	4904 N= 484	5158 N= 3075	5355 N= 1859	5354 N= 210
Fr	4753 N= 149	4933 N= 1012	5145 N= 673	5182 N= 96
Sk	4254 N= 46	4474 N= 233	4568 N= 71	4458 N= 7

(Huom. Luokkaan 1 ei tullut luotettavia ensikkohavaintoja)

(säilörehua 25-40 kg/pv). SuomenKarjarotuiset eläimet menestyvät parhaiten heinäpitoisilla ruokinnolla, joilla tarjotaan myös väkirehua, tai kun säilörehua on rajoitetusti tarjolla. SuomenKarjarodulla oli havaintojen määrä aineistossa ja etenkin vapaalla säilörehuruokinnalla pieni.

Erot karjan keskituotoksissa eri ruokintojen välillä olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($P < 0.001$) kaikilla rotutyypeillä. Ayrshire- ja friisiläisensikojen tuotokset erosivat ruokintojen välillä tilastollisesti erittäin merkitsevästi, mutta suomenkarjarotuisilla ensikoilla erot eri ruokintojen välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (Mallit IV ja V). Kun malliin V lisättiin regressiomuuttujaksi karjan 4-% keskituotos, eivät ensikotuotokset eronneet tilastollisesti merkitsevästi eri ruokintojen välillä myöskään ayrshire- ja friisiläisroduilla. Tämä johtui todennäköisesti siitä, tällöin poistuiivat karjojen ruokinta- (ja hoito-) tasojen erot.

Ettalan (1984 a-c) tutkimuksissa ovat friisiläisrotuiset eläimet osoittautuneet muita paremmiksi säilörehun käyttäjiksi. Kenttämies (1982 a ja b) on todennut, että friisiläisrotu oli lihantuotannossa suhteellisesti paras laajaperäisellä ja toisaalta väkirehuvaltaisella ruokinnalla. SuomenKarjarotuiset eläimet vaikuttivat olleen huonoja säilörehun hyväksikäyttäjiä ja menestyivät parhaiten ruokinnalla, jossa sekä karkearehua että väkirehua oli niukasti tarjolla. Ayrshirerotuiset eläimet menestyivät suhteellisesti paremmin karkearehuvaltaisella ja laajaperäisellä kuin väkirehuvaltaisella ruokinnalla.

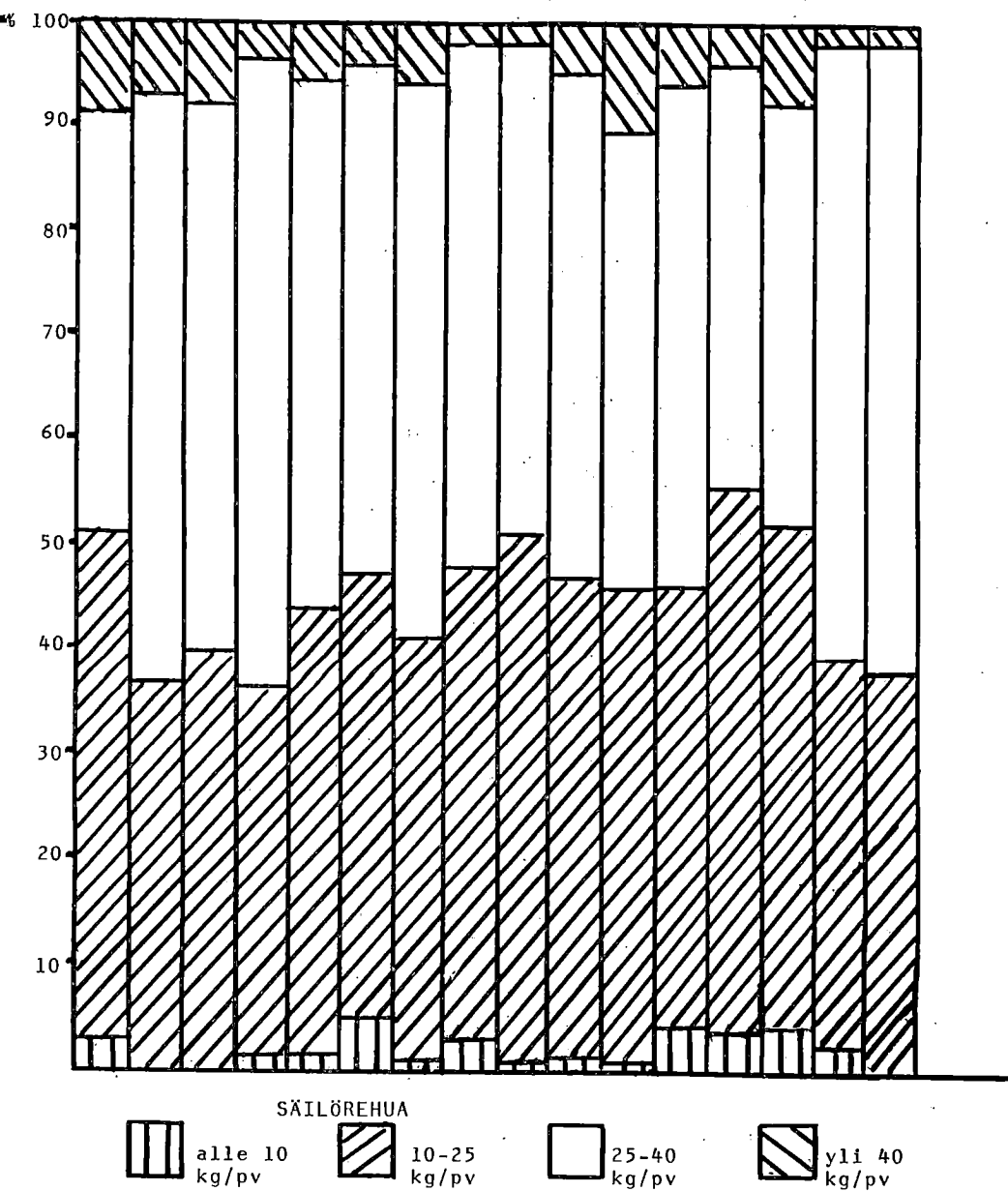
Yksittäisten sonnien tyttärien menestyminen

eri säilörehutasoilla

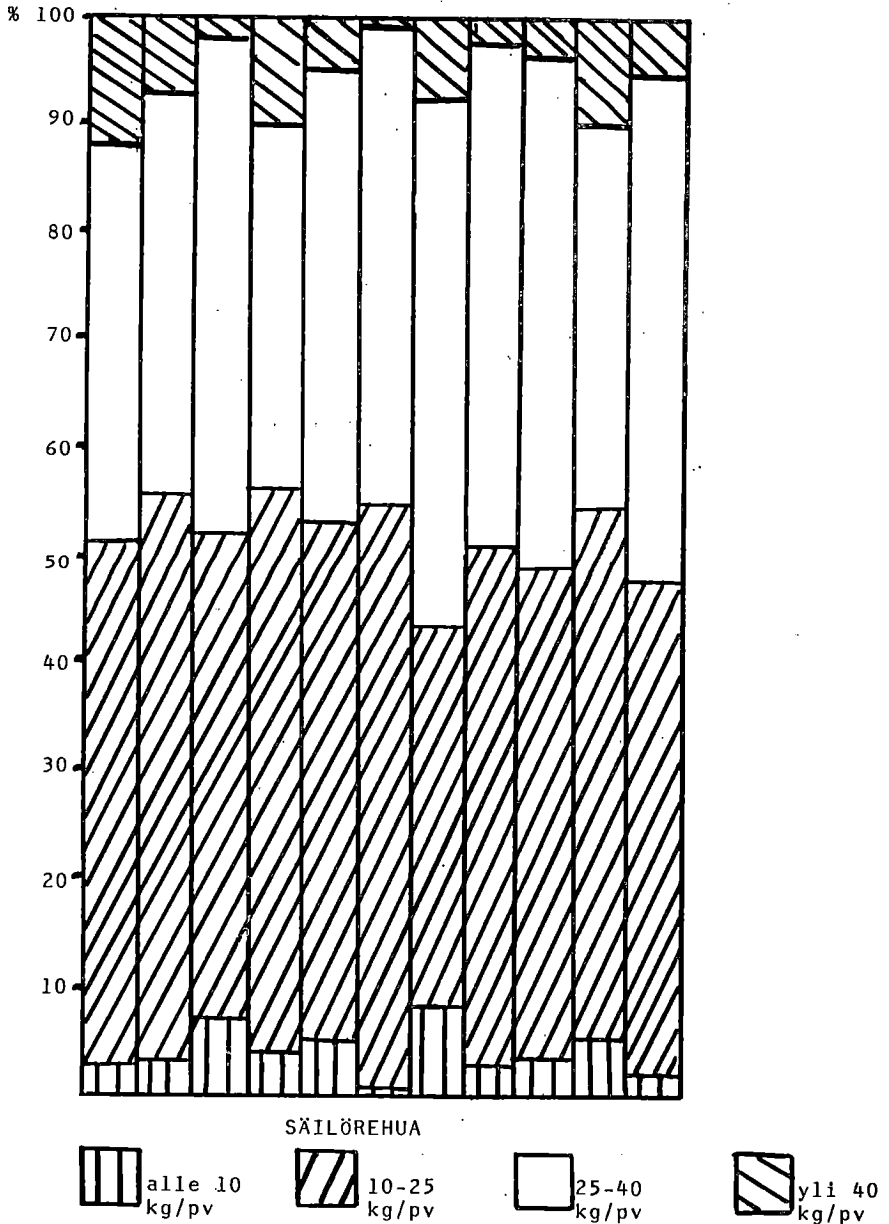
Sonnien tyttärien jakaantuminen erityyppisiin karjoihin

Sen perusteella, miten yksittäisten sonnien tyttäret olivat jakaantuneet ruokinnaltaan erityyppisiin karjoihin, ei voitu olettaa sonnien välillä olleen eroja menestymisessä erilaisilla ruokinnoilla, sillä kunkin rodun sonnien tyttäret jakaantuivat lähes samalla tavalla eri ruokintaluokkiin saman alueen sisällä. Yleensä kullakin sonnilla oli eniten tyttäriä heinä-säilörehuruokinnalla (säilörehua 10-25 kg/pv). Kuvissa 4 ja 5 on esitetty 16 ayrshire- ja 11 friisiläisrotuisen sonnien tyttärien jakaantuminen eri säilörehuruokintaluokkiin Keski-Suomen alueella. Keski-Suomessa kuului yhtä suuri osuus alueen karjoista heinä-säilörehuruokintaa ja säilörehuvaltaista ruokintaa (säilörehua yli 25 kg/pv ; keskim. 33.0 kg/pv) harjoittaviin karjoihin, ja kaikki sonnit olivat saman keinosiemen-nysyhdistyksen omistamia.

Erot sonnien välillä niiden tyttärien jakaantumisessa heinä-säilörehuruokintaa ja säilörehuvaltaista ruokintaa harjoittaviin karjoihin olivat vähäisiä. Koska kyseiset sonnit olivat nuorsonneja, joita pyritään käyttämään sattumanvaraisesti kaiken tyyppisissä karjoissa, oli erojen pienuus odotettavissa. Nyt esiin tulleet pienet erot johtuvat todennäköisesti pelköstä sattumasta.



KUVA 4. 16 ayshirerotuisen sonnin tyttärien jakaantuminen erilaisille säilörehuruokkinnoille Keski-Suomen alueella.



KUVA 5. 11 friisiläisrotuisen sonnin tyttärien ja-
kaantuminen erilaisille säilörehuruokinnolle
Keski-Suomen alueella.

Jalostusarvojen ennusteet

Sonnien maidontuotannon jälkeläisarvostelutulokset (MPPA-arvot) olivat keskimäärin paremmat säilörehuvaltaisella kuin heinä-säilörehuruokinnalla (Taulukot 13 ja 14). Sonnin ja ruokintatyyppin välinen yhdysvaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä, kun analyysissä olivat mukana kunkin sonnin kaikki tyttäret. Vähäsisä sonnien välisen arvojärjestyksen muutoksia kuitenkin tapahtui, ja myös sonnien väliset erot muuttuivat jonkin verran (Kuvat 6 ja 7). Yleisesti voidaan todeta, että hyvien sonnien tyttäret menestyivät hyvin sekä heinä-säilörehuruokinnalla että säilörehuvaltaisella ruokinnalla, ts. ne ovat todennäköisesti pystyneet syömään niille tarjotun suurehkon säilörehuannoksen, jolla on korvattu väkirehua. Robertson'in (1959) keskineliöiden käyttöön perustuvalla kaavalla laskettu geneettinen korrelaatio arvostelutulosten välillä oli tasan 1. Samansuuntaisia tuloksia esiintyy myös kirjallisuudessa (Wiggans & Van Vleck, 1978; Bonaiti, 1982; Mohammad ym., 1982 a ja b; Ettala, 1984 a). Valtitsemalla sonnit maidontuotannon perusteella parannetaan samalla lypsylehmien rehun syöntikykyä, mistä ovat osoituksena myös kirjallisuudessa esiintyvät korkeat syönnin ja maitotuotoksen väliset geneettiset korrelaatiot.

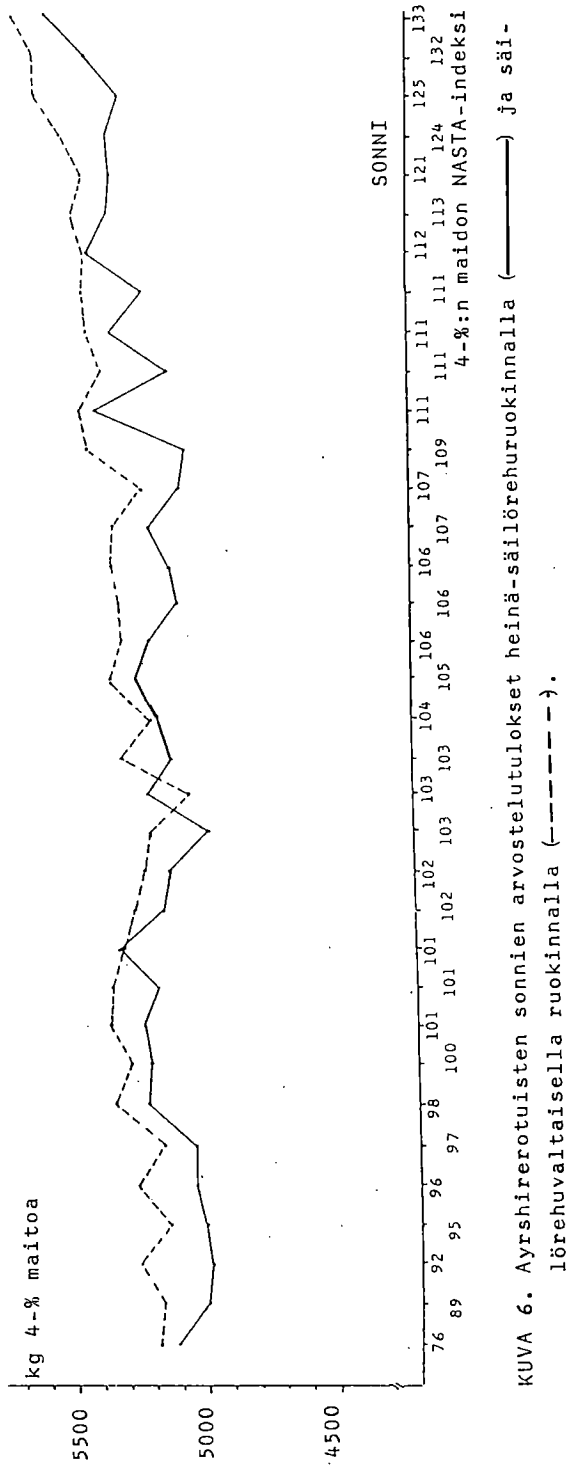
Kun analyysiin otettiin mukaan vain sonnien sisäruokintakaudella tunnetuilla rehuilla tuottaneet tyttäret, oli sonnin ja ruokintatyyppin välinen yhdysvaikutus tilastollisesti merkitsevä ($P < 0.05$). Sonnit olivat tässä analyysissä ayrshirerotuisia. Yhdysvaikutus ilmeni sonnien välisen arvojärjestyksen sekä sonnien välisten erojen muutoksina (Kuva 8). Geneettinen korrelaatio arvostelutulosten välillä oli vain 0.33. Tähän tulokseen on kuitenkin todennäköisesti sattumalla suuri osuus, koska arvosteltavia sonneja oli vain 10, ja niillä oli keskimäärin vain 14 tytärtä heinä-säilörehuruokinnalla ja 19 tytärtä säilörehuvaltaisella ruokinnalla.

TAULUKKO 13. Ayrshirerotuisten sonnien arvostelutulokset
(MPPA-arvot) heinä-säilörehuruokinnalla (1)
ja säilörehuvaltaisella ruokinnalla (2).

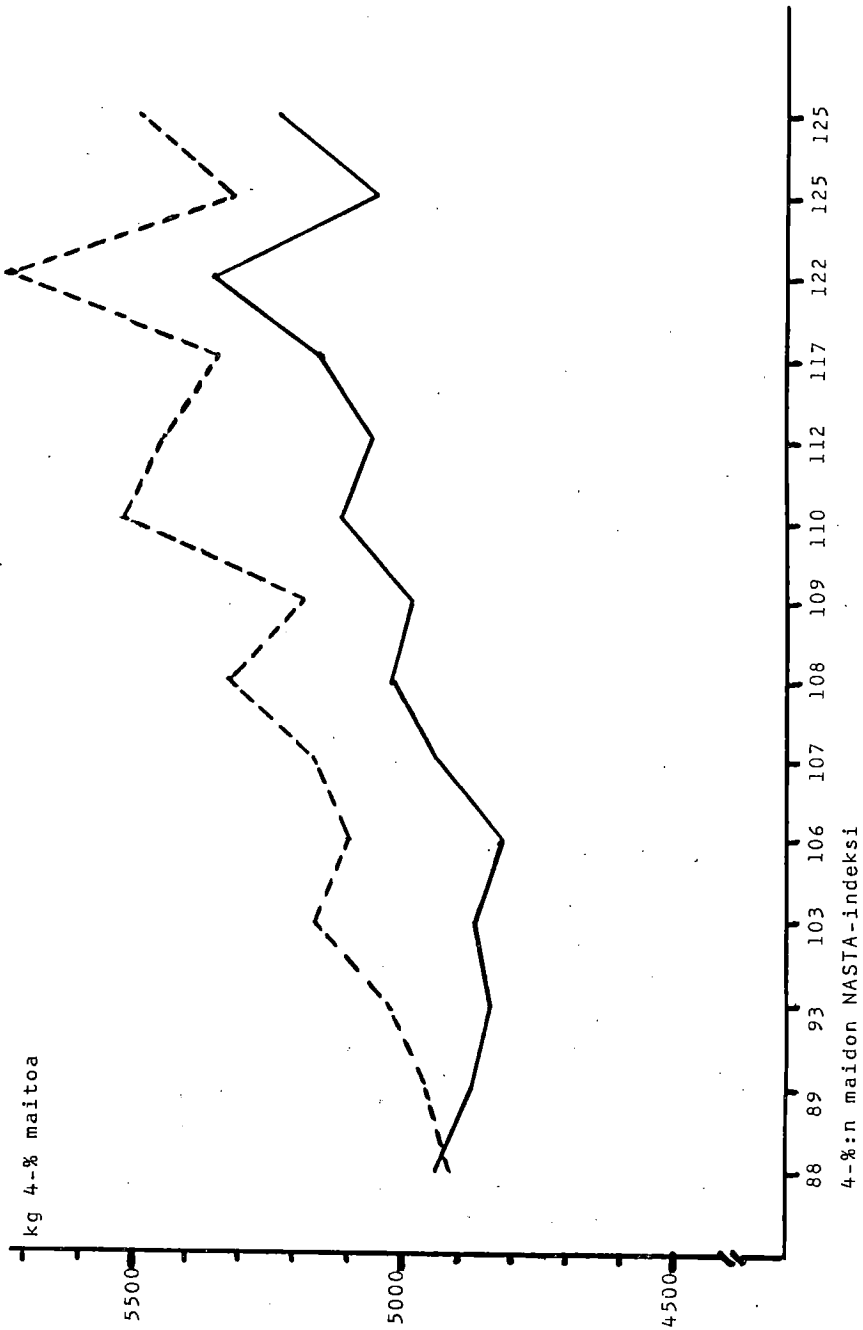
Sonni	MPPA-arvo		NASTA-indeksi
	1	2	
			4-% maito
1.	5122	5187	76
2.	5002	5174	89
3.	4984	5260	92
4.	5012	5145	95
5.	5044	5267	96
6.	5046	5163	97
7.	5220	5349	98
8.	5211	5284	100
9.	5241	5361	101
10.	5181	5354	101
11.	5329	5309	101
12.	5157	5266	102
13.	5137	5225	102
14.	4978	5200	103
15.	5211	5052	103
16.	5123	5310	103
17.	5162	5197	104
18.	5245	5340	105
19.	5196	5303	106
20.	5078	5308	106
21.	5111	5330	106
22.	5193	5328	107
23.	5070	5214	107
24.	5049	5418	109
25.	5388	5447	111
26.	5110	5364	111
27.	5328	5416	111
28.	5211	5434	111
29.	5415	5426	112
30.	5339	5471	113
31.	5328	5444	121
32.	5335	5513	124
33.	5292	5607	125
34.	5414	5612	132
35.	5577	5685	133

TAULUKKO 14. Friisiläisrotuisten sonnien arvostelutulokset
(MPPA-arvot) heinä-säilörehuruokinnalla (1)
ja säilörehuvaltaisella ruokinnalla (2).

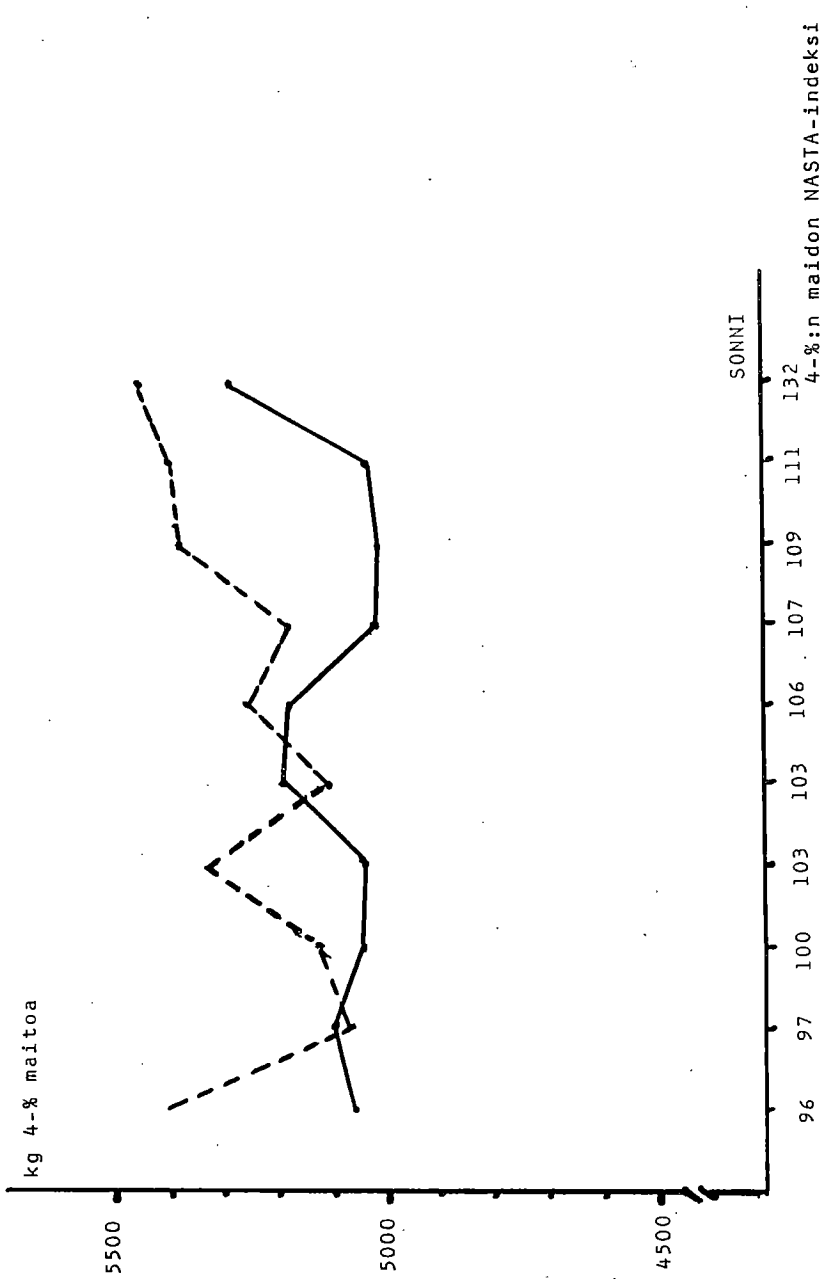
Sonni	MPPA-arvo		NASTA-indeksi 4-% maito
	1	2	
1	4942	4918	88
2	4882	4957	89
3	4842	5029	93
4	4873	5163	103
5	4817	5102	106
6	4987	5170	107
7	5025	5326	108
8	4993	5183	109
9	5117	5520	110
10	5059	5445	112
11	5158	5343	117
12	5353	5743	122
13	5050	5326	125
14	5231	5489	125



KUVA 6. Ayrshirerotuisten sonnien arvostelutulokset heinä-säilörehuruokinnalla (—) ja säilörehuvaltaisella ruokinnalla (-----).



KUVA 7. Friisiläisrotuisten sonnien arvostelutulokset heinä-säilörehuruokinnalla (—) ja säilörehuvaltaisella ruokinnalla (---).



KUVA 8. Ayrshirerotuisten sonnien arvostelutulokset sisäruokintakaudella tuottaneiden tyttöjen tulosten perusteella heinä-säilörehuruokinnalla (—) ja säilörehuvaltaisella ruokinnalla (-.-.-).

Maidontuotannon periytyvyysasteen arviot

Kun arvojärjestyksen muutoksia ei tapahdu, ei yhdysvaikutusta esiinny sen varsinaisessa merkityksessä, mutta sitä saattaa esiintyä toisentyyppisenä, eli perinnöllinen vaihtelu on suurempaa hyvässä kuin huonossa ympäristössä (Van Vleck, 1963). Tämä saattaa olla syynä esiin tulleeseen maidontuotannon periytyvyysasteen arvioiden nousuun (Taulukko 15). Säilörehuvaltaisen ruokinnan voidaan katsoa tässä edustavan parempaa tuotantoympäristöä kuin heinä-säilörehuruokinta, koska tuotostaso runsaalla säilörehuruokinnalla oli korkeampi kuin niukalla säilörehuruokinnalla.

Ayrshirerodulla periytyvyysasteen nousu ei ollut kovin suuri, mutta friisiläisrodulla periytyvyysasteen arvio lähes kaksinkertaistui. Kun analyysiin otettiin ayrshirerodulla mukaan vain sisäruokintakauden tulokset, oli periytyvyysasteen nousu selvempi kuin suoritettaessa arvostelu kaikkien tyttärien perusteella. Yleisesti ottaen koko aineistosta lasketut maidontuotannon periytyvyysasteen arviot olivat friisiläisrodulla korkeammat kuin ayrshirerodulla, mihin todennäköisesti on syynä friisiläisrodun havaintojen pieni määrä. Ayrshirerodun maidontuotannon periytyvyysasteen arviot olivat molemmilla ruokintatyypeillä tavanomaisella tasolla (n. 0.20-0.25). Myös kirjallisuudessa esiintyy useita tutkimustuloksia maidontuotannon periytyvyysasteen kohoamisesta ympäristöolojen (ruokinta ja hoito) parantuessa (Van Vleck, 1963; Lindström ym., 1971; Petersen, 1975; Lintukangas, 1977; Danell, 1981; Bonaiti, 1982).

Tutkimuksen perusteella näyttää siis siltä, että tiilastollisesti merkitsevää sonnin ja ruokinnan välistä yhdysvaikutusta ei esiinny. Danell (1981) esittää, että koska sonnit arvostellaan erilaisissa karjoissa tuottavien jälkeläisten perusteella, ei naudalla synny

riippuvuutta jostakin tietystä ruokintatyypistä.

Suomenkarjan sonnien vertailua ei voitu suorittaa, koska niillä ei ollut riittävästi tyttöriä eri ruokintaluokissa. Ayrshire- ja friisiläissonneilla ei voitu tehdä karjan sisäistä vertailua, koska vain muutamassa karjassa oli kaksi tai useampia ensikoita.

TAULUKKO 15. Maidontuotannon (4-% maito) periytyvyysasteen arviot eri ruokintatyypeillä.

	Heinä-säilörehu- ruokinta	Säilörehuvaltainen ruokinta
Ayrshire	0.22 $\pm$ 0.05	0.26 $\pm$ 0.08
	0.29 $\pm$ 0.12 (sisäruokintakaudella tuottaneiden tyttö- rien tuotosten perusteella)	0.37 $\pm$ 0.20
Friisiläinen	0.31 $\pm$ 0.11	0.60 $\pm$ 0.22

YHTEENVETO JA LOPPUPÄÄTELMÄT

Työn tarkoituksena oli selvittää lypsylehmän Karkearehun syönti- ja hyväksikäyttökyyvyn jalostamismahdollisuuksia. Aineiston muodostivat 186 nuoren syksyllä 1983 arvostellun sonnin yhteensä 10999 vuonna 1982 poikkinutta ensikkotytärtä. Sonneista oli 90 ayrshire-, 27 friisiläis- ja 69 suomenkarjarotuista. Ensikoiden 305 päivän 4-%n maitotuotoksen perusteella arvosteltiin yhteensä 35 ayrshire- ja 14 friisiläisrotuista sonnina erikseen kahdella säilörehun käyttöä kuvaavalla ruokintatyypillä (heinä-säilörehuruokinta ja säilörehuvaltainen ruokinta). Lisäksi aineistoon kuului ruokintasuunnitelmien perustietoihin pohjautuvasta aineistosta (Saastamoinen, 1985) karjojen rehujen käyttöä sekä tuotostasoa ja eläinten rotua koskevia tietoja. Karjan valtarodun perusteella luokiteltiin karjat kolmeen rotutyyppiin (ay-, fr- ja sk-karjat).

Aineiston avulla pyrittiin selvittämään rotujen ja yksittäisten sonnien välisiä eroja menestymisessä erilaisilla säilörehutasoilla sekä Karkearehun, lähinnä säilörehun syöntikykyä. Eri rotutyyppejä edustavissa karjoissa käytettyjen (varastossa olleiden) Karkearehumäärien avulla pyrittiin arvioimaan eri rotuisten eläinten Karkearehun syöntikykyä. Rotujen ja yksittäisten sonnien menestymisen oletettiin kuvastavan rotujen ja sonnien kykyä syödä ja hyväksikäyttää Karkearehua. Kirjallisuuden avulla selvitettiin lähinnä Karkearehun syöntikyvyn periytyvyyttä ja yhteyksiä muihin ominaisuuksiin.

Säilörehua käytettiin eniten fr-karjoissa ja vähiten sk-karjoissa. Karkearehuvaltaisinta ruokinta oli fr-karjoissa. Fr-karjojen suhteellinen osuus oli suurin heinäruokinnalla ja vapaalla säilörehuruokinnalla (säilörehua yli 40 kg/pv), ja se kasvoi säilörehumäärän noustessa. Sk-karjojen osuus pieneni säilörehun käytön lisääntyessä, ja oli suurin heinäruokinnalla. Ay-karjojen osuus pysyi kaikilla ruokinnalla suurin piirtein samalla tasolla, mutta putosi jonkin verran

siirryttäessä rajoitetulta vapaalle säilörehuruokinnalle.

Rotu (rotu ja karjan rotutyyppi) ja ruokinnan välinen yhdysvaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä, vaan ayrshirerotuisten eläinten tuotostaso oli kaikilla ruokinnalla muun rotuisten eläinten tuotostasoa korkeampi. Friisiläisrotuiset eläimet näyttivät menestyneen hyvin väkirehuruokinnalla ja toisaalta runsaasti säilörehua käyttävällä ruokinnalla ja pystyivät syömään runsaasti säilörehua. Ayrshirerotuiset menestyivät parhaiten säilörehuvaltaisella ruokinnalla (säilörehua 25-40 kg/pv). Suomenkarjarotuiset eläimet näyttivät menestyneen parhaiten heinäpitoisilla ruokinnalla, joilla tarjotaan myös väkirehua. Niiden säilörehun syöntikyky on muun rotuisten eläinten syöntikykyä pienempi johtuen todennäköisesti niiden pienestä koosta. Kotimaiset tutkimustulokset tukevat näitä johtopäätöksiä.

Yksittäisten sonnien tyttärien jakaantumisessa erilaisiin ruokintatyyppeihin ei ollut eroja. Sonnin ja ruokinnan (säilörehutaso) välistä tilastollisesti merkitsevää yhdysvaikutusta maitotuotoksessa ei esiintynyt. Sonnit saivat keskimäärin paremmat maidontuotannon arvostelutulokset säilörehuvaltaisella ruokinnalla kuin heinä-säilörehuruokinnalla. Joitakin sonnien välisen arvojärjestyksen muutoksia tapahtui, ja sonnien väliset erot muuttuivat jonkin verran. Sonnien välisten erojen kasvu säilörehuvaltaisella ruokinnalla johtui todennäköisesti perinnöllisen varianssin noususta paremmassa ympäristössä, jota säilörehuvaltainen ruokinta edustaa, mutta se saattaa kuvastaa myös yksilöiden välisiä säilörehun syöntikyvyn eroja. Yleisesti ottaen hyvän arvostelutuloksen (maidontuotannon perusteella) saaneiden sonnien tyttäret menestyivät hyvin sekä heinä-säilörehuruokinnalla että säilörehuvaltaisella ruokinnalla, ts. ne pystyvät todennäköisesti syömään runsaasti säilörehua. Ilmeisesti hyvään maidontuotantoon perustuva jalostusvalinta lisää myös rehun syöntikykyä. Tästä ovat osoituksena myös kirjalli-

suudessa esitetyt korkeat (0.60-0.80) rehun kokonaissyönnin ja maidontuotannon väliset geneettiset korrelaatiot. Karkearehun syönnin ja maitotuotoksen väliseksi geneettiseksi yhteydeksi on saatu 0.32.

Kun sonnit arvosteltiin vain sisäruokintakaudella tuottaneiden tyttäreiden tulosten perusteella, oli sonnin ja ruokinnan välinen yhdysvaikutus tilastollisesti merkitsevä ($P < 0.05$). Yhdysvaikutus ilmeni sonnien arvojärjestyksen sekä sonnien välisten erojen muutoksina. Tulokseen on kuitenkin sattumalla suuri osuus havaintojen pienen lukumäärän vuoksi.

Myös kirjallisuudessa tulokset yhdysvaikutuksen olemassaolosta ovat ristiriitaisia, mihin on ollut todennäköisesti syynä aineistojen ja ruokintajärjestelmien erilaisuus. Ilmeisesti naudalla ei synny riippuvuutta jostakin tietyistä ruokintatyypistä, koska sonnien valinta tapahtuu erilaisissa karjoissa tuottavien tyttäreiden tulosten perusteella.

Karkearehun syöntikyky on selvästi perinnöllinen ominaisuus. Tästä ovat osoituksena rotujen ja yksilöiden väliset karkearehun syöntierot, sekä karkearehun syöntikyvyn periytyvyysasteen kohtalaisen korkeat arviot (maidontuotannon periytyvyysasteen arvioiden suuruusluokkaa). Karkearehun syöntikykyä voidaan parantaa valinnan avulla, mutta valinta karkearehun syöntikyvyn perusteella edellyttää tarkkoja rehun kulutuksen mitauksia sekä kontrolloituja olosuhteita. Edullisempi ja käytännöllisempi keino on valita sonnit maidontuotannon perusteella, koska hyvätuotoksiset yksilöt menestyvät hyvin myös suurilla karkearehumäärillä ruokittaessa. Ne pystyvät syömään suuria määriä karkearehua ja korvaamaan sillä väkirehua ravinnontarpeen tyydyttämisessä. Rehun syönnin ja maidontuotannon välillä vallitsee positiivinen geneettinen yhteys, ts. suurin osa maidontuotantoa ja syöntikykyä säätelevistä geneettisistä tekijöistä on näille ominaisuuksille yhteisiä.

Jatkossa pitäisi selvittää perinnöllisten ja ympäristötekijöiden vaikutusta karkearehun syöntiin aineistolla, jossa käytettäisiin hyväksi pelkästään sisäruokintakauden tuotantotuloksia sekä sisäruokintakaudella käytettävien rehujen laatutietoja. Huomio tulee kiinnittää hyvälaatuisen karkearehun, so. säilörehun syönti- ja hyväksikäyttökyyneen. Tähän tarkoitukseen soveltunevat tasaväkirehuruokintaa harjoittavat karjat, joissa pyritään maksimoimaan lehmien säilörehun kulu- tus käyttämällä koko ajan väkirehua sama määrä, jolloin eliminoiduu väkirehutaso vaikutus karkearehun syöntiin. Yksilöiden välisiä karkearehun syöntikyvyn eroja tutkittaessa olisi otettava huomioon ruokinnan karkearehu-väkirehusuhde sekä karkearehujen laatu ja fyysiset ominaisuudet. Myös eläimen koko, ikä, tuotostaso ja tuotantokauden vaihe (tiineys) vaikuttavat selvästi karkearehun syöntikykyn.

K I R J A L L I S U U S L U E T T E L O

ANDERSEN, B.B. 1979. Interaction of breed with feeding system and market requirements. (European Association of Animal Production) Harrogate 23.-26.7. 1979. Kongr.julkaisu, 8 s.

ANON., 1982. Maitotila - Ruokinta, talous, tekniikka. MAKA-tutkimuksen yhteenvetoraportti. Helsinki.

ANON. 1983. Tilastoa Suomen Karjantarkkailutoiminnasta tarkkailuvuonna 1982. Maatilahallituksen tiedonantoja No. 403. 57 s.

BAUMGART, B.R. 1969. Control of feed intake in the regulation of energy balance. Kirjassa: Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. Toim. Phillipson, A.T. Cambridge 1969. ss. 235-253.

BINES, J.A. 1976. Regulation of food intake in dairy cows in relation to milk production. Livest. Prod. Sci. 3:115-128.

- 1979. Voluntary feed intake. Kirjassa: Feeding strategy for high yielding dairy cow. Toim. Broster, W.H. & Swan, H. 1. painos. Granada 1979. ss. 23-48.

BONAITI, B. 1982. The effect of genotype x environment interaction on milk production in cattle. 2. Genetic correlation between production levels and variation in heritability (in French). Annales de Genetique et de Selection Animale. 14:441-451.
(ref. Anim. Breed. Abstr. 51:4799).

BROWN, C.A., CHANDLER, P.T. & HOLTER, J.B. 1977. Development of predictive equations for milk yield and dry matter intake in lactating cows. J. Dairy Sci. 60:1739-1754.

- CAMPLING, R.C. 1980. Voluntary food intake. Kirjassa: Feeding strategies for dairy cows. Toim. Broster, W. H., Johnson, C.L. & Tayler, J.C. ARC Lontoo 1980. ss. 5,1-5,10.
- & MURDOCH, J.C. 1966. Voluntary intake of roughages by cows. J. Dairy Res. 33:1-11.
- CARROL, W.E. 1913. A comparison of first, second and third crop alfalfa hay for milk production. Utah Agr. Sta., Bull. 126. 1913. (ref. Mather, 1959).
- COPPOCK, C.E., EVERETT, R.W., SMITH, N.E., SLACK, S.T. & HARNER, J.P. 1974. Variation in forage preference in dairy cattle. J. Anim. Sci. 39:1170-1179.
- CURRAN, M.K., WIMBLE, R.H. & HOLMES, W. 1970. Prediction of the voluntary intake of food by dairy cows.
1. Stall-fed cows in late pregnancy and early lactation. Anim. Prod. 12:195-212.
- DANELL, B. 1981. Evaluation of sires on first-lactation yield of Swedish dairy cattle. IV. Interaction between genotype and environment in sire evaluation for milk production. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Breeding and Genetics, Report 51. Uppsala 1981. 30 s.
- DICKINSON, F.N., McDANIEL, B.T. & McDOWELL, R.E. 1969. Comparative efficiency of feed utilization during first lactation of Ayrshire, Brown Swiss and Holstein cows. J. Dairy Sci. 52: 489-497.
- EKERN, A. 1972 a. Feeding of high yielding dairy cows. II. The effect of ad libitum versus restricted forage feeding on milk yield and composition. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 51,31:1-31.

- 1972 b. Feeding of high yielding dairy cows. III. Roughage intake in high yielding cows when fed grass silage ad libitum. Meldinger fra Norges Landbruks-høgskole 51,32:1-30.
- ETTALA, E. 1982. Rodun ja ruokintatyyppien vaikutus ensikon viiden ensimmäisen lypsykuukauden tuotostasoon. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote no. 2. Helsinki 1982. ss.148-153.
- 1984 a. Lypsylehmän kotovaraisten ruokinnan mahdollisuudet. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote no. 5. Helsinki 1984. ss.63-69.
- 1984 b. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. Maatalouden Tutkimuskeskuksen tiedote 3/84. Jokioinen 1984.
- 1984 c. Erirotuisten ensikoiden rehunkulutus ja ravinnonsaanti kotoisilla rehuilla. Nautakarja 14, 1:33-35.
- , POHJANHEIMO, O. & LAMPILA, M. 1972. Eri säilöntäaineilla valmistetut säilörehut lypsykarjan ruokinnassa. Kehittyvä Maatalous 7:3-15.
- , LAMPILA, M. 1978. Factors affecting voluntary silage intake by dairy cows. Ann. Agric. Fenn. 17:163-174.
- FALCONER, D.S. 1960. Selection of mice for growth on high and low planes of nutrition. Genet. Res. Camb. 1:91-113.
- 1977. Nutritional influences on the outcome of selection. Proc. Nutr. Soc. 36:47-51.
- & LATYSZEWSKI, M. 1952. The environment in relation to selection for size in mice. J. Genet. 51:67-80.

- FREEMAN, A.E. 1967. Genetic aspects of the efficiency of nutrient utilization for milk production. J. Anim. Sci. 26: 976-983.
- FRISH, J.E. & VERCOE, J.E. 1977. Food intake, eating rate, weight gains, metabolic rate and efficiency of feed utilization in *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred cattle. Anim. Prod. 25:343-358.
- GARRET, W.N. 1971. Energetic efficiency of beef and dairy steers. J. Anim. Prod. Sci. 32:451-456.
- GREY, H.G., TRIMBERGER, G.W. & HENDERSON, C.R. 1967. Repeatability and heritability of forage DM intake. Abstr. J. Dairy Sci. 50:988.
- GRIEVE, D.G., MACLEOD, G.K., BATRA, T.R., BURNSIDE, E.B. & STONE, J.B. 1976. Relationship of feed intake and ration digestibility to estimated transmitting ability, body weight and efficiency in first lactation. J. Dairy Sci. 59: 1312-1318.
- HARVEY, W.R. 1960. Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture. Moniste. 157 s.
- 1970. Estimation of variance and covariance components in the mixed model. Biometrics 26:485-504.
- HOF, G. & LENAERS, P.J. 1984. The importance of roughage in the rearing period on the feed intake and performance of adult dairy cows. Livest. Prod. Sci. 11:287-302.
- HOOVEN, N.V. Jr., MILLER, R.H. & FLOWMAN, R.D. 1968. Genetic and environmental relationships among efficiency, yield and weight of Holstein cows. J. Dairy Sci. 51: 1409-1419.

- , MILLER, K.H. & SMITH, J.W. 1972. Relationships among whole- and part-lactation gross feed efficiency, feed consumption and milk yield. J. Dairy Sci. 55: 1113-1122.
- HUHTANEN, P. 1982. Suomenkarjan kokonaistaloudellisuus muihin rotuihin verrattuna. Laudaturtyö. Helsingin yliopisto, Kotieläinten jalostustieteen laitos. Kotieläinjalostuksen tiedote 58. 82 s.
- HYPPÖLÄ, K. & HASUNEN, O. 1970. Dry matter and energy standards for dairy cows. Acta Agr. Fenn. 116:1-59.
- JOHNSON, W.L., TRIMBERGER, G.W., WRIGHT, M.J., VAN VLECK, L.D. & HENDERSON, C.R. 1966. Voluntary intake of forage by Holstein cows influenced by lactation, gestation, body weight and frequency of feeding. J. Dairy Sci. 49: 856-864.
- KAUFMANN, W. 1972. Feed composition as related to feed intake, feed efficiency and composition of milk. World Rev. of Anim. Prod. 8, 3:38-43.
- KENTTÄMIES, H. 1982 a. Naudanlihantuotantoon vaikuttavista geneettisistä tekijöistä ja ympäristötekijöistä sekä kasvun mittaamisesta Kenttäkokeissa. Lisensiaattityö. Helsingin yliopisto, Kotieläinten jalostustieteen laitos. Kotieläinjalostuksen tiedote no 57. 82 s.
- 1982 b. Ruokintatyyppin ja eläinaineksen välinen yhdysvaikutus. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote no 2. Helsinki 1982. ss. 139-141.
- KORVER, S. 1982 a. Feed intake and production in dairy breeds dependent on the ration. Thesis 139 s. Wageningen 1982.

- 1982 b. Genotype-ration interactions on feed intake, milk production and weight change in dairy cows. 2nd World Congress on Genetics applied to Livestock Production, 4.-8.10. 1982. Madrid. Kongr.julkaisu, 5 s.

LAMB, R.C. & ANDERSON, M.J. 1966. Comparative gross feed efficiency in 14 Holstein sire groups. J. Dairy Sci. 49:735.

-, WALTERS, J.L., ANDERSON, M.J., FLOWMAN, R.D., MICKELSEN, C.H. & MILLER, R.H. 1977. Effects of sire and interaction on efficiency of feed utilization by Holsteins. J. Dairy Sci. 60:1755-1767.

LEGATES, J.E., MURLEY, W.R. & WAUGH, R.K. 1956. Hay consumption of individual cows limited grain feeding. J. Dairy Sci. 39:937.

LINDSTRÖM, U.B. 1971. Siitoseläinten valinnasta eri ympäristöoloissa. Nautakarja 1, 4:5-8.

-, MAIJALA, K. & VILVA, V. 1971. Studies on A.I. dairy sire provings. II. Sire x region interactions. Z. f. Tierz. u. Züchtungsbiol. 8:1-11.

LINTUKANGAS, S. 1977. Erilaisten virhelähteiden ja erityisesti tuotostason ja maantieteellisen alueen vaikutus Ay-sonnien jälkeläisarvosteluun. Pro gradu-työ. Helsingin Yliopisto. Kotieläinten jalostustieteen laitos. Kotieläinjalostuksen tiedote no. 15. 114 s.

MAD, I.L. & BURNSIDE, E.B. 1969. Sire by herd environment interaction for milk production. J. Dairy Sci. 52: 1055-1062.

MATHER, R.E. 1959. Can dairy cattle be bred for increased forage consumption and efficiency of utilization. J. Dairy Sci. 42:878-885.

- , BREDENSTEIN, C.P., POULTON, B.R. & BONNINGTON, G.H. Jr. 1960. High levels of grass silage for milk production with no grain, medium and high grain feeding. I. Intake, milk production and body weight changes. J. Dairy Sci. 43:358-370.
- MILLER, R.H., HOOVEN, N.W. Jr., SMITH, J.W. & GREGGAN, M.E. 1972. Feed consumption differences among lactating cows. J. Dairy Sci. 55: 454-459.
- , HOOVEN, N.W. Jr., SMITH, J.W. & GREGGAN, M.E. 1973. Usefulness of periodic bodyweights to predict yield, intake and feed efficiency of lactating cows. J. Dairy Sci. 56: 1540-1545.
- , LUKASZEWICZ, M. & PEARSON, R.E. 1981. Dual-purpose selection in dairy cattle. I. Genetic and phenotypic estimates. Z. Tierzücht. Züchts.Biol. 98:108-124.
- MOHAMMAD, W.A., LEE, A.J. & GROSSMAN, M. 1982 a. Interactions of sires with feeding and management factors in Illinois Holstein cows. J. Dairy Sci. 65:625-631.
- , LEE, A.J. & GROSSMAN, M. 1982 b. Genotype-environment interaction in sire evaluation. J. Dairy Sci. 65:857-860.
- MONTEIRO, L.S. 1975. Food efficiency in cattle. Nutr. Abstr. and Rev. 45:477.
- OLDENBROEK, J.K. 1979. Differences in the intake of roughage between cows of three breeds fed two levels of concentrates according to milk yield. Livest. Prod. Sci. 6:147-151.
- , 1982. Feed utilisation in cows of three dairy breeds with ad lib. consumption of two complete diets. Anim. Breed. Abstr. 50, 7003.

- 1984 a. Holstein Friesians, Dutch Friesians and Dutch Red and Whites on two complete diets with a different amount of roughage : Performance in first lactation. Livest. Prod. Sci. 11: 401-415.
 - 1984 b. Holstein Friesians, Dutch Friesians and Dutch Red and Whites on two complete diets with a different amount of roughage : Differences in performance between first and second lactation. Livest. Prod. Sci. 11: 417-428.
 - & ELMIK, P. van. 1980. Differences in feed intake between Holstein-Friesian, Dutch Red and White and Dutch Friesian cattle. Livest. Prod. Sci. 7:13-23.
- PETERSEN, P.H. 1975. Genotype-environment interaction in milk production under Danish and Bulgarian-Czechoslovakian conditions. Anim. Prod. 21:101-108.
- POUTIAINEN, E. 1984. Väkirehun Käytön optimointi lypsy-lehmien säilörehuruokinnassa. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote no. 5. Helsinki 1984. ss. 70-78.
- RAVE, G. 1974. Genotyp-Umwelt-Interaktionen im Rahmen der Fleischleistungsprüfung beim Rind. Der Tierzüchter 4:150-152.
- RICHARDSON, D.O., OWEN, J.R., FLOWMAN, R.D. & MILES, J.T. 1971. Importance of sire x ration interactions in production and feed intake traits of dairy cattle. J. Dairy Sci. 54:1518-1525.
- RIMM, A.A. 1958. Factors affecting roughage consumption in the dairy cow. M.S. thesis. Rutgers State Univ. 1958. U.S.A. (ref. Mather, 1959).
- , 1963. Some effects of heridity and environmental on appetite in dairy animals. Diss. Abstr. 23, 11:4046. Rutgers State Univ. 1963. U.S.A. (ref. Ettala & Lampila, 1978).

- ROBERTSON, A. 1959. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. *Biometrics* 15:469-485.
- , A., O'CONNOR, L.K. & EDWARDS, J. 1960. Progeny testing dairy bulls at different management levels. *Anim. Prod.* 2:141-152.
- RON, M. & HILLEL, J. 1983. Genotype x environment interaction in dairy cattle and its role in breeding programmes. *Theor. and Appl. Gen.* 66:93-99.
- SAASTAMOINEN, M. 1985. Lypsylehmän karkearehun syöntikyky ja karkearehuruokinnan vaikutus tuotanto-ominaisuuksiin. *Laudatur-työ*. Helsingin yliopisto, Kotieläintieteen laitos. 91 s.
- STONE, J.B., TRIMBERGER, G.W., HENDERSON, C.R., REID, J.T., TURK, K.L. & LOOSLI, J.K. 1960. Forage intake and efficiency of feed utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 43: 1275-1281.
- SYRSTAD, O. 1966. Studies on dairy herd records. IV. Estimates of phenotypic and genetic parameters. *Acta Agric. Scand.* 16:79-94.
- THIESSEN, R.B., HNIZDO, E., MAXWELL, D.A.G., GIBSON, D. & TAYLOR, ST. C.S. 1984. Multibreed comparisons of British cattle. Variation in body weight, growth rate and food intake. *Anim. Prod.* 38:323-340.
- TRIMBERGER, G.W., GRAY, H.G., JOHNSON, W.L., WRIGHT, M.J., VAN VLECK, L.D. & HENDERSON, C.R. 1963. Forage appetite in dairy cattle. *Proc. Cornell Nutrition Conf. Kongr.-Julkaisu*. 33 s. (ref. Miller ym., 1972).
- VAN VLECK, L.D. 1963. Genotype and environment in sire evaluation. *J. Dairy Sci.* 46:983-987.
- & BRADFORD, G.E. 1965. Heritability of milk yield at different environmental levels. *Anim. Prod.* 7:285-290.

- VARO, M. 1959. Sonnien jälkeläisten menestymiseroista eri tuotostasoilla. Valt. Maatal. Koetoin. Julk. 171. 7 s.
- WIGGANS, G.R. & VAN VLECK, L.D. 1978. Evaluation of sires in herds feeding differing proportions of concentrates and roughages. J. Dairy Sci. 61:246-249.
- WIKTORSSON, H. 1971. Studies on the effects of different levels of nutrition to dairy cows. Swed. J. Agric. Res. 1:83-103.
- 1973. Feeding dairy cows during the first part of lactation. I. Comparison of ad libitum versus restricted feeding of hay and concentrate. Swed. J. Agric. Res. 3:153-160.
- & BENGTSON, A. 1973. Feeding dairy cows during the first part of lactation. II. Comparison of ad libitum feeding of Wilted hay crop silage and concentrate blended or separate. Swed. J. Agric. Res. 3:161-166.

Karjojen keskituotoksia kuvaavia tunnuslukuja eri rotutyyppejä edustavissa karjoissa

	Maitotuotos kg		4-% maitot. kg		Rasvat. kg		Valk.t. kg		Rasva-%		Valk.-%	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Rotutyyppi												
Ay N= 14756	5598	850	5913	913	245	38	186	29	4.39	0.25	3.32	0.11
Fr N= 1981	5556	954	5731	986	233	41	181	32	4.21	0.26	3.26	0.11
Sk N= 253	4910	774	5220	840	218	36	164	27	4.44	0.27	3.33	0.12
Seka N= 457	4602	2036	4781	2117	197	87	156	62	4.28	0.25	3.28	0.11
Koko aineisto N= 15463	5557	929	5859	980	242	42	187	28	4.36	0.26	3.31	0.11

Karjoja kuvaavia tunnuslukuja eri rotutyyppejä edustavissa karjoissa.

	Karjan keskikoko		Keskielopaino kg		Sisäruok.päivien lkm.	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Rotutyyppi						
Ay N= 14756	13.7	5-115	471	57	241	199-365
Fr N= 1981	12.4	5-88	487	63	242	200-338
Sk N=253	10.5	5-55	445	65	241	200-273
Seka N= 457	10.5	5-30	405	17	244	200-285

LIITE 2. Arvosteltujen ayrshiresonnien tyttärien lukumäärät
heinä-säilörehu- ja säilörehuvaltaisella ruokinnalla

Sonni	Heinä-säilö- rehuruok.	Säilörehuvalt. ruok.
1	30	23
2	45	34
3	48	37
4	51	60
5	34	24
6	57	71
7	22	23
8	39	27
9	29	21
10	29	21
11	20	35
12	26	28
13	33	21
14	47	35
15	29	26
16	47	34
17	53	26
19	29	32
20	62	66
21	20	34
22	49	46
23	78	90
24	43	38
25	29	26
26	46	54
27	63	20
28	70	54
29	45	20
30	84	24
31	67	82
32	35	23
33	59	80
34	51	71
35	61	27

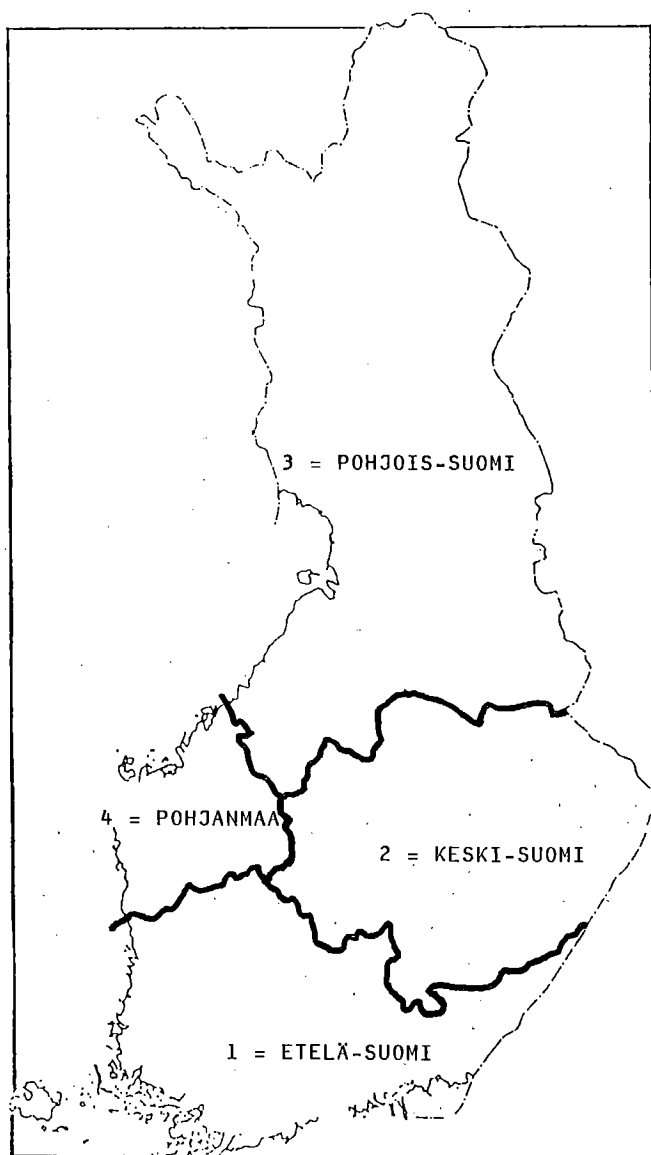
LIITE 3. Arvosteltujen friisiläissonnien tyttärien lukumäärät heinä-säilörehu- ja säilörehuvaltaisella ruokinnalla

Sonni	Heinä-säilörehuruok.	Säilörehuvalt. ruok.
1	34	29
2	34	41
3	68	72
4	39	35
5	66	36
6	79	58
7	22	25
8	39	39
9	55	51
10	73	61
11	27	28
12	70	66
13	58	22
14	42	65

LIITE 4.

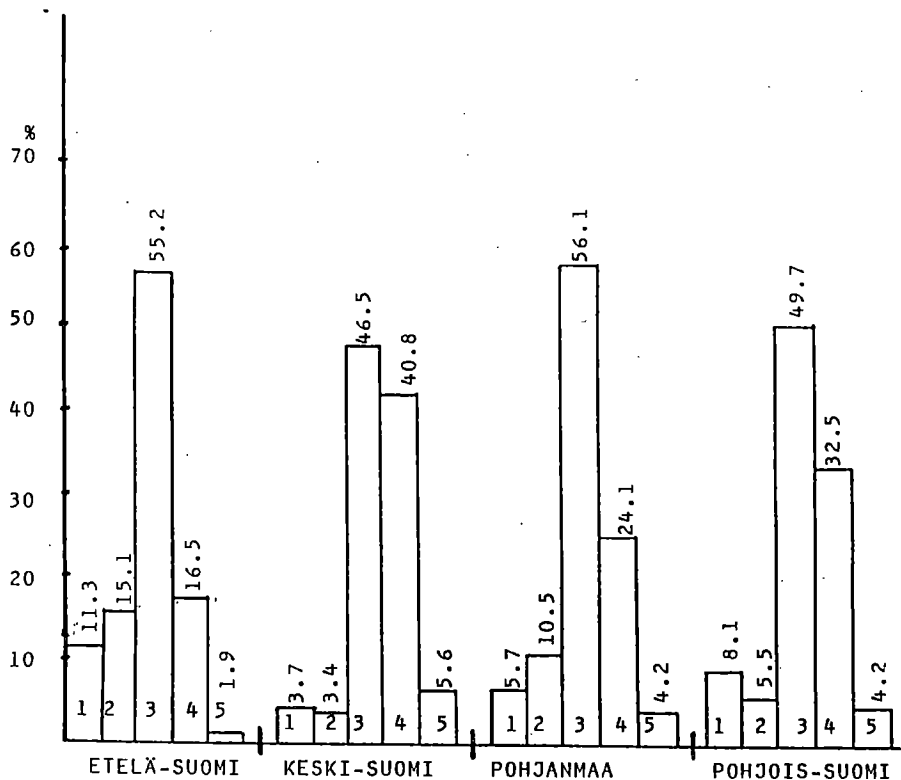
Arvosteltujen sonnien tyttärrien keskimääräinen 305 päivän
4-% maitotuotos (kg) eri ruokintaluokissa.

	Heinä-säilörehuruokinta			Säilörehuvaltainen ruokinta		
	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n
Ayrshire	5176	854	1583	5345	880	1382
Friisiläi- nen	4921	880	706	5120	898	628



Aluejako.
(Saastamoinen, 1985)

LIITE 6.



. Eri säilörehuruokintatyyppien jakaantuminen alueittain.

1. säilörehua 0 kg/pv , heinäruokinta
2. "- alle 10 kg/pv
3. "- 10-25 kg/pv , heinä-säilörehuruokinta
4. "- 25-40 kg/pv , säilörehuvaltainen ruokinta
5. "- yli 40 kg/pv , säilörehua vapaasti

(Saastamoinen, 1985)

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. Progradu-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 lihanautauden 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 sonniin 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 pakastespermalla. 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 sähkönsäilytyskykyyn vaikuttavat tekijät ja säilytyskyvyn käyttömahdollisuuksista utaretulehduksen vastustamisessa. Pro gradu-työ, 68 s.
64. SYVÄJÄRVI, J., 1984. Tutkimuksia maitorotuisten sonnien jälkeläisarvostelun varmistamiseksi ja monipuolistamiseksi. Licensiaattityö, 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 tuotanto-ominaisuuksissa. Pro gradu-työ, 89 s.
70. SAASTAMOINEN, M., 1985. Lypsylehmän karkearehun syönti- ja hyväksikäyttökyvyn jalostusmahdollisuudet. Pro gradu-työ, 76 s.