

## Selostus nautakarjatalouden jatkokoulutuskurssista

The Management and Breeding of Cattle  
Edinburgh — Aberdeen  
7.—20.5.1978

Marcus von Bonsdorff  
Itä- ja Keski-Suomen Keinosiemennysyhdistys

Matti Näsi  
Kotieläintieteen laitos

Juha Seppälä  
Maatalouskeskusten liitto

Tapani Hellman  
Kotieläinten jalostustieteen laitos

Hilkka Kenttämies  
Kotieläinjalostuslaitos

---

Helsinki 1979

**Julkaisijat:**

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

SELOSTUS NAUTAKARJATALOUDEN JATKOKOULUTUSKURSSISTA

The Management and Breeding of Cattle

Edinburgh - Aberdeen

7.-20.5.1978

Marcus von Bonsdorff

Matti Näsi

Juha Seppälä

Tapani Hellman

Hilkka Kenttämies

# SISÄLLYSLUETTELO

## Selostus

### Marcus von Bonsdorff:

LISÄÄNTYMINEN .....	1
MUNASOLUN SIIRTO .....	3
NAUTOJEN KS-JALOSTUS .....	7
KEINOSIEMENNYSSONNIEN VALINTA .....	8

### Matti Näsi:

ENERGIAN HYVÄSIKÄYTTÖ MÄREHTIJÖILLÄ .....	9
MÄREHTIJÄIN RUOANSULATUS JA VALKUAISEN HYVÄSIKÄYTTÖ .....	13
MÄREHTIJÄIN RAAKAVALKUAISEN TARPEEN MÄÄRITTÄMINEN .....	19
KARKEAREHUN SYÖNTI JA HYVÄSIKÄYTTÖ .....	24
VILJAN PROSESSOINTI MÄREHTIJÖILLE .....	29
LEHTIPROTEIINI .....	33

### Juha Seppälä:

LYPSYLEHMIEN RUOKINNAN JÄRJESTÄMINEN .....	35
LEHMIEN HOIDOSTA .....	39
TIETOKONEELLA TAPAHTUVA RUOKINNANSUUNNITTELU SKOTLANNISSA .....	40
VASIKOIDEN JUOTTORUOKINTA .....	41
LIHANAUTOJEN KASVATUS- JA RUOKINTAMENETELMÄT SKOTLANNISSA .....	43
LAIDUNRUOHON SYÖNTI JA HYVÄSIKÄYTTÖ .....	53

### Tapani Hellman:

VALINNAN KOHTEET KARJANJALOSTUKSESSA .....	56
LYPSYKARJAN JALOSTUSNÄKYMÄT .....	59
PIHVIKARJAN VALINTAOHJELMAT .....	65

### Hilkka Kenttämies:

NAUDANLIHANTUOTANTO ISOSSA-BRITANNIASSA .....	69
---	----

## Selostus nautakarjatalouden jatkokoulutuskurssista

### The Management and Breeding of Cattle

Kurssin järjestäjinä toimivat Edinburgh School of Agriculture ja Animal Breeding Research Organisation. The British Council vastasi kurssin taloudellisesta tuesta. Kurssin johtajana toimi Dr. J.H.D. Prescott. Luennoitsijoina olivat alan kansainvälisesti johtavat asiantuntijat mm. seuraavista tutkimuslaitoksista: Grassland Research Institute, Hill Farming Research Organisation, the Meat and Livestock Commission sekä Newcastle'n ja Nottinghamin yliopistot. Luentojen ohella oli semi-naari- ja laboratoriotyöskentelyä sekä tutustumiskäyntejä eri laboratorioihin, tutkimusasemiin, koetiloihin ja maatiloille.

#### Kurssilla pidetut luennot:

##### Lisääntymisfysiologia

BULMAN, C. & LAMMING, G.E.: Control and manipulation of reproduction  
WILMUT, I.: Twinning and embryo transplantation  
LOWMAN, B.G. & DEAS, W.: Nutrition, condition and cow fertility

##### Ravitsemus ja ruokinta

THOMAS, P.: Energy utilisation  
ARMSTRONG, D.G.: Ruminant digestion and protein utilisation  
WILKINSON, J.M.: Intake and utilisation of conserved forage  
HODGWON, J.: Intake and utilisation of grazed herbage  
PRESCOTT, J.H.D.: Complementary use of grain and forage  
BREMNER, I.: Trace metal requirements of calves

### Rehujen prosessointi

JONES, A.S.: Fractionation of green crops  
GREENHALGH, J.F.D. & PIRIE, R.: Alkali treatment of straw  
KAY, M.: Replacement of barley by fodder crops for cattle  
ØRSKOV, E.R.: Processing of cereals

### Hoitotyöt ja ympäristötekijät

LEAVER, J.D.: Grazing systems for dairy cows  
BAKER, R.D.: Beef production from forages  
BELL, E.M. & NICOLSON, T.: Large, high-yielding dairy herds  
HINKS, C.E. & BARBER, D.M.L.: Dairy calf rearing  
LOWMAN, B.G.: Beef calf production  
RUTTER, W.: Feeding and finishing cattle  
EADIE, J.: Cattle production from hills and uplands

### Nautakarjanjalostus

TAYLOR, St.C.: Selection objectives  
HINKS, C.J.M.: Dairy cattle breeding schemes  
SMITH, C.: Beef cattle selection programmes  
O'CONNOR, K.: National dairy cattle improvement programme  
THIESSEN, R.: Breed variation: growth and feed efficiency  
SOUTHGATE, J.R.: Beef breed evaluation  
KILKENNY, B.J.: Matching breeds and feeding systems  
CUTHBERTSON, A.: Carcass quality and classification  
ROBERTSON, A.: A perspective on cattle breeding  
KAY, M. & WEBSTER, A.J.F.: Growth and body composition of beef cattle

Kurssilla oli yhteensä 28 osallistujaa 17 eri maasta. Suomalaisia osanottajia oli viisi. Agronomien Yhdistyksen täydennyskoulutusrahasto kustansi agr. Marcus von Bonsdorffin, MMK Hilikka Kenttämiehen ja MMK Juha Seppälän sekä August Johannes ja Aino Tiuran Maatalouden tutkimussäätiö MMK Tapani Hellmannin ja MML Matti Näsin osallistumisen kurssille.

## LISÄÄNTYMINEN

### Lisääntymisen säätely ja sen hyväksikäyttö

Maidon- ja lihantuotanto riippuu vasikoiden säännöllisestä saannista. Isossa-Britanniassa on arvioitu, että paras kannattavuus sekä maidon- että naudanlihantuotannossa saadaan, kun lehmien poikimaväli on yksi vuosi. Ihannetapauksissa tuottajan olisi mahdollista tarkasti määrittää, milloin hänen lehmänsä tiinehtyvät, mikä auttaisi ja helpottaisi suu- resti karjanhoitoa.

Lehmän kiimakierto on yleensä 21 päivää. Munasolujen irtoaminen tapahtuu n. 30 t kiiman oireiden loputtua. Lehmän kiimaan tulon aiheuttaa eri hormonien toiminta. Veren hormonien mittauksessa on viime aikoina tapahtunut paljon edistystä, vaikka vieläkään ei varmuudella tiedetä kaikkia tekijöitä, jotka aikaansaavat kiiman.

Yleisin menetelmä lisääntymisen säätelyssä on progesteronihormonin antaminen lehmälle 9 vrk:n aikana, eli siksi kunnes eläimen oma keltarauhanen on surkastunut. Kun hormonin antaminen lopetetaan, eläin tulee kiimaan 2 - 3 vrk:n kuluttua.

Toinen menetelmä on antaa eläimelle  $PGF_{2a}$ -hormonia, joka saa aikaan keltarauhasen surkastumisen määrättyssä ajassa. Mikäli ko. hormonia tai sen analogeja annetaan lehmälle kiimakierron 4 - 16 p:nä, aiheuttaa se keltarauhasen surkastumisen. Jos eläimelle annetaan kaksi ruisketta 11 vrk:n välein, tulevat kaikki käsitellyt eläimet kiimaan samaan aikaan n. 3 - 4 vrk käsittelyn jälkeen.

Kiiman säätelyn etu on siinä, että se helpottaa kiiman havaitsemista ja eläinten samanaikaista siementämistä. Tästä on hyötyä etenkin hiehojen ja lihakarjalehmien siementämisessä, koska niiden kiimaa on usein vaikea havaita.

Vaikka tällä hetkellä on käytettävissä menetelmiä, joilla kiimaa voidaan säädellä, ei tule unohtaa hoidon merkitystä lehmien tiinehtymisessä. Lisäksi on todettu, että nämä säätelymenetelmät eivät vielä ole täysin varmoja.

Käytännössä lehmillä esiintyy usein tiineytymishäiriöitä poikimisen jälkeen. On todettu, että tiineellä lehmällä on maidossa normaalia korkeampi progesteronipitoisuus. Isossa-Britanniassa käytetään tätä tietoa hyväksi ottamalla maitonäytteitä kaksi kertaa viikossa ja tutkimalla niiden progesteronipitoisuus. Tulokset osoittavat, että lehmän tiineys voidaan todeta 70 %:n varmuudella n. 30 vrk:n kuluttua siemennyksestä.

#### Sonnin vaikutus hedelmällisyyteen lihakarjoissa

Isossa-Britanniassa vain n. 10 % lihakarjoista käyttää keinosiemennystä johtuen suurelta osalta lihaeläinten kiiman vaikeasta havaitsemisesta. Keinosiemennystä koskevat säännökset mahdollistavat tällä hetkellä pakastesperman säilyttämisen tilalla ja tuottajan kouluttamisen toimilupasiementäjäksi. Onkin oletettavaa, että keinosiemennystoiminta tulee laajenemaan varsinkin syys- ja talvipoikivissa karjoissa. Jotta keinosiemennyksellä saavutettaisiin suurin mahdollinen hyöty, tulisi käyttää joko progesteronia tai prostaglandiinihormoneja kiimojen säätelämiseksi. Viime vuosina näitä onkin käytetty, mutta tulokset ovat vaihdelleet eivätkä vielä ole täysin tyydyttäviä.

Sonnien merkitys karjan hedelmällisyydelle on kuitenkin vielä suuri, koska useimmissa lihakarjoissa käytetään sonnina lehmien tiineyttämiseksi. Karjojen koko on keskim. 70 - 80 lehmää, ja niissä on 2 - 3 sonnina. Viime vuosikymmenen aikana ovat lihalehmät yhä useammin siirtyneet poikimaan syys- joulukuun aikana. Koska samaan aikaan karjojen keskikoko on huomattavasti suurentunut ilman lisäystä sonnien lukumäärässä, paine sonnina kohtaan voi siksi olla huomattava, etenkin, kun sonnina tulisi saada karjan lehmät tiineiksi vain 2 - 3 kuukauden aikana.

Karjan huonon hedelmällisyyden syy löytyy yhtä usein sonnista kuin ruokinnastakin. Sonni voi tulla steriiliksi tai sillä on heikentynyt tiineyttämiskyky, heikko astumishalu tai jalkavikoja. Siksi on tärkeitä, että sonni tarkastetaan huolellisesti (rakenne, astumiskyky, astumishalu ja siemennesteen laatu) ennenkuin se päästetään karjaan. Sukuelinsairauksien osalta tilanne Isossa-Britanniassa on niin sonnina kuin lehmienkin osalta tyydyttävä.

## MUNASOLUN SIIRTO

Lehmän käytön tehokkuutta sekä maidon- että naudanlihantuotannossa ja jalostuksessa rajoittaa se, että lehmältä saadaan vain yksi vasikka vuodessa. Siksi viime aikoina on tunnettu suurta mielenkiintoa munasolun siirtotekniikan kehittämiseen hyvien lehmien tehokkaamman lisääntymisen aikaansaamiseksi.

### Nykyiset menetelmät

#### Alkioiden kerääminen

Lehmän käsittely gonadotrooppisella hormonilla on välttämätöntä, jotta saadaan aikaan superovulaatio (useampi munasolu irtoa samassa kiimassa). Yleinen käytäntö on, että lehmälle annetaan 2 000 - 3 000 k.y. tiineen tamman seerumin gonadotropiinia ja 48 tunnin kuluttua annetaan prostaglandiinihormonia, jotta keltarauhanen surkastuu. Tällöin suurin osa eläimistä tulee kiimaan 48 tuntia ruiskeen antamisen jälkeen. Hoito on tehokas, mikäli se annetaan lehmälle kiimakierron 8 - 15 pv:n aikana.

Superovuloidut eläimet tulee siementää runsailla sperma-annoksilla kiiman aikana ja toisen kerran 24 t kiiman päättymisestä. PMSG-hormonikäsittelyn lopulliseen tulokseen vaikuttavat lisäksi eläinyksilö, yksilöllinen kiimakierto, lehmän rotu, lehmän kunto, vuodenaika yms.

Superovulaatiomenetelmällä saatujen alkioiden määrät vaihtelevat hyvin paljon (1 - 22 alkiota/käsittely). Käytännössä on yleensä saatu 3 - 4 munasolua/superovulaatio. Rotujen välillä esiintyy kuitenkin vaihtelua (friisiläinen 1 alkiota/käsittely, Limousin 2.19, Charolais 2.50, Blonde d'Aquitane 3.65 ja Maine Anjou 3.8). Yleisesti voidaan sanoa, että maitroduilla saadaan 3 - 4 alkiota/käsittely, mutta liharoduilla keskim. 6 - 7 kpl.

Alkioiden kerääminen tapahtuu seitsemän vuorokauden kuluttua kiiman alkamisesta. Käytännössä on ollut kaksi menetelmää; yksinkertainen kaksivaiheinen kateetteri tai kolmivaiheinen kateetteri. Kohdun suu tukitaan kanyylillä, jonka läpi siirretään nestettä kohtuun ja huuhdellaan se. Huuhteluneste otetaan talteen ja siitä kerätään alkiot.



### Alkioiden siirtäminen

Ilman kirurgisia toimenpiteitä suoritettut alkionsiirrot ovat parhaiten onnistuneet tri Cassoun kapillaarilla, jota käytetään myös lehmää keino-siemennettäessä. Tulokset ko. menetelmällä vaihtelevat 20 - 60 prosenttiin. Syitä tulosten vaihteluun ei vielä tiedetä, mutta näyttää siltä, että on tärkeätä käyttää steriiliä tekniikkaa joka vaiheessa, käyttää lehmiä, jotka ovat tottuneet ko. käsittelyyn ja varmistaa, että vastaanottajalehmän kiimakierto on normaali. Ennenkaikkea on tärkeätä, että henkilö, joka alkioiden siirron suorittaa, on tottunut työhön.

Kirurgisin menetelmin suoritettulla alkionsiirrolla saavutetaan parempia tiineystuloksia, mutta menetelmä vie enemmän aikaa ja sitä on vaikea toteuttaa maataloilla. Syytä huonompiin tiineytymistuloksiin ei-kirurgisella menetelmällä ei vielä tiedetä. Tiineytymistulokset riippuvat myös siitä, miten tarkasti vastaanottajalehmä on samassa kiiman vaiheessa kuin luovuttajalehmä. Jos molemmat eläimet ovat täysin samassa vaiheessa, tiineytymistulos on 91 %, jos eroa on + 1 vrk, tiineytymistulos on 52 - 56 %. Jos ero on + 2 vrk, on tulos 20 - 30 %.

### Alkioiden pakastaminen ja erottelu

Alkioiden pakastaminen nestemäisessä typessä on tällä hetkellä mahdollista. Myöhäisessä morula-vaiheessa tai aikaisessa blastosysti-vaiheessa pakastettujen alkioiden eloonjäämisprosentti on ollut n. 60. Tällä hetkellä alkioiden pakastetekniikka ei vielä ole käytännössä.

Alkioiden erottelu sukupuolen mukaan on myös ollut kokeiltavana. Sukupuolet on 60 prosentin varmuudella voitu erottaa toisistaan 12 - 15 vrk:n kuluttua munasolun hedelmöityksestä. Menetelmä on vielä liian hankala otettavaksi käytäntöön.

### Käytännön tulokset

Alkionsiirrosta on käytännössä saatu 1 - 3 vasikkaa siirtoa kohti. Superovulaatio ja alkion siirto voidaan uusia joka 30. päivä, jolloin lehmältä voidaan saada 10 - 30 vasikkaa vuotta kohti. Menetelmät ovat kalliita (yhden alkion siirtomaksu on n. 2 500 mk), ja siirron onnistuminen on vielä epävarmaa. Em. syistä alkioiden siirto nykyisellään tulee kysymykseen vain poikkeustapauksissa:

a) Vienti

Pakastettuja alkioita voidaan varastoida helposti ja pitää karanteenissa ennen vientiä. Pakastesäiliö on helpompi siirtää kuin aikuinen nauta. Lisäksi voidaan vähentää stressiä, joka aiheutuu eläimelle uusiin olosuhteisiin siirtämisestä. Samoin helpottuu eläimen totuttaminen uusiin eläintauteihin.

b) Harvinaisten tai arvokkaiden eläinten lisääminen

Alkionsiirtoa kannattaa määrättyissä tilanteissa käyttää harvinaisen rodun tai erittäin arvokkaiden siitoseläinten lisäämiseksi.

c) Keinosiemennyssonnien tuottaminen

Osa Ison-Britannian ks-keskuksissa käytettävistä sonneista on tuotettu siementämällä tarkoin valitut sonninemät nimetyillä sonneilla. Sonnien tuottamisessa esiintyy kuitenkin hankaluuksia, sillä valittujen sonninemien tuotantovaatimus on erittäin korkea ja siemennyssopimusten hankkimisessa on todettu olevan käytännön vaikeuksia. Lisäksi vain puolet syntyneistä vasikoista on sonnivasikoita. Alkionsiirto ei voi vaikuttaa merkittävästi keinosiemennyssonnien valintaan, mutta se lisää mahdollisuuksia suuremman munasolumäärän saantiin todella hyvistä sonninemistä. Myös lihanautojen valinnassa olisi alkionsiirrolla merkitystä, koska menetelmän avulla voitaisiin fenotyyppitestata myös hiehoja, ja testauksessa parhaiten menestyneistä otettaisiin eläimet karjan uusimista varten.

d) Kaksosvasikoiden tuottaminen

Alkionsiirron käyttämisen eräs mahdollisuus on kaksosvasikoiden tuottaminen lihantuotantoa varten. Jos parittamattomille vastaanottajalehmille siirretään kaksi alkioita/eläin, ja siirrosta tiinehtymättömät paritetaan normaalisti, voidaan odottaa saatavan enintään 158 vasikkaa/100 vastaanottajaeläintä. Vaikka on selvää, että kaksosia tuottamalla lisätään selvästi lihantuotantoa, ei kuitenkaan ole varmaa, että lisätuotanto korvaa aiheutuneet kustannukset. Alkionsiirron vaatiman kustannukset lisäksi emän rehuntarve lisääntyy, pienet kaksosvasikat vaativat tehokkaamman hoidon ja ruokinnan ja emä tarvitsee synnyty sapua todennäköisesti useammin kuin synnyttäessään yhden vasikan.

Nykyään käytössä olevien alkionsiirtomenetelmien avulla voidaan parantaa eläinten lisääntymistä, mutta tuloksia voidaan parantaa. Erityisesti eikirurgisen siirtomenetelmän ja superovulaatiotekniikan kehittämällä,

mahdollisuudella hedelmöittää munasolu in vitro ennen siirtoa tai mahdollisuudella määrittää alkion sukupuoli, olisi merkittävä arvo kotieläintuotannossa.

## NAUTOJEN KS-JALOSTUS

Skotlannissa on lypsylehmiä n. 297 000 ja n. 529 000 lihalehmää. Lypsykarjojen keskilehmäluku on 71. Lypsylehmistä keinosiemennetään vain vajaa 50 %. Englannissa ja Wales'issa on keinosiemennyksen käyttö karjoissa seuraava: 65 % käyttää vain keinosiemennystä, 35 % käyttää sekä keinosiemennystä että astutusta. Skotlannissa ovat vastaavat luvut 16 ja 54 %, karjoista 35 % ei käytä ollenkaan keinosiemennystä.

Lypsykarjojen rotujakauma Skotlannissa on seuraava: ayrshire 47 %, friisiläinen 28 % ja muut 25 %. Englannissa ja Wales'issa ovat vastaavat luvut: 4, 81 ja 15 %. Friisiläisrodun käyttö on viime aikoina voimakkaasti lisääntynyt.

Karjantarkkailuun kuuluu n. 40 % kaikista karjoista. Tarkkailukarjojen keskituotos oli 4 172 kg maitoa tarkkailuvuonna 1976/77 ja ei-tarkkailujen karjojen 3 752 kg.

Karjojen tuotostaso oli seuraava: ainoastaan keinosiemennystä käyttävien 3 750 kg, jonkun verran keinosiemennystä käyttävien 4 034 kg, ja ei olleenkaan keinosiemennystä käyttävien 3 770 kg. Karjat, jotka käyttävät ainoastaan keinosiemennystä, olivat keskimääräistä heikompia ja pienempiä karjoja.

## KEINOSIEMENNYSSONNIEN VALINTA

Isossa-Britanniassa on jokaisella karjarodulla oma jalostusyhdistyksensä ja jokaisella yhdistyksellä oma ks-jalostusohjelmansa. Tosin ohjelmat eivät kovin paljon poikkea toisistaan.

Maitorotujen sonneja ei fenotyypiteta kasvutaipumuksen suhteen, vaan sonnit ostetaan suoraan keinosiemennysasemille. Sonnien isinä ja eminä tulee olla keinosiemennyssonnien vanhemmiksi hyväksytyjä eläimiä. Kun nuoresta sonnista on pakastettu siementä (ranskalaisia olkia), käytetään spermaa sopimuskarjoissa n. 350 lehmälle. Sopimuskarjat sitoutuvat käyttämään nuoria sonneja ja kasvattamaan hiehoiksi puolet nuorsonnisiemenyksistä syntyneistä lehmävasikoista. Vastineeksi karjanomistaja saa 6 puntta jokaisesta tunnistetusta nuoren sonnin lehmävasikasta ja 15 puntta jokaisesta nuoren sonnin tyttären ensimmäisestä täydestä tuotosvuodesta. Lisäksi sopimuskarjoilla on etuoikeus käyttää keinosiemennysaseman parhaita sonneja vastaava määrä kuin ne ovat käyttäneet nuoria sonneja.

Kun nuoresta sonnista on tenty tarvittavat siemennykset jälkeläisarvostelua varten, sonni siirretään usein johonkin karjaan astumaan lehmiä. Sen lopullinen kohtalo ratkeaa jälkeläisarvostelun valmistuttua. Hyvän jälkeläisarvostelun saaneet sonnit otetaan ks-käyttöön, muut teurastetaan. Jälkeläisarvostelun perusteella n. 1/7 sonneista hyväksytään keinosiemenkäyttöön.

Sonnien arvostelussa huomioidaan tyttärien tuotostason lisäksi epänormaalit vasikat, poikimisvaikeudet ja tyttärien rakenne. Muutamat ks-sonnit jälkeläisarvostellaan myös lihantuotanto-ominaisuuksien perusteella, mutta tämä toiminta on varsin rajoitettua.

Melkein puolet Skotlannin ks-asemien siementuotannosta menee vientiin 30 eri maahan, joten ulkomainen myynti on huomattavaa. Vienti asettaa omat rajoituksensa toimintaan ja mm. tätä varten on olemassa erillinen karanteenivarasto, jossa kaikki siemen säilytetään erillään kotieläimistä.

## ENERGIAN HYVÄSIKÄYTTÖ MÄREHTIJÖILLÄ

Optimituotokseen päästäkseen eläimen on saatava rehusta kaikki tarvitsemansa ravintoaineet mukaan lukien vitamiinit ja kivennäiset. Käytännön tilaolosuhteissa rehusta saatava energia on useimmiten rajoittavana tekijänä, huomattavasti useammin kuin valkuainen. Aikaisemmin selvitettiin lähes yksinomaan eläimen ravinnontarvenormeja, mutta nykyisin eläimen energian käyttöä tarkastellaan kokonaisuutena maatalouden energian hyväksikäytössä.

### Ravintoaineiden sulatus

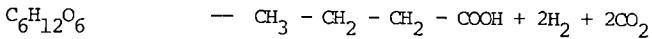
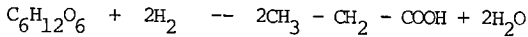
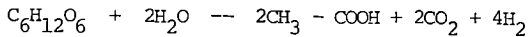
Energian sulatusta tapahtuu ruoansulatuskanavan eri osissa ja imeytyvien sulatusten lopputuotteiden koostumus vaihtelee johtuen dieetin kemiallisesta koostumuksesta, rehun prosessointitavasta ja -asteesta ja ruokinnan määrästä. Lampaalla sulaa kokonaisenergiasta pötsissä 23-87 %, ohutsuolessa 17-51 % ja paksusuolessa 4-26 %. Tuoreen tai kuivatun ruohon sulavasta energiasta sulaa mahoissa 65-70 %; 20-25 % ohutsuolessa ja 13-15 % paksusuolessa. Helppoliukoiset hiilihydraatit sulavat pötsissä lähes täydellisesti. Sulavasta selluloosasta fermentoituu pötsissä 90-95 % ja hieman vähemmän sulavasta hemiselluloosasta. Sulamattomat hiilihydraatit, rehun pitkäketjuiset rasvahapot, osittain sulanut rehuvalkuainen ja pötsissä syntetisoitunut mikrobimassa kulkeutuu ohutsuoleen, jossa ne sulavat imeytymiskelpoisiksi lopputuotteiksi. Solunseinämähiilihydraattien sulatusta tapahtuu umpi- ja paksusuolessa.

Kun korsirehu vanhenee ja lignifioituu, sen sulavuus pötsissä laskee ja energian imeytyminen ohutsuoletta vähenee mutta lisääntyy paksusuoletta. Pötsisulatus vähenee myös jos korsirehu on jauhettu hienoksi ja jossain tapauksissa kun ruokintatasoa on nostettu. Tärkkelyksen lisäys karkearehudiettiin vähentää sellulolyyysiä sekä lisää selluloosan ja tärkkelyksen kulkeutumista ohutsuoletta.

### Rehuenergian käyttö kudosten kasvuun ja maidontuotantoon

Pötsissä muodostuvat ja imeytyvät haihtuvat rasvahapot ovat märehitjän tärkein energianlähde. Mikrobiologisilla tekijöillä on erityisen suuri merkitys VFA:n tuotantoon. Pötsifermentaatiolle on ominaista, että se tapahtuu käytännöllisesti katsoen anaeroibeissa olosuhteissa. Tämän takia bakteerit voivat käyttää energiaa vain hyvin vähän, ja suurin osa rehujen hiilihydraattien energiasta tulee aerobisen isäntäeläimen käyttöön.

Pötsifermentaatiot ovat seuraavia ja niitä on mahdollista mitata metaanin ja hiilidioksiidituotannon perusteella



Heksoosin fermentaatiossa muodostuu etikka-, propioni- ja voi happoa sekä vetyä. Muodostunut vety pelkistää  $CO_2$   $CH_4$ :ksi.

Näistä peruskaavoissa on johdettu yhtälö, josta on mahdollista laskea hiilihydraateista peräisin olevan energian muuntuminen VFA:ksi

$$E = \frac{0,622 Pa + 1,092 Pp + 1,560 Pb}{Pa + Pp + Pb}$$

Muuntamistehokkuus laskee etikkahapon osuuden lisääntyessä. Tämä johtuu eroista sitoa vetyä. Propionihappoa tuotetaan hyvin tehokkaasti, koska se käyttää vedyn, joka muuten ei sitoutuisi isäntäeläimeen vaan muuttuisi metaaniksi ja poistuisi röyhtäisyinä. Lämpöhäviöt fermentaatiossa, eli erot fermentoidun heksoosin energian ja lopputuotteen energian välillä ovat lähes vakioita, ja ero on noin 6,4 % fermentoidusta energiasta. Metaanin muodostuminen käytännössä vaihtelee 7-21 % fermentoidun hiilihydraattien energian määrästä, ja sulavasta energiasta 6-17 %.

Pötsissä sulavasta energiasta muodostavat lyhytketjuiset rasvahapot 75-88 %, joidenkin lähteiden mukaan 61-93 % (BEEVER ym. 1976).

Rasvahaposeoksen koostumus vaihtelee dieetin mukaan. Pitkällä korsirehulla syötettäessä on tyypillinen seos runsaasti etikkahappoa sisältävä; etikkahappo 65-74 %, propionihappo 15-28 % ja voi happo 8-16 % mol. Lisättäessä väkirehua korsirehudieettiin laskee etikkahapon osuus ja propionihapon osuus lisääntyy.

#### Rehun muuntokelpoisen energian ja imeytyvien lopputuotteiden hyväksikäyttö

##### Ylläpito

Ylläpitoon käytetyn muuntokelpoisen energian hyväksikäyttö vaihtelee dieetin koostumuksen mukaan.

$$km = 54,6 + 0,3 \cdot Qm$$

$Qm$  = bruttoenergian muuntokelpoinen energiasisältö ylläpito-  
tasolla ruokittaessa

Energian hyväksikäyttö ylläpitoon paranee kun rehun energiasisältö lisääntyy, mutta kuitenkin hyväksikäytön vaihtelut ovat pieniä ja normaalisti arvot ovat 67-75 %. Pötsiin lisättyjen rasvahaposeosten hyväksikäyttö on 83-87 % (km), eikä seoksen koostumuksella ole juuri vaikutusta. Juokutusmahaan johdetun glukosin ja kaseiinin sulavuudet ovat 100 ja 81 %.

### Kasvu ja lihotus

Kasvuun ja lihotukseen käytetyn muuntokelpoisen energian hyväksikäyttö on

$$kf = 0,81 \cdot Q_m + 0,3$$

Hyväksikäyttö paranee dieetin energia-arvon noustessa. Tavallisesti käytetyillä rehuilla (kf) on 36-60 %.

Rasvahaposeoksen hyväksikäyttö lihotukseen vaihtelee ollen propionihapolla tai voihapolla 56-63 % ja etikkahapolla 33 %. Juokutusmahaan johdetulla glukosilla (72 %) tai kaseiinilla (80 %) on korkeammat arvot. Rasvahapojen (kf) hyväksikäytöstä on viimeaikaisissa tutkimuksissa saatu korkeampia arvoja.

### Maidontuotanto

Energian hyväksikäyttö maidontuotantoon ( $k_{10}$ ) vaihtelee hyvin vähän yleisesti käytetyillä rehuilla ollen 65-70 %. Käyttämällä eri seossuhteita mailasta ja väkirehua, jolloin dieetin ME-arvo vaihteli 11,0 MJ/kg - 12,6 MJ/kg, ei eroja todettu olevan, ja keskimääräinen hyväksikäyttö ( $k_{10}$ ) oli 66 %. Dieetin koostumuksella on kuitenkin vaikutusta maidon rasvapitoisuuteen ja rasvan kertymiseen kudoksiin. Propionihappo näyttää lisäävän rasvan kertymistä. Rasvoittuminen lypsävällä eläimellä on hyvin tehokasta. Erikkahappo lisää maidon eri aineosien tuotosta, erikoisesti maidon rasvapitoisuutta. Propionihappo laskee maitorasvaa mutta lisää maidon valkuaisia.

### Laktaatiokausi

Maidontuotanto lisääntyy poikimisen jälkeen nopeasti saavuttaen huippunsa 4-6 viikon kuluttua poikimisesta. Normaali ruokinnalla lisäys on 2-2,5 % viikossa. Lehmän syönti lisääntyy poikimisesta, mutta maidontuotannon energiatarve tulee tyydytetyksi vasta 4-8 viikkoa herumishuipusta. Tästä johtuen lehmä käyttää kudosvarastoja energialähteeksi ja sen elopaino vähenee. Laktaatiokauden lopulla kudosvarastot täydentyvät. Brosterin tutkimusten mukaan laktaatiokauden alussa lehmä käyttää saatavissa olevan energian maidontuotantoon, joten lisäruokinta johtaa korkeaan herumishuippuun. Myöhemässä laktaatiovaiheessa ei energiali-



säyksellä ole yhtä hyvää vaikutusta tuotokseen.

### Eläinten hoito ja energian hyväksikäyttö

#### Rehujen valinta

Lypsylehmien ja lihakarjan rehujen valinta ja ruokkiminen tuotostasoa vastaavasti ottamalla huomioon kuiva-aineen syönnin on tärkeä päämäärä. Korkeaan tuotokseen pääseminen edellyttää energiarikkaiden rehujen käyttöä. Tärkeää on karkearehun energia-arvon parantaminen, jolloin väkirehun määrää voidaan vähentää. Rasvan lisäys rehuseoksiin on mahdollista 8 % saakka.

#### Rehuyhdistelmä

Rehuyhdistelmää suunniteltaessa on otettava huomioon rehujen yhteisvaikutus niiden sulavuuteen, erityisesti tärkkelyksen vaikutus kuidun sulavuuteen. Karkearehuvaltaisella dieetillä väkirehulisä laskee karkearehun syöntiä. Säilörehuruokinnalla keinokuivatulla ruoholla ja öljykakuilla ei ole vaikutusta säilörehun syöntiin.

#### Rehujen prosessointi

Monilla eri fysikaalisilla ja kemiallisilla prosessoineilla sekä viljalla että karkearehulla voidaan lisätä syöntiä ja parantaa ravintoarvoa. Korsirehun jauhaminen ja pelletointi lisää kuiva-aineen syöntiä. Energian sulavuus laskee, mutta vaikutus muuntokelpoiseen energiaan on vähäinen, koska metaanihäviö vähenee. Oljen lipeä- tai ammoniakikäsittelyllä voidaan energiaarvoa lisätä.

Rehun aineosien suojauskella voidaan sulatuspaikkaa muuttaa. Formaliinikäsittelyllä saadaan rehuvalkuainen kulkeutumaan pötsin ohi hajoamatta ohutsuoleen, jossa se sulaa. Runsaasti rasvaa sisältävillä lisäyksillä olisi merkitystä laktatiokauden alussa. Suojaamalla rasva se kulkeutuisi pötsin ohi suoleen.

## MÄREHTIJÄIN RUOANSULATUS JA VALKUAISEN HYVÄKSIKÄYTTÖ

Pötsiin tuleva raakavalkuainen joutuu välittömästi bakteerihajoituksen kohteeksi ja vapautuvat typpelliset yhdisteet tyydyttävät mikrobien typpentarpeen. Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat, että pötsissä muodostuva mikrobimassa on ensisijaisesti riippuvainen ravinnon fermentoituvasta energiasta. Juoksumahaan tuleva eläimelle käyttökelpoinen valkuainen on osittain mikrobiproteiinia ja osittain pötsin ohi kulkeutunutta hajoamatonta valkuaista.

### Pötsin typpiaineenvaihdunta

#### Pötsimikrobien typenlähteet

Ammoniumtyppi ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) on pötsimikrobien tärkein typenlähde. Siten urea tai muu NPN voi olla märehtijän yksinomaisena rehuvalkuaisen lähteenä. Huomattava osa pötsimikrobien syntetisoimasta valkuaisesta on muodostunut rehuvalkuaisen aminohapoista sekä peptideistä. Erityisesti pötsibakteerit käyttävät rikkipitoisia aminohappoja sellaisenaan. Mikrobiproteiinin rikistä 52-57 % on sulfidipoolista (epäorganista) ja loppuosa suoraan rehuista saadusta aminohapoista.

#### Pötsialkueläinten typenlähteet

Alkueläinten typenlähteen vaatimuksia ei tunneta kovin tarkasti. Ne eivät kuitenkaan käytä  $\text{NH}_3\text{-N}$  ja niiden valkuaisen tarve tulee tyydytettyä rehu- tai bakteerivalkuaisella. On laskettu, että Endodinia voi kuluttaa  $10^8$  bakteeria minuutissa, joka vastaa 90 g ka bakteerimassaa 24 tunnin aikana. Endodinin ottamasta valkuaisesta puolet joutuu pötsinesteeseen takaisin ja on siellä bakteerien käytettävissä. Pötsin ammoniakkitaso on korkeampi eläimillä, joilla on alkueläimiä pötsinesteessä.

#### Pötsin ammoniakkitypen lähteet

a) rehutyyppi

Rehuvalkuainen hajoaa proteaasien vaikutuksesta pötsissä. Proteaaseja erittävät sekä pötsibakteerit että alkueläimet. Bacterioides, Bytyrivibrio ja Selenomonas

kuuluvat proteolyttisesti aktiivisiin bakteereihin. Bakteerien pinnalla olevat proteaasit ovat konstitutiivisia entsyymejä, eivätkä ole siten minkään metabolisen vaikutuksen alaisia. Sen takia proteaasiaktiivisuus ei laske, vaikka ruokinnassa käytetään NPN-lisää. Proteolyyysiä seuraa aminohappojen mikrobielli deaminaatio. Bakteereita, joilla on suuri deaminaasiaktiivisuus ovat Selenomonas ruminatum, Bacterioides ruminocola ja Butyrovibrio fibrosalvens. Pötsibakteerit omaavat niinkään voimakkaan ureaasiaktiivisuuden, joka hajottaa sekä rehun ureaa että syljen ureaa  $\text{NH}_3$ :ksi.

b). typen ruminohapaattinen kierto

Pötsiin tulevan typen palautumista ja määrää ei täysin tunneta. Syljen tyypestä on 24 % ureasta ja loppuosa on aminohappoja, jotka ovat mukoproteiineja ja peptidejä. Pötsiseinämän läpi tulevan typen määrää ei myöskään tunneta. Veren ureapitoisuuden korottamisella ei ole saatu nousua aikaan pötsin  $\text{NH}_2$ -N -pitoisuudessa. Naudalla karkearehu- väkirehuruokinnalla on endogeeninen N-eritys 1,8 g/kg rehun ka. Karkearehuvaltaisella ruokinnalla, kun syljen eritys on runsaampaa, voivat arvot olla korkeampia.

#### Pötsin optimaalinen ammoniakkitaso

Runsaasti on tehty tutkimuksia alimmasta pötsin ammoniakkitasosta, joka tietyllä energiansaannilla johtaa maksimaaliseen mikrobiellien biomassan synteesiin. Taso voi olla melko alhainen  $4-5 \times 10^{-3} \text{ M NH}_3 = 5,6 - 7,0 \text{ mg NH}_3/\text{100 ml}$ . Lampailla on saatu energiarikkaalla ja valkuaisköyhällä rehulla ureaa lisäämällä maksimaalisen mikrobityypen muodostuminen, kun  $\text{NH}_3$ -pitoisuus pötsissä oli  $17 \times 10^{-3} \text{ M} = 23,8 \text{ mg NH}_3\text{-N}/\text{100 ml}$ . Alemmilla tasoilla, 1,7 - 2,0 mg/100 ml on myös saatu maksimaalisia synteesejä. Arvosta 5 mg/100 ml muuttuminen puoleen tai toiseen on hyvin vähäistä. In vitro -tulosten käyttökelpoisuus vertailtaessa in vivo -tuloksiin on kyseenalaista, koska olosuhteita ei saada samanlaisiksi. Esim. syljen tyypikiertoa ei esiinny. Todellisella valkuaisella ruokittaessa pötsin  $\text{NH}_3$  -pitoisuudet nousevat valkuaispitoisuuden nousua vastaavasti. Nämä yhteydet voidaan esittää seuraavalla yhtälöllä (35 eri rehuyhdistelmää).

$$\text{Pötsin NH}_3\text{- (mg/100 ml)} = 10,5 - 2,5 \% \text{ raakaprot.} + 0,159 \times (\text{raakaprot}\%)^2$$

$$r = 0,88$$

Edellä olevan perusteella 13 % raakavalkuaista sisältävällä seoksella on  $\text{NH}_3$ -pitoisuus 4,9/100 ml.

#### Mikrobien kasvun kvantitatiivisia näkökohtia

Kasvien hiilihydraateista peräisin oleva fermentoituva substraatimäärä on ratkaiseva tekijä mikrobien valkuais synteesille. Teoreettinen energiantarve 100 g bakteerimassan synteesille on 3,62 mol ATP. Tämä vastaa 28 Y ATP hyväksikäyttöä g bakteerien ka massaa/mol ATP fermentoituvasta energiasta.

Käymiskelpoisin energian ja mikrobien kasvun välinen yhteys ilmoitetaan usein mikrobityppeä g/kg sulavaa orgaanista ainetta. Tätä on mahdollista tutkia maha- ja ohutsuolifisteleillä. Ruokasulan mikrobien osuus on mahdollista määrittää tällä tekniikalla. Käytetty menetelmä on diaminopimeliinihapon määrittäminen mikrobisynteesiä tutkittaessa.

Mikrobitypen hyväksikäyttö/kg sulavaa orgaanista ainetta on keskimäärin 31 g. Energiarikkaalla dieeteille (16 kpl) saatiin arvo  $24,7 \pm 1,1$  g mikrobityppeä/kg tod. sulavaa orgaanista ainetta. Aminotyypen osuus kokonaistypestä oli 0,75.

#### Mikrobien valkuais synteesiin vaikuttavia tekijöitä

Mikrobien valkuais synteesiin tunnettavasti vaikuttavat tekijät ovat laimennusaste ja yhdistetyn fermentaation mahdollisuus. Jatkuvalla syljen johtamisella pötsiin voitiin todeta pötsinesteen laimennuksen lisääntyminen, jota seurasi mikrobien proteiinisynteesin nousu ja kokonais- sekä mikrobiaminohappojen lisääntyminen ohutsuolessa. Nämä muutokset johtivat vastaavasti propionihapon osuuden merkittävään alentumiseen pötsissä. Missä määrin tämä on yhteydessä pötsiin palautuvan typen kanssa, on epäselvää.

Protozoat kattavat suurimman osan kasvuun tarvittavasta valkuaisesta bakteerien sulatuksella, joten huomattava osa bakteerien aminohapoista tulee pötsinesteeseen takaisin. Lampaalla on tämä määrä 12 g:sta mikrobityppeä 3,1 g N/24 tuntia, mikä käytetään uudelleen.

### Valkuaisen hajoamisaste pötsissä

Proteiinin hajoamisaste pötsissä, jota mitataan  $\text{NH}_3$ -muodostumisella, on riippuvainen pötsinesteessä olevan valkuaisen liukoisuudesta. Mitä suurempi on valkuaisen liukoisuus, sitä suurempi on valkuaisen hajoamisaste ja  $\text{NH}_3$ -muodostuminen. Vaikka in vivo -tulokset osoittavat korrelaation valkuaisen liukoisuuden, pötsin  $\text{NH}_3$ -tason ja N-pidätyksen välillä, on osoituksia, että liukoisuuden ohella on muitakin tekijöitä, jotka liittyvät valkuaisajoitukseen.

Kalajauho on suhteellisen hitaasti hajoava valkuainen. Vaikealiukoisuudesta ja hyvästä aminohappokoostumuksesta johtuen tämä on yhtä hyvää märehittäjille kuin yksimahaisille. Maapähkinän valkuainen hajoaa pötsissä hyvin.

Eri lähteistä peräisin olevan valkuaisen sulavuus on riippuvainen kuiva-aineen syönnistä, valkuaispitoisuudesta ja rehun rakenteesta ja niillä on vaikutusta valkuaisen hajoamiseen.

### Sulatustapahtumat juoksutusmahassa ja ohutsuolessa

#### Ohutsuoleen tulevan ruokasulan aminohappokoostumus

Ohutsuoleen tulevan ruokasulan aminohappokoostumuksen on todettu olevan hyvin yhtenäistä. Mikrobivalkuaisen aminohappokoostumus on hyvin vakio samoin kuin sen osuus kokonaisvalkuaisesta. Jos kuitenkin lampaalle syötetään kalajauhoa, ohutsuoleen tulevan ruokasulan aminohappokoostumus eroaa kalajauhon koostumuksesta ja myös mikrobivalkuaisen koostumuksesta.

#### Sulatus ohutsuolessa

Märehittäjien tai yksimahaisten ohutsuoletta ja mahalaukusta erittämien proteaasien määrissä ei ole eroja.

Näennäisen aminotyypin imeytymisarvot vaihtelevat 0,63 - 0,77 keskiarvon ollessa 0,70. Arvot on saatu laskemalla suhdeluku ohutsuoletta imeytyneen ja ohutsuoletta tulevan ruokasulan välillä. Välttämättömien aminohappojen sulavuus on suurempi kuin ei välttämättömien. Kuivaruokinnalla vaikuttaa rehun fysikaalinen rakenne ja rehunäärä yksittäisten aminohappojen sekä aminohappojen kokonaismäärän näennäiseen imeytymiseen.

### Nukleiinihapot märentijän typen sulatuksessa

Mikrobien kokonaistypestä on nukleiinihappojen osuus huomattava (0,138 - 0,184), joten niitä joutuu huomattavia määriä ohutsuoleen. Ne hajoavat tehokkaasti ohutsuolessa ja näennäinen imeytyminen on 0,77 - 0,93.

### Sulatus umpi- ja paksusuolessa

On tunnettua, että märentijän umpi- ja paksusuolessa tapahtuva typpiaineenvaihdunta on voimakasta. Täysin selvää ei ole kuitenkaan, missä määrin typen poistumista ruokasulasta tapahtuu näiden elinten läpi eri muodoissa;  $\text{NH}_3$ :na aminohappoina tai nukleiinihappoaineenvaihdunnan tuotteina

### Aminohappojen ja peptidien imeytyminen

Ohutsuolen lumenessa pilkkoutuvat valkuaisaineet pieniksi peptideiksi ja aminohapoiksi ja imeytyvät sitten epiteelisolujen läpi. Glutamiini- ja asparagiinihappoa lukuunottamatta imeytyvät useimmat aminohapot muuttumattomina laskimovereen. Lähes kaikki peptidit hydrolysoituvat imeytymisprosessissa vastaavien peptidaasien avulla. Hydrolyysi tapahtuu joko epiteelisolun sisällä tai niiden yläpinnalla.

Glysiini, yleisimmät -aminohapot ja useat Disomeerit absorboituvat aktiivisesti ja imeytyminen on yhteydessä  $\text{Na}$ -ioniin.  $\text{Na}$  on kantajamolekyylinä joillekin aminohapoille ja kulkeutuminen tapahtuu konsentraatiogradientin mukaisesti soluun ja tämä tapahtuu ilman ATP-tarvetta. D-metioniini estää L-histiiniin ja L-metioniinin imeytymistä osittain.

### Yhteenveto

Eläimen yleistä typpitaloutta ajatellen ruoansulatussystemin takia märentijät ovat huomattavan riippumattomia rehuvalkuaisen laadusta. Siitä huolimatta sulatusprosessissa on joitakin puutteita rehuvalkuaisen tehokkaalle hyväksikäytölle. Rehuvalkuaisen hajoitus pötsissä tapahtuu bakteerien ja protozoidien proteaasien vaikutuksesta, ja sitä seuraava deaminaatio tapahtuu bakteerien deaminaasien vaikutuksesta. Bakteerien pinnalla olevat proteaasit ovat konstitutiivisia entsyymejä ja siten ne eivät ole aineenvaihdunnan kontrollin vaikutuksen alaisia. Siten proteaasien aktiivisuus ei vähenny jos NPN-lisää annetaan rehun mukana.

Yleinen käsitys on ollut, että  $\text{NH}_3\text{-N}$  on pötsibakteerien pääasiallinen typenlähde, mutta merkittäviä määriä pötsimikrobien syntetisoimasta valkuaisesta on peräisin suoraan rehun aminohapoista. Pötsin alhaisin ammoniakkitason määrä, jossa mikrobisynteesi on maksimaalista annettua fermentoitavaa orgaanista substraattia kohti ovat 5-11 mg/100 ml. Pötsissä fermentoituvan kasvien hiilihydraattien määrä on hyvin merkityksellinen mikrobiproteiinin synteessin määrään. Teoreettinen energiatarve 100 g mikrobimassan tuottamiseen on laskettu olevan 3,62 moolia ATP, joka vastaa Y ATP-saantoa 28.

Mikrobitypen tuotoksi fermentoituvaa orgaanista ainetta (kg) kohti on saatu keskimäärin 31 g fistelieläimillä.

Juokutusmahaan saapuva valkuainen, joka mahdollistaa isäntäeläimen aminohapojen saannin, on peräisin mikrobiproteiinista ja pötsin ohi kulkeneesta hajoamattomasta proteiinista. Valkuaisen hajoaminen ammoniakiksi pötsissä osoittaa valkuaisen liukoisuutta.

Mikrobivalkuaisen aminohappokoostumus ja osuus kokonaisvalkuaisesta on suhteellisen vakio. Välttämättömien aminohapojen imeytyminen on suurempaa kuin ei välttämättömien. Ruokinnan taso ja fysikaalinen taso vaikuttavat merkittävästi aminohapojen imeytymiseen.

Pötsin ohella ohutsuolessa valkuainen hajoaa pieniksi peptideiksi ja vapaiksi aminohapoiksi ja molemmat kulkeutuvat epiteelisolujen kautta verenkiertoon.

Märehtijän valkuaisaineenvaihdunnalle olennaisimpia tekijöitä ovat rehuvalkuaisen hajoaminen pötsissä, mikrobivalkuaisen synteesi pötsissä ja valkuaisen sulaminen mahalaukussa ja ohutsuolessa sekä aminohapojen imeytyminen suolista.

## MÄREHTIJÄIN RAAKAVALKUISEEN TARPEEN MÄÄRITTÄMINEN

Nykyisin käytössä olevasta sulavasta raakavalkuaisesta luopuminen märehtijöiden N-tarpeen laskemisessa johtuu seuraavasta:

1. Rehun raakavalkuaisen hajoaminen ja käyttö mikrobiproteiinisynteesiin vaihtelee paljon. Tämä tekee mahdottomaksi valkuaisen biologisen arvon käyttämisen kuten klassisesti on sovellettu yksimahaisten eläinten valkuaisen tarpeen laskemisessa.
2. Sonnan tyyppi sisältää runsaasti myös sulamattomia mikrobeja pötsistä ja paksusuolesta. Tämä johtaa virheisiin käytettäessä sulavaa raakavalkuaista tai joudutaan määrittämään sonnan metabolinen tyyppi.
3. On mahdotonta erottaa aminotyypen, ammoniumtyypen tai muiden NPN-yhdisteiden imeytymistä toisistaan tai erottaa eri typenlähteiden vaikutuksia.
4. On mahdotonta arvioida t o s i a s i a a, että tasapainoitettu pötsifemентаatio on riippuvainen hajoavan typen ja helppoliukoisten hiilihydraattien määrien suhteista, jotka ovat välttämättömiä maksimaaliselle rehun syönnille ja rehun hyväksikäytölle.
5. Kykenemättömyys suhteuttaa N-tarvetta suoraan kokonaisenergian saantiin ja dieetin energiasisältöön.

### ARC 1978, märehtijäin valkuaisentarpeen laskentajärjestelmä

Kehitetty laskentatapa perustuu ohutsuolesta imeytyvien aminohappojen kokonaisuuteen ja niiden hyväksikäyttöön kudosten synteesissä ja ylläpidossa tietyllä energian saannilla ja dieetin energiasisällöllä, joka on tarpeen määrätyle tuotostasolle.

Imeytyvät aminohapot ovat peräisin osittain mikrobiproteiinisynteesistä ja osittain hajoamatta jääneestä rehuvalkuaisesta. Rehu+urea tai muiden NPN-lähteiden arvo riippuu täysin sen hajoamisesta ammoniakiksi pötsissä ja sitä seuraavasta ammoniakkin käytöstä proteiinisynteesiin. Synteesin aste on riippuvainen mikrobien energiansaannista. Rehuvalkuainen hajoaa mikrobien vaikutuksesta ja tyypilliset yhdisteet mukaanlukien peptidit ja aminohapot hajoavat ammoniakiksi, jota mikrobit käyttävät synteesiin.

Rehuvalkuaisen hajoamisaste vaihtelee suuresti riippuen valkuaislähteestä ja käsittelystä. Hajoamatta jäänyt osa täydentää mikrobiproteiinia ja eläin sulattaa sen ohutsuolessa, mistä myös aminohapot imeytyvät.



Esitetty järjestelmä ottaa huomioon sekä mikrobiproteiinin että hajoamatta jääneen rehun proteiinin. Menetelmän periaatteena on laskea mikrobivalkuaisesta olevan aminotyypin määrä, joka pidättyy kudoksissa, kun pötsimikrobisynteesi on maksimaalista tietyllä energiansaannin tasolla. Tätä aminotyypin määrää verrataan sitten kudosten kokonaistarpeeseen tietyllä energiansaannilla.

### Laskentamenetelmä

1. Hajoavan valkuaisen määrä, joka tarvitaan maksimaaliseen pötsin sulatukseen ja mikrobiproteiinisynteesiin tietyllä energian saannilla

$$\text{RDN tarve} = 1,25 \cdot \text{ME} \quad (1)$$

- RDN = pötsissä hajoava N (g/d)

- ME = muuntokelpoinen energia (MJ/d)

2. Aminotyypin määrä, joka imeytyy ja pidättyy tästä mikrobiproteiinista

$$\text{TMN} = 0,53 \cdot \text{ME} \quad (2)$$

- TMN = kudoksiin pidättynyt mikrobiproteiinista peräisin oleva aminotyyppi (g/d)

3. Mikrobiproteiinista olevan pidättyneen aminotyypin vertaaminen kudosten aminotyypin tarpeeseen tietyssä tuotantoprosessissa

(a) jos TMN on enemmän kuin kudoksen tarve, niin RDN tarve on eläimen minimitypin tarve

(b) jos TMN on vähemmän kuin kudoksen tarve, niin erotuksen on tultava hajoamatta jääneen rehuvalkuaisen aminotyperästä.

$$\text{UDN tarve} = 1,91 \text{ TN} - 1,00 \text{ ME} \quad (3)$$

- UDN = hajoamatta jäänyt typpi (g/d) ja

- TN = ammoniumtyypin kokonaismäärä, joka on pidättynyt kudoksiin, siikioon ja eritettyyn maitoon yhdessä endogeenisen virtsan tyypin ja karvoissa ja hilseessä menetetyt tyypin kanssa (g/d)

UDN- ja RDN-tarpeiden summa on eläimen minimitypentarve, mikäli rehuvalkuaisen hajoamisaste on tarkalleen sama kuin RDN- ja UDN -tarpeet.

Rehuyhdistelmien laskemiseksi on tunnettava eri raaka-aineiden hajoamisaste, jotta RDN ja UDN voidaan määrittää eläimen tarpeita vastaavaksi.

### Hajoavan tyypin (RDN) tarve pötsimikrobeille

Näennäisesti sulavaa orgaanista ainetta (ADOM) käytetään määritettäessä pötsin mikrobisynteessin energiansaantia.

RDM -tarve (g/d)

$$= \text{ME} \times \frac{1}{(0,82 \times 19,0)} \times \text{Do näennäisesti pötsissä sulanut} \times \text{mikrobitypen tuotos/kg}$$

Do näenn. sulanut pötsissä

1. ME = muuntokelp. energian saanti (MJ/d)

2. Do = näenn. sulanut org.aine kg/d

3. kerroin  $\frac{1}{(0,82 \times 19,0)}$  muuttaa ME

Do olettaen, että 18 % näenn. sulavasta energiasta häviää  $\text{CH}_4$  ja virtsana ja että 1 kg Do = 19,0 MJ sulavaa energiaa.

4. Do osuus, joka näennäisesti sulaa pötsissä = 0,65

5. mikrobitypen tuotos (g/kg Do näenn. sulanut pötsissä) = 30

6. hajonneen valkuaisitypen muuntumiskerroin mikrobitypeksi = 1,0

Siten

RDN tarve g/d =

$$\text{ME} \times \frac{1}{(0,82 \times 19,0)} \times 0,65 \times 30 = 1,252 \text{ ME}$$

(käytetään kerrointa 1,25 ME)

### Kudosten saama aminotyyppi (TMN), joka on peräisin pötsimikrobeista

TMN (g/d) = RDN x kokonaismikrobitypen suhde aminotyypeen x mikrohiproteiinista peräisin olevan aminotyper näennäinen imeytymisen ohutsuolesta x imeytyneen aminotyper hyväksikäyttö.

1. kokonaismikrobitypen suhde aminotyypeen = 0,80

2. mikrohiproteiinin aminotyper näennäinen imeytymisen ohutsuolesta = 0,70

3. imeytyneen aminotyper hyväksikäyttö = 0,75.

Siten, jos mikrohiproteiinin kasvu on maksimaalista,

$$\text{TMN g/d} = \text{RDN tarve} \times 0,80 \times 0,70 \times 0,75$$

$$= \text{RDN tarve} \times 0,42$$

$$= 0,526 \cdot \text{ME}$$

$$= 0,53 \cdot \text{ME käytetään}$$

Hajoamattoman rehuvalkuaisen tarve (UDN)

UDN tarve g/d

$$= \frac{\text{TN} - \text{TMN}}{\text{imeytyneen aminotyper hyväksikäyttö} \times \text{ohutsuolesta näennäisesti imeytynyt aminotyyppi}}$$

$$= \frac{\text{TN} - 0,526 \cdot \text{ME}}{0,75 \times 0,70}$$

$$= 1,91 \text{ TN} - 1,00 \cdot \text{ME}$$

jossa TN on summa

RN = N pidättynyt

LN = maidon valkuaistyyppi

NM = ylläpitotyypen tarve

Esimerkki

600 kg painavan lehmän valkuaisen tarve (N), joka tuottaa 30 kg/d maitoa, rasva-% 3,68. Oletetaan

Rehuseoksen ME-sisältö

MJ/kg DM-syöty 11,0

(vastaa  $q = 0,6$ , kun  $q = \frac{ME}{GE}$ )

Muuntokelpoisen energian tarve

MJ/d 202,4

Kuiva-aineen syönti (kg/d) DM 18,40

Sulavan orgaanisen aineen syönti (kg/d) Do 12,99

$$Do = \frac{ME}{19,0 \times 0,82} = \frac{ME}{15,58}$$

RDN tarve pötsimikrobeille

Do näenn. sulanut pötsissä (kg/d) 8,44

(12,99 x 0,65)

Mikrobityypen tuotanto g/d (RDN) 253

(8,44 x 30) RDP g 1579

(TMN) kudosten tyypentarve, joka tyydytetään mikrobivalkuaisella

Aminotyyppiä mikrobitypestä g/d 202

(253 x 0,80)

Näenn. oiutusolesta imeytynyttä aminotyyppiä g/d 141

(202 x 0,70)

Pidättynyt tyyppi g/d 106

(141 x 0,75) TMP g 668

Eläimen kudosten kokonaisvalkuaisen tarve (TN)

Maidon tyyppi g/d 144

(4,8 g valkuaistyyppiä/kg)

Endogeeninen virtsan tyyppi g/d 10

Poistuu karvoissa ja hilseessä tyyppiä g/d 2

156

TP g 275

Kudosten valkuaisen tarve (TN) ja mikrobivalkuaisen typen erotus TMN

(156 - 106) 50

Hajoamattoman rehuvalkuaisen N (UDN) tarve

g/d

$\frac{(50)}{(0,75)}$  67

Hajoamattoman rehuvalkuaisiystypen tarve

g/d (UDN)

$\frac{(67)}{(0,70)}$  96

UDP g 597

Kokonaisrehuvalkuaisiystypen tarve

RDN tarve + UDN tarve (g/d) 349

Rehuyhdistelmän minimivalkuaispitoisuus

g/kg

$\frac{(RDN + UDN) \text{ tarve} \times 6,25}{DM \text{ syöinti}}$  119

Rehuyhdistelmien laskeminen

Tarpeiden laskeminen raakaproteiinina typen sijasta on sopivaa (N x 6,25) joten yhtälöt ovat

RDD tarve g/d = 7,8 ME  
 TMP g/d = 3,3 ME  
 UDP tarve g/d = 1,91 TP - 6,25 ME

Rehut voidaan luokitella neljään pääluokkaan pötsissä hajoavan valkuaisen perusteella

Luokka	Rajat	Hajoaminen (d g)	
		Käytetty arvo	Esimerkkejä
A	0,71 - 0,90	0,80	Heinä, säilörehu, ohra
B	0,51 - 0,70	0,60	Hiutaloitu maissa kuumennettu soija, luujauho
C	0,31 - 0,51	0,40	Kalajauho
D	< 0,31		Kuivattu

## KARKEAREHUN SYÖNTI JA HYVÄKSİKÄYTTÖ

Karkearehun säilömisellä, latokuivauksella tai ruohon keinokuivauksella on vain vähän vaikutusta rehun syöntiin tai hyväksikäyttöön, kun taas pitkällä pellolla tapahtuva kuivatus tai säilöminen ilman lisäaineita heikentää molempia.

Syönti on riippuvainen sulavuudesta, mutta säilörehujen osalta käymisaste vaikuttaa sulavuuden ohella syöntiin. Väkiprehulisäyksellä voidaan vähentää eroja eri karkearehujen syönnissä.

Heinän energian ja raakavalkuaisen hyväksikäyttö on samanlaista kuin tuoreen karkearehun. Säilöntä ei vaikuta rehun energian hyväksikäyttöön, mutta raakavalkuaisen hyväksikäyttö laskee. Esikuivatuksella voidaan parantaa säilörehun raakavalkuaisen hyväksikäyttöä.

### Säilöntämenetelmän vaikutus karkearehun syöntiin

#### Keinokuivatus

Keinokuivatuksella ei ole vaikutusta ruohon vapaaehtoiseen syöntiin verrattuna tuoreeseen. Syönnin aleneminen on vain 1,6 %.

#### Kuiva heinä

Heinän kuivattaminen on suuresti riippuvainen säistä, ja sen takia heinäntekomenetelmillä on hyvin vaihteleva vaikutus heinän ravintoarvoon. Pidentynyt kuivatusaika pellolla vähentää heinän kuiva-aineen ja orgaanisen aineen syöntiä. Syönnin aleneminen on tuoreeseen ruuhon verrattuna latokuivatuksella 14 % ja pellolla kuivattuna 21 %.

Kasvihengitys ja ravinteiden huuhtoutuminen sadeveden takia alentavat pellolla kuivatun heinän ravintoarvoa. Kun lopullinen kuivatus suoritetaan ladossa, johon heinä on siirretty 30-35 % kosteuspitoisena, päästään huomattavasti pienemmillä tappioilla verrattuna siihen, että kuivatus suoritetaan kokonaan pellolla. Tämän takia kemiallisten heinän säilöntäaineiden lisääminen kostetaan heinään estämään pilaantumista on hyvin tärkeä tutkimuskohde.

Heinäntekomenetelmän vaikutus kuivan heinän vapaaehtoiseen syöntiin.

Syönnin lasku verrattuna tuoreeseen	Nurmiheinät			Nurmipalkokasvit			
	latokui- vattu	Pellolla ei sa- detta	kuivattu sadetta	Mailanen lato- kuivattu	Pellolla kuivattu	Puna-apila latokui- vattu	Pellolla kuivattu
DM	15	18	26	11	23	15	15
LOM	21	23	34	15	31	23	28

Heinäntekomenetelmän vaikutus sulavuuteen ja raakavalkuaispitoisuuteen.

	Raakavalkuainen g/kg DM	Sulavuus DM in vivo
Niitetty heinä	107	72,5
Latokuivattu heinä	107	69,1
Pellolla kuivattu heinä	90	64,4

Heinän syönti riippuu suuresti kasvuasteesta niittohetkellä.

### Säilörehu

Säilörehun valmistukselle on ominaista bakteerien muodostamat hapot helppoliukoisista hiilihydraateista ja osa valkuaisaineista pilkkoutuu tyypiyhdisteiksi pääasiassa ammoniakiksi. Säilörehun vapaaehtoinen syönti voi olla alempi kuin samasta niitosta tehdyn heinän, vaikka sen sulavuus on usein sama kuin tuoreen ruohon ja korkeampi kuin heinän. Säilörehun syönti ei ole kiinteästi yhteydessä sulavuuteen, vaan suuri osa syönnin vaihteluita voidaan selittää käymisasteella tai - tuotteilla, kuten  $\text{NH}_3$ /kokonaisN (negat. korrel) ja maitohappo fermentaatiossa muodostuneiden happojen kokonaismäärästä.

Ruohon säilöäminen muurahaishapolla on yhteydessä pH laskuun,  $\text{NH}_3$ -N-laskuun ja alentaa etikkahapon ja alkoholien pitoisuuksia. Muurahaishapolla tehdyn säilörehun syönti on parempaa kuin vastaavan painorehun ja sama kuin tuoreen ruohon.

Painorehun ja muurahaishapolla tehdyn rehun vertailu.

	Ilman säilöntä- ainetta tehty	Muurahaishapolla tehty
Kuiva-aine %	19,2	21,0
pH	4,49	3,88
$\text{NH}_3$ -N (% kokon. N)	11,2	5,7
Maitohappo	48,3	57,5
Etikkahappo	70,5	19,5
Propionihappo	3,0	0,2
Voihappo	0	0
Alkoholit	33,0	8,2

	Ilman säilöntä- ainetta tehty	Muurahaishapolla tehty
DM syönti verrattuna ruoohon (ruoho = 100)		
Päivässä	74	92
Ruokintakerralla - 2 ruok.kertaa/d	58	84
7-8 " " /d	80	99
Minuutissa 2 " " /d	61	90
7-8 " " /d	74	97

Esikuivatulla säilörehulla ei muurahaishappolisäyksellä ole yhtä suurta vaikutusta syöntiin kuin tuoreella.

	Tuore + muu- rahaishappo	Esikuivattu ei happolisäystä
Kuiva-aine	21	34
NH <sub>3</sub> -N/% kokon N	7,5	14,1
DM syönti (suhdel)	100	87
DM sulavuus	73	70

Säilörehun esikuivatus on tehtävä vähintään 40 % DM ennenkuin säilörehun syönti on verrattavissa heinän syöntiin.

Kuiva-aine %	<u>25</u>	<u>34</u>	<u>49</u>
DM syönti (heinä = 100)	81	87	103
Nuori kasvuaste	78	96	
Vanha kasvuaste	95	100	

Englannissa ja Skandinavian maissa esikuivatuksen keskeytyminen sateen takia on yleistä ja tappiot voivat olla suuria. Lyhyellä esikuivatuksella (alle 24 h ka pit 25-30 %) estetään puristemehutappiot ja samalla vähennetään voihiappokäymistä.

Säilörehun syönti lisääntyy kun ruoho silputaan lyhyeksi (7-12 mm) verrattuna pitkään silppuun (70-250 mm).

	Pitkä	Keskim.	Lyhyt
Keskim. partikkelin pituus, mm	72	17	7
Suhteellinen syönti, DM	100	104	112
Keskim. partikkelin pituus	85		4
Suhteellinen syönti, DM	100		118

Lyhyeksi silputilla rehulla saadaan syöntiä lisättyä 12-18 % pitkään verrattuna ja maidontuotannon lisäys on vastaavasti 0,9 - 1,6 kg/d) lehmä. Jotta saavutetaan tuoretta ruohoa vastaava syönti, on säilörehun raaka-aine silputtava lyhyeksi, esikuivattava ja fermentaatiotuotteiden pitoisuuksien on oltava alhaisia ammonia-

kityppeä alle 5 % kokonaistypestä, etikkahappoa alle 25 g/kg DM ja muita rasvahappoja ei saa olla ollenkaan.

### Säilöttyjen karkearehujen syönti seosdieeteillä

Kun heinää ja säilörehua syötetään naudoille yhdessä väkirehulisän tai ruohojauhon ohella on pitkän korsirehujen syönti tavallisesti alempi kuin yksistään syötettäessä. Syönnin väheneminen riippuu useista eri tekijöistä, kuten lisäyksen määrästä dieetissä ja karkearehujen laadusta. Mitä korkeampi heinän ravintoarvo on, sitä suurempi on dieettiin lisätyn väkirehujen korvausaste. Väkirehujen syöttäminen vähentää eroja eri laatuisten heinien syönnin välillä.

Huonosti sulavan heinän eri väkirehujen lisäysmäärien korvaussuhde

	lisäys % dieetin DM				
	11	21	29	35	43
Korvaussuhde	0,37	0,37	0,33	0,26	0,32

= heinän syönnin alentuminen verrattuna yksistään annettuun.

### Säilöttyjen karkearehujen hyväksikäyttö

#### Energia

Pidentynyt kuivatusaika pellolla alentaa heinän sulavuutta. Hyvällä säällä tehdyn heinän bruttoenergian sulavuus on verrattavissa tuoreeseen ruohon. Painorehujen ja saman tuoreen raaka-aineen välillä on pieniä eroja, jotka aiheutuvat säilöntäprosessista.

Säilönnän vaikutus orgaanisen aineen sulavuuteen

	Numiheinät		Numipalkokasvit	
	Tuore ruoho	Säilörehu	Tuore ruoho	Säilörehu
Sulava org.aine %	73	72	64	63

Energian ja raakavalkuaisen hyväksikäyttö verrattaessa raiheinää (tuore ruoho, säilörehu ja heinä)

	<u>Tuore ruoho</u>	<u>Heinä</u>	<u>Säilörehu</u>
Bruttoenergian sulavuus %	69,8	69,6	72,8
Raakavalkuaisen saanti (N g/d)	11,4	11,4	12,6
N pidättynyt (g/d)	1,25	1,86	-0,05

Säilönnällä on vain vähän vaikutusta ruohon ME sisältöön ja verrattaessa ME hyväksikäyttöä, heinän, tuoreen ruohon tai säilörehun välillä erot ovat hyvin pieniä.



Raakavalkuainen

Kuivatuksella on vain vähän vaikutusta raakavalkuaisen hyväksikäyttöön, mutta säilöntäprosessi alentaa syödyn N pidättymistä eläimen rumiiseen. Jotta saavutetaan korkea N pidättymisen taso mailasrehusta, on tärkeää estää aminohappojen dekarboksylaatio, jota tapahtuu rehusiilossa klostriidibakteerien toiminnan takia.

Raakavalkuaisen hyväksikäyttö verrattaessa tuoretta ruohoa, painorehua ja muura-haishapolla tehtyä säilörehua

	Tuore ruoho	Säilörehu painorehu	muurahaishappolisäys
N-pidättyminen g/d	5,6	3,4	4,3
% syödystä N:stä	20,2	14,2	18,9

Säilöntäainelisäys vähentää voihiappobakteerien fermentaatiota. Muurahaishappolisäyksellä (3,5 l/t) saadaan aikaan raakavalkuaisen hyväksikäytön parantumista. Jotta saavutetaan maksimaalinen pötsimikrobisynteesi, sellulolyttiset bakteerit tarvitsevat aminotyyppiä. Säilörehun valkuaisen on oltava mahdollisimman vähän hajonnutta tai on käytettävä valkuaislisää. Lypsylehmillä on hyvälaatuisia säilörehua syötettäessä saatu maapähkinävalkuaisväkirehulla tuotoksenlisäystä.

Usein esikuivatus lisää säilörehun raakavalkuaisen hyväksikäyttöä.

## VILJAN PROSESSOINTI MÄREHTIJÖILLE

Päämääränä märehitjööille syötettävän viljan prosessoinnille on

- varmistaa täydellinen sulatus
- varmistaa kovien siementen hajoaminen. Kovat ja pienet siemenet voivat kulkea ruoansulatuskanavan läpi sulamattomina
- varmistaa etteivät kokonaiset jyvät ohita ruoansulatuskanavaa sulamattomina
- varmistaa rehuun lisättävien aineiden parempi sekottuminen. Tämä on erityisen tärkeä lisättäessä pienikiteisiä aineita kuten kivennäisiä ja vitamiineja seoksiin.

Nautakarjalle syötettävää viljaa voidaan prosessoida usealla eri tavalla. Kuitenkin tehtäessä yhteenvetoja tutkimustuloksista on huomattavaa, että jokainen viljalaji poikkeaa toisista ja prosessointitapa vaikuttaa suuresti ominaisuuksiin. Jokaisella viljalajilla on oma erikoinen kasviraakenne ja jokaisesta viljasta on olemassa suuri joukko lajikkeita, joiden ominaisuudet mukaan lukien kemiallinen koostumus vaihtelevat suuresti. Viljalajien koostumus vaihtelee suuresti viljelytekniikasta ja olosuhteista riippuen. Englannissa kenttäolosuhteissa kerättyjen ohranäytteiden raakavalkuaispitoisuus vaihteli 8,3 - 17,7 % kuiva-aineesta.

Eri viljalajien ja -lajikkeiden ohella vaihtelua ja ristiriitaisuuksia verrattaessa eri tutkimuksia aiheuttaa muun muassa hienuosaste ja prosessointiaste. Myös eläinten väliset erot ovat suuria.

Tärkkelyksen sulatuksen siirtäminen suuremmissa määrin ohutsuoleen lisäsi teoreettisesti hyväksikäyttöä, mutta tuotostulokset eivät ole kuitenkaan osoittaneet tätä.

Kiistatta on osoitettu kokonaisena syötetyn viljan olevan sulavuudeltaan jauhattua tai käsiteltyä huonompaa, mutta yksimielisyyttä ei ole prosessointiasteesta, joka tarvitaan eri viljalajeille. Kokonaisen viljan sulavuus laskee nautan iän lisääntyessä. Tästä johtuen voidaankin lampaan ja nautan kokonaisen viljan sulatuskyvyssä ilmenevä ero selittää sillä, että lammas pureksii rehun paremmin johtuen satakerran aukon pienemmästä koosta. Todennäköisesti lampaalla ja vasikalla ei satakerran aukosta pääse kokonaisia jyviä. Täysikasvuisella naudalla jyvät voivat välttää pureskelun ja kulkeutua kokonaisina satakerran aukosta ja siten välttyä kokonaan sulatukselta. Mikäli jyvät eivät fyysikaalisesti murskaannu tai tärkkelys liukene, on sulatus hyvin vähäistä. Nailonpussissa pötsissä inkuboitaessa vain 5 % kokonaisista jyvistä sulii 72 tunnin aikana.

### Viljan prosessointitavat

#### Kuivaprosessointi

jauhaminen  
rakeistus joko kokonainen  
tai jauhettu vilja  
litistämisen tai murskaaminen  
ekstrudointi  
mikronisointi ja hiutalointi  
paahtaminen  
paisuttaminen

#### Märkäprosessointi

imellyttäminen  
höyryttäminen  
höyrykäsittely ja hiutalointi  
painekeittäminen  
rikkominen

Viljan orgaanisen aineen ja raakavalkuaisen sulavuus nautakarjalle ja lampaille syötettynä

	Nauta		Lammas		Raakakuitu
	orgaaninen aine	raakavalku- ainen	orgaaninen aine	raaka- valkuainen	% ka:sta
Maissi	87	75	94	78	2,6
Vehnä	-	-	88	78	3,3
Sorghum	78	57	84	67	3,1
Ohra	83	75	79	72	7,2
Kaura	74	75	77	78	11,8

Lampailla ei ole todettu eroja syötettäessä vilja kokonaisena, pelletoituna ja kokonaisena tai litistettynä ja pelletoituna. Lammas närehtii hyvin rehunsa ja yleisesti ei ole etua viljan jauhamisesta.

Tarkasteltaessa kuumennuskäsittelyn vaikutusta sulavuuteen lehmillä voidaan todeta, että ohralla, vehnällä ja maissilla on kylmäprosessoinnin lisäksi suorite-  
tulla kuumaprosessoinnilla vain vähän vaikutusta sulavuuden parantumiseen. Lam-  
pailla ei kylmä- eikä kuumaprosessoinnilla ole mitään vaikutusta sulavuuteen  
millään viljalajilla.

#### Tärkkelyksen sulatus naudalla

Tärkkelyksen keskimääräinen sulavuus on ohralla, maissilla ja sorhumilla  
99+1,2 %.

Tärkkelyksen sulatus pötsi-verkkomahassa

Vilja	Prosessointi	tärkkelyksestä sulanut pötsi-verkkomahassa, %
Ohra	Kokonainen, litistetty jauhettu tai rakeistettu	94 $\pm$ 2,4
Maissi	Rouhittu tai jauhettu	74 $\pm$ 2,2
	Höyryhiutaloitu	93 $\pm$ 1,1
Sorghum	Jauhettu	42
	Reconstituted	67
	Höyrykäsitelty	91 $\pm$ 2,3
	Mikronisoitu	43

Vehnän sulatus tapahtuu samoin kuin ohran. Kauran tärkkelyksen sulavuus on 100  $\pm$  0,1 %, josta pötsi-verkkomahassa sulaa 81 %  $\pm$  2,9 %.

Pötsi-verkkomahasta sulamatta ohutsuoleen tullut tärkkelys sulaa seuraavasti: maissi 85  $\pm$  5,1 %, ohra 77  $\pm$  5,6 % ja kaura 95  $\pm$  0,5 %.

Viljan liiallinen prosessoiminen johtaa lisääntyvään rumenitukseen ja karkea-rehodieeteillä heikentää selluloosan sulatusta. Myös muita häiriöitä esiintyy, kuten pötsin pH liiallista alenemista, asidoosia, ja puhaltumista.

Viljan lipeäkäsittely

Kokonaisia iyviä on käsitelty eri NaOH määrillä tarkoituksena parantaa sulavuutta ja säilöä tuoreena korjattu vilja. Ohran, maissin ja vehnän sulavuudet eivät muuttuneet alkaalikäsittelyssä, mutta kauran sulavuus parani verrattuna muihin fvsikaalisiin käsittelyihin.

Tutkimuksissa on todettu NaOH:lla käsitellyn kostean viljan säilyneen hyvin avoimissa silloissa. Lipeäkäsiteltyä viljaa syötettäessä eläimet juovat enemmän vettä. Täysviljaruokinnalla on NaOH käsittelyllä viljalla ollut rumenitista estävä vaikutus. Sopiva NaOH lisäys on 3 % w/w ohralle ja vähän enemmän kauralle. NaOH lisäys on parasta suorittaa 20 %:na liuoksena.

Viljan prosessoinnin vaikutus kuiva-aineen syöntiin heinä-väkirehudeetillä

Prosessointi- menetelmä	Heinän syönti g DM/kg <sup>0,75</sup> /d	Kokonaisyönti g DM/kg <sup>0,75</sup> /d	Heinä väkirehu suhde
Kokonainen	42,1	83,5	1,01
Lipeäkäsitelty	43,0	80,4	1,15
Paahdettu	38,1	79,6	0,93
Rouhittu	35,1	76,6	0,84
Litistetty	34,9	76,8	0,83
Jauhettu	34,4	76,7	0,81
Jauhettu ja rakeistettu	30,5	70,9	0,75
SE	1,4	-	0,04

## LEHTIPROTEIINI

Kuitupitoiset nummikasvit voidaan jakaa mekaanisella prosessoinnilla kahteen fraktioon; ruohomehuun ja kuitua sisältävään puristejätteeseen. Ruohomehu on nestemäinen runsaasti valkuaista, sokeria ja kivennäisaineita sisältävä fraktio, joka soveltuu hyvin yksimahaisten valkuaislähteeksi. Puristejäte on hyvälaatuisia karkearehua märehtijöille. Nummikasveista ja palkokasveista saatava raakavalkuaisen kokonaissato on merkittävästi korkeampi kuin muilla menetelmillä joko kasveista tai eläintuotannosta saatu. Varhaisella kasvuasteella korjatun nummikasvien ja apilan valkuaispitoisuus on korkeampi kuin useimmissa tapauksissa nautakarja tarvitsee tuotantoonsa.

Nummikasvien mekaanisen prosessoinnin kehitys mahdollistaa valkuaisen erottamisen monista kasvilajeista, joita tähän saakka ei ole käytetty maataloudessa. Nummikasvien fraktioimiseen kehitettyjä prosessointimenetelmiä on useita. Käyttökelpoisimpia tällä hetkellä ovat murskain ja verkkohihnapuristin sekä ruuvipuristin.

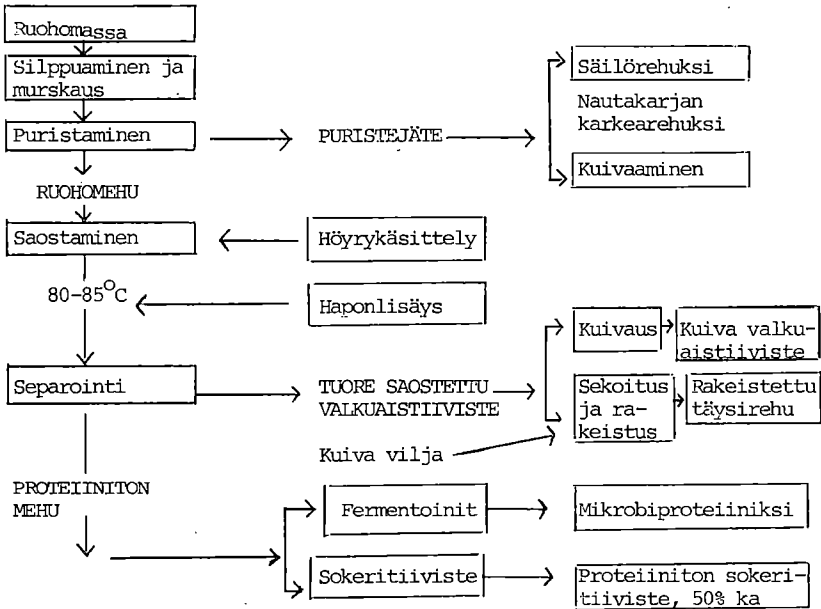
Tonnista silputtua ruohomassaa saadaan 500 kg ruohomehua ja 500 kg puristejätettä. Ruohomehu sisältää keskimäärin kuiva-ainetta 8 % ja kuiva-aineessa on raakavalkuaista 21-45 %, sokereita 30-40 % ja tuhkaa 16-18 %. Ruohomehun ja puristejätteen koostumus vaihtelee riippuen pääasiassa fraktiointiprosessista, kasvilajista, kasvuasteesta, lannoituksesta sekä jatkokäsittelyistä.

Nuorella kasvuasteella korjatun heinäkasvin lehdistä saatu valkuainen on laadultaan verrattavissa kalajauhoon. Lysiiniä on noin 5 g/ly g N. Tyypitasekokeissa ruohomehun valkuaisen ja kalajauhon välillä ei ole todettu eroja.

Erotuksessa saatava puristejäte on hyvin sulavaa ja maittavaa rehua nautakarjalle. Kuiva-ainepitoisuus on 30-40 % ja raakavalkuaista 18-25 % kuiva-aineesta. Sitä voidaan käyttää märehtijöille tuoreena, kuivattuna ja säilöttyinä. Säilöntätappiot ovat pienet.

Ruohomehu voidaan käyttää sellaisenaan liemiruokinnan muodossa sioille tai kuivata lehtiproteiiniiniviesteeksi tai koaguloida valkuainen märkätiivisteeksi (kaavio).

Ruohomassan fraktioinnin prosessikaavio  
Lehtiproteiinin tuottaminen



## LYPSYLEHMIEN RUOKINNAN JÄRJESTÄMINEN

Lypsylehmiä ruokinnassa on otettava huomioon tuotosten lisäksi eläimen kunto sekä painonmuutokset tuotantokauden eri vaiheissa, sillä näillä on välillisesti merkitystä mm. hedelmällisyyteen ja seuraavien lypsykausien tuotoksiin.

### Tuotantokauden eri vaiheet

Normaalilla ruokinnalla tuotos kohoaa nopeasti poikimisen jälkeen ollen jo 2 viikon kuluttua 80 % herumahuipesta. Herumahuipe saavutetaan 3.-4. viikolla. On osoitettu, että herumahuipeella on ratkaisevampi merkitys saavutettavaan vuosituotokseen kuin tuotoksen alenemisella lypsykauden myöhemmässä vaiheessa. Yhden kilon tuotosero herumahuipeessa merkitsee 150 - 200 kilon tuotoseroa koko lypsykaudena.

Tuotoksen aleneminen herumahuipeun jälkeen on vakio lehmän saavutettua tasapainon ravinnon tarpeen ja saannin välillä. Lehmillä tuotos alenee n. 2 % viikossa ja hiehoilla n. 1 %.

Rehunsyönti kehittyy tuotosta hitaammin. Poikimishetkellä rehunsyönti on n. 1.5 kg ka/100 elopainokilo, kohoten nopeasti 2.5 kiloon. Rehun syönnin huippuarvot, n. 3.5 kg/100 kg, saavutetaan 12. viikolla. Poikimisen jälkeisen 18 ensimmäisen viikon keskiarvo on 3.0 kg/100 elopainokilo. Eläimen tuotostaso vaikuttaa syöntiin.

Tuotos kohoaa rehunsyöntiä nopeammin, joten energiavajaus on väistämätön tosiasia. Hiehoilla vajaus kestää kauemmin kuin lehmillä. Rehuannoksen koostumus vaikuttaa vajaukseen. Lehmä joutuu ottamaan puuttuvan energiamäärän rasvavarastoistaan. Korkeatuottoiset lehmät menettävät painoaan poikimisen jälkeen. Huipputuotoksissa (45 kg/pv) saattaa lähes puolet maidontuotantoon tarvittavasta energiasta olla ruumiin rasvavarastoista. Kuitenkin suositellaan, ettei painon menetys saisi ylittää 0.5 kg päivää kohti eikä saisi jatkua enempää kuin 10 viikkoa. Painon menetyksen ollessa suurempi, tuotos alenee huipun jälkeen nopeasti samalla, kun maidon valkuais-% on kovin alhainen, ketoosi on yleisempää ja kiimojen esiintyminen heikkoa. Menetettyt energiavarastot on täydennettävä myöhemmän tuotantokauden aikana.



### Ruokinta lypsykauden eri vaiheissa

Lehmien ruokinnan suunnittelussa on löydettävä tasapaino ravinnon saannin, ruumiin energiavarastojen hyväksikäytön sekä rehun ravintoaineiden hyväksikäytön välillä. Liian runsas väkirehuruokinta parantaa hieman energian saantia, mutta vähentää ruumiin energiavarastojen sekä rehun ravintoaineiden hyväksikäyttöä samalla, kun ruokintahäiriöiden riski lisääntyy.

Tunnetusvaiheen pituus ja väkirehumäärät riippuvat eläimen kunnosta ja käytettävästä karkearehusta. Karkearehun ollessa huonoa (täyttävyyttä yli 2 kg ka/ry) tunnetusruokinta voidaan aloittaa jo 8 viikkoa ennen laskettua poikimisaikaa kohottaen väkirehumäärät 3 - 5 kiloon. Karkearehun ollessa hyvää säilörehua, voidaan tunnetusruokinta aloittaa vasta 3 viikkoa ennen poikimista. Eläimen kunto ratkaisee käytettävän väkirehumäärän. Liika lihavuus alentaa tuotosta ja lisää sairastumisriskiä. Laihalla lehmällä ei taas ole energiavarastoja mistä lypsää, vaan tuotos jää sen vuoksi alhaisemmaksi.

Poikimisen jälkeen korkeimman tuotannon vaiheessa lehmää tulee ruokkia mahdollisimman tehokkaasti, jotta sen maidontuotantokyky tulisi käytettyä hyväksi. Voimakkaan ruokinnan ansiosta saatu lisätuotos on suurimmillaan 8 ensimmäisen viikon aikana poikimisesta. Runsaalla ruokinnalla tässä tuotannon vaiheessa on vaikutusta läpi koko lypsykauden. Tämä nk. jälkivaikutus on jopa neljä kertaa suurempi kuin ensimmäisten viikkojen aikana saatu välitön vaikutus. Tuotantokyvyltään hyvä lehmä pääsee kyllä huonollakin ruokinnalla korkeisiin maitomääriin, mutta tuotos puuttuu nopeasti tasolle, joka vastaa ravinnon saantia. Runsaan ruokinnan jakso riippuu eläimen kunnosta ja tuotostasosta. Yli 30 kiloa tuottavilla runsasta väkirehuruokintaa voi jatkaa jopa 12 viikkoa.

Tuotantokauden keskivaiheilla, alenevan tuotannon vaiheessa, ruokinta tulee tasapainottaa ravinnon tarpeen kanssa. Oikea väkirehumäärä riippuu eläinten tuotoksesta ja käytettävän karkearehun ravintoarvosta. Tuotoksen alentuessa yhä suurempi osa rehun energiasta ohjautuu ruumiin rasvavarastoihin.

Alhaisen tuotannon vaiheessa ruokinnan voimakkuus on sovitettava eläimen kunnan mukaan. Hyvä säilörehu riittää yksinomaisenakin rehuna.

### Karkearehu-väkirehusuhde (K/V-suhde)

Väkirehun määrä ja osuus rehuannoksessa vaikuttaa eläimen energian saantiin, rehun ravintoaineiden hyväksikäyttöön sekä rasvavarastojen mobilisointiin. Väkirehuosuuden kasvaessa propionihapon tuotanto pötsissä lisääntyy suhteessa muita enemmän, samalla kun etikkahapon suhteellinen osuus vähenee. Kun etikkahapon ja propionihapon suhde on alle 2.5 - 3.0:1, maidon rasvaprosentti alenee vaikkei maitotuotos ja valkuaisstuotos alenekaan. Tämä vaikutus on yhteydessä pienentyneeseen rasvavarastojen mobilisaatioon korkeimman tuotannon vaiheessa ja lisääntyneeseen rasvoittumiseen myöhemmällä tuotantokaudella. Kohtuullinen väkirehun käyttö korkealaatuisen nurmirehun (sul.-% 65 - 70) kanssa antaa parhaimman tuloksen ilman suurta sairastumisriskiä. Jos karkearehu on vanhaa heinää (sul.-% 55) väkirehun käyttömäärät pakostakin ovat korkeat. Tällöin pienetkin vaihtelut karkearehun laadussa voivat järkyttää K/V-suhdetta eläimen terveyttä ja tuotosta uhkaavasti. Liian suuret väkirehumäärät aiheuttavat pötsin pH-asteen alenemisen liian alas ja seurauksena voi olla hapan pötsi eli asidoosi ja syömättömyys. Tätä voidaan torjua antamalla väkirehut useammassa erässä ja huolehtimalla, että K/V-suhde on turvallisella alueella. Kokonaisrehuannoksen optimikuitupitoisuus on 18 - 20 % kuiva-aineesta minimin ollessa 15 %. Mikäli eläin laihtuu liikaa, sen hedelmällisyys heikkenee heikkojen kiimaoireiden johdosta. Lisäämällä väkirehuannosta voidaan ehkäistä kiimattomuutta.

### Ruokintajärjestelmät

Skotlannin karjat ovat suuria, noin 100 lehmän karjoja, ja niitä hoidetaan pihatoissa. Pihattojen ruokintamenetelmät eroavat toisistaan väkirehuannosten suhteen. Tyypillisimmässä järjestelmässä lehmät saavat karkearehun ruokintapöydältä ja väkirehun lypsyasemalla kaksi kertaa päivässä. Menetelmää on helppo toteuttaa, mutta karkearehun syönnissä esiintyvät vaihtelut sekä runsaiden väkirehumäärien äkillinen syönti aiheuttavat usein ruokintahäiriöitä. Lisäksi on vaikea saada huipputuotoksia ja keskituotos jää 5 500 kiloon, sillä korkeatuottoisen lehmän on vaikea syödä nopeasti tuotostaan vastaavaa väkirehumäärää. Jos karkearehu on nuorena korjattua nurmirehua, tuotokset voivat olla parempiakin.

Edellä esitettyjen haittojen ehkäisemiseksi on ryhdytty jakamaan osa väkirehuista ruokintapöydälle. Tämä edellyttää eläinten jakoa tuotoksen mukaisiin ryhmiin, joita tulisi olla vähintään neljä. Jos osa väkirehusta annostellaan ruokintapöydälle ja osa lypsyasemalla, voidaan vielä toteuttaa yksilöruokintaa. Tällöin väkirehu tulee annettua useammassa erässä.

Yksinkertaistetuin ruokintamuoto - yksirehujärjestelmä - on kehitetty ruokintatyön vähentämiseksi ja yksinkertaistamiseksi. Väkirehu ja karkea-rehu yhdistetään sekoittaen tietyssä suhteessa ja näin saadaan täysrehua, johon voidaan lisätä kivennäiset ja vitamiinit. Koska eri tuotostasoilla ravinnontarvevaatimukset vaihtelevat, lehmät on jaettava tuotosten mukaan 3 - 4 ryhmään ja jokaiselle ryhmälle valmistetaan oma rehu. Lehmät saavat tätä rehua vapaasti ruokahalun mukaan. Näin voidaan olla varmoja, että K/V-suhte on aina haluttu ja ruokintahäiriöt jäävät vähäisemmiksi. Tämä on erittäin tärkeätä, kun on kysymys huonosta karkearehusta. Menetelmä soveltuu vain suurille karjoille.

## LEHMIEN HOIDOSTA

Tavanomaisimmat navettatyypit ovat olkipohja- tai parsipihatto. Lannanpoisto on koneellistumassa. Parsirivien välissä olevan rakelattian on todettu lisäävän utaretulehduksen esiintymistä kiinteäpohjaiseen lattiaan verrattuna.

Lypsyasemat ovat yleensä kalanruototyypisiä. Automaattiset lypsinten irroitinimet ovat yleistymässä nopeasti ja näin voidaan lisätä lypsy-yksikköjen lukumäärää.

Hedelmällisyyden häiriöt ovat suurin syy lehmien poistoon. Lehmien kunto-  
luokitusta kehitellään, jotta voitaisiin välttää huonoja siemennystuloksia, jotka johtuvat liian runsaasta lihoista lypsämisestä. Siemennyskalenteri on erittäin yleinen suurissa karjoissa. Terveystarkkailuun osallistuu n. 10 % karjoista. Utaretulehdus heti poikimisen jälkeen on erittäin yleistä. Tämä osoittaa puutteellisuksia navettaoloissa.

Hoitomenetelmiä automatisoidaan jatkuvasti; tänä päivänä yksi ihminen hoitaa 95 lehmää ja kaksi 145.

## TIETOKONEELLA TAPAHTUVA RUOKINNANSUUNNITTELU SKOTLANNISSA

Itä-Skotlannin maatalouskorkeakoulun kotieläinten ravitsemusosasto osallistuu viljelijöiden neuvontaan määrittämällä rehujen ravintoarvot ja laatimalla tiloille ruokintasuunnitelmia. Tämä sekä lypsy- että liha-karjatiloiille suunnattu toiminta tapahtuu useimmiten neuvojen avulla. Ruokintasuunnitelman laatiminen tapahtuu tietokoneella.

Tarvittavat tiedot ovat:

- a) eläinten ravinnontarve
  - energia muuntokelpoisen energian (ME) perusteella
  - sulava raakavalkuainen (srv), kehitteillä uusi menetelmä
  - kivennäiset (Ca, P, Mg, Na)
- b) rehujen ravintoarvo
  - ME/kg kuiva-ainetta
  - srv/kg kuiva-ainetta
  - kivennäispitoisuudet
- c) eläinten syöntikyky karkearehun osalta
  - rehut vapaasti tai rajoitettuna
  - rehujen kuiva-ainesisältö ja sulavuus
  - säilörehun laatu
  - väkirehun käyttömäärät

Tietokoneeseen syötettävät tiedot ovat:

Rehutiedot

- karkearehu: ka-%, ME, srv, sul-%, Ca, P, Mg
- määrä: rajoitettu, vapaa saanti
- väkirehu: energiasisältö
- muiden käytettävissä olevien rehujen määrä ja laatu

Eläintiedot

- elopaino, sukupuoli, tuotostaso

Tietokoneella lasketaan eläinten energia-, srv-, Ca-, P- ja Mg-tarve sekä karkearehun syöntimäärä ja tarpeellinen vähimmäiskäyttömäärä. Samoin lasketaan tarvittava väkirehuseos, jolla täydennetään karkearehun ravintoarvoa.

## VASIKOIDEN JUOTTORUOKINTA

Useimmat pikkivasikat kärsivät ensimmäisen kuukauden aikana ruoansulatuskanavan taudeista, kun taas vanhemmilla vasikoilla hengityselinten sairaudet ovat yleisempiä. Ternimaito on välttämätön pikkivasikalle, koska se saa näin immuuniaineita tauteja vastaan. Kuitenkin ainoastaan huolellisella juottoruokinnalla vältetään ruokintavirheet, jotka ovat pikkuvaskoiden ripulin suurin syy. Varsinkin siirryttäessä tuoreesta maidosta maitojauheen tai muun kuin maitovalkuaisen käyttöön, häiriöriskit kasvavat. Tähän liittyy ruoansulatusentsyymien helpompi toiminta.

Maitojauheen kuivatuksessa käytettävä lämpötila vaikuttaa maidon juoksettumiseen. Liian voimakas lämpökäsittely heikentää maidon saostumista sekä vähentää vatsahappojen ja ruoansulatusentsyymien toimintaa. Näin joutuu osa valkuaisesta hajoamatta ohutsuoleen, missä se joutuu bakteerien ravinnoksi, ja näin ollen lisää tulehdusten esiintymistä. Myös ravintoaineiden sulavuus heikkenee.

Maitovalkuaisen hinnan nousun vuoksi on pyritty löytämään korvaavia valkuaislähteitä. Korvikkeen on oltava helposti sulavaa, liukenevaa ja valkuaisen laadultaan hyvää. Korvike ei saa sisältää ruoansulatukseen tai eläimen muihin toimintoihin haitallisesti vaikuttavia aineita. Tutkimuksia on suoritettu useista valkuaislähteistä, joista tyypillisimmät ovat soijarouhe, kalajauho sekä yksisoluvalkuainen. Yhteistä kaikille on se, etteivät ne varsinkaan pikkuvaskin juomassa korvaa maitojauhetta kokonaan. Soijarouhetta ja yksisoluvalkuaista voidaan käyttää enintään 40 % valkuaisesta korvaamaan maitovalkuaista, minkä jälkeen kasvu ja vaskin terveys kärsivät. Kalajauhoa voidaan käyttää jopa 70 %.

Juomarehussa pitäisi rasvaa olla n. 20 % ja sen tulisi olla hyvin homogenisoitua ja emulgoinnin parantamiseksi siihen olisi lisättävä lesitiiniä. Hiilihydraateista vasikat pystyvät käyttämään hyväkseen laktoosia ja glukoosia. Tärkkelyksen hyväksikäyttö ruoansulatusentsyymien avulla on mahdollista vasta yli kuukauden ikäisillä vasikoilla.

Myös eräät ruokintatekniikkaan liittyvät tekijät ovat tärkeitä. Näitä ovat juomaseoksen kuiva-ainepitoisuus, ruokintatiheys sekä juoman lämpötila.

Juomarehua tulee antaa 110 g litraan vettä. Alle 100 g:n määrät vähentävät mahahappojen määrää ja yli 150 g:n määrät taas heikentävät sulavuutta. Molemmat syyt aiheuttavat hajoamattoman valkuaisen kulkeutumista ohutsuoleen ja näin ripulia. Kerran päivässä tapahtuva juotto ei vaikuta haitallisesti kasvuun, kunhan juomarehua annostellaan 150 g/l, jotta vasikat pystyisivät saamaan riittävästi rehua pienemmässä nestemäärässä. Juoman lämpötila vaikuttaa valkuaisen saostumiseen, 37-asteinen juoma on suositeltavaa.

Yhteenvetona tärkeimmät syyt käytännön tiloilla usein esiintyviin ripulitapauksiin:

1. Liian niukka ternimaitojuotto.
2. Juomasta johtuvat syyt.
3. Huolimaton hoito ja juotto.

Eräitä keinoja ripulin ehkäisemiseksi:

1. Vähintään 7 - 10 kg ternimaitoa mahdollisimman pian syntymän jälkeen.
2. Juomarehun rasvasisältö riittävä (20 %) ja se on oltava homogeenista sekä sisällettävä liukoisuutta edistäviä emulgaattoreita.

## LIHANAUTOJEN KASVATUS- JA RUOKINTAMENETELMÄT SKOTLANNISSA

### Eläinainees

Friisiläishärät, pihvirotu + friisiläisristeytykset sekä itseuudistuvan lihakarjan vasikat muodostavat pääasiallisen naudanlihantuotantoon käytettävän eläinaineksen. Itseuudistuvassa naudanlihantuotannossa emolehmänä käytetään Blue grey (Shorthorn x Galloway ♀) tai hereford-friisiläisiä. Käytettävät somnit ovat pihvirotuisia (Ch, Hf, Aa). Kasvatus perustuu monella tilalla omiin vasikoihin. Lisäksi on olemassa erittäin laajaa eläinvälitystä ja huutokauppoja, joista on ostettavissa kaiken ikäisiä lihanautoja. Pääosalla myytävistä eläimistä elopaino on 200 - 400 kg. Huutokauppojen ajankohta sattuu useimmiten loka-marraskuulle tai maalishuhtikuulle.

Eläinten hinnoittelu perustuu elopainoon. Lihan hinta on alimmillaan syksyllä ja korkeimmillaan toukokuussa. Myyntihinta v. 1977-78 oli n. 5 mk/elopainokilo.

### Lihanautojen hoito ja ruokinta

Hygieniatoimenpiteisiin kuuluvat eläinten käsittely orgaanisilla fosforiyhdisteillä, joilla torjutaan permuja ja täitä. Käsittely tapahtuu rutiinomaisesti syksyllä. Laidunhygieniää toteuttamalla vältetään loistartuntoja tehokkaasti. Laiduntamalla saasteettomilla laidunlohkoilla, joilla ei ole ollut nautoja 12 kuukauteen, useimpien sisäloisien kehityskierro katkeaa. Myös sisäloisien torjuntaan on kehitetty lääkeaineita.

Talviruokinta perustuu pääasiassa säilörehuun, heinään ja lanttuun, mutta myös olkea käytetään karkearehuna. Käytettäviä jäterehuja ovat rankki, mäski sekä perunapulppa. Rehuannosta täydennetään ohralla ja tarvittavalla valkuaisella karkearehun laadun mukaan eläinten kasvukyvyn sekä tavoiteltavan kasvun perusteella. Naudat pidetään ryhmissä olkipohja- tai rakolattiapihatossa.

Kesäruokinnassa ruoho on lähes yksinomainen rehu. Raiheinä ja valkopaipila ovat yleisimpiä laidunkasveja. Jatkuvalla laiduntamisella eläintiheys on 2 - 3 elopainotonna/ha. Lannoitteita lisätään useaan otteeseen n. 32 kg N/eläin. Laidunkausi alkaa huhtikuun lopulla päättyen syyskuun aikana.



Sisäruokintakauden kasvatusvaihtoehtoja loppulihotettaville naudoille on esitetty seuraavassa taulukossa. Ruokinnan voimakkuus ja kasvuta-voite vaihtelevat naudan sukupuolen ja rodun mukaan.

Lihanautojen kasvutuloksia

Nautatyyppi	Aa x Fr	Hf x Fr	Fr	Ch x Fr
Hankinta- paino, kg	275	300	325	350
Myynti- paino, kg	362	400	438	475
Lisäkasvu, g/pv	680	730	770	820
Kasvatus- aika, vrk	130	140	150	155
Säilörehua, kg/pv	20	23	25	28
Säilörehua, aaria/eläin	10	13	15	17
Väkirehua, kg/eläin erilaatuisilla säilörehuilla:				
Sul-% 65	125	200	275	375
" 63	225	300	400	500
" 60	300	400	500	625

Talviruokinnassa pyritään kasvattamaan eläimet teuraskypsiksi mahdollisimman pienellä väkirehumäärällä, sillä väkirehun hinta on korkea suhteessa naudan hintaan (ohra 65 p/kg, soiija 120 p/kg, nauta 5.20 mk/elopainokilo), joten ruokinta perustuu karkearehun maksimaaliseen käyttöön. Säilörehun sulavuudella on suuri merkitys väkirehun tarpeeseen. Säilörehuhehtaaria kohti tarvitaan huonolla säilörehulla (sul-% < 60) 1 500 kg enemmän väkirehua.

Loppulihotuksen tapahtuessa laitumella pyritään käyttämään hyväksi kompensatoorista kasvua. Ruokittaessa talvella alhaisella ruokintatasolla eläin varastoi kasvukykyä kasvaen laitumella erinomaisesti.

Kasvunopeus talvella kg/pv	Kasvunopeus laitumella kg/pv	Kokonaiskasvu talvi + laidunkausi, kg
.32 - .41	1.0	204
.5 - .6	0.86	211
.66 - .77	0.54	191
.77	0.45	184

Hyvällä, riittävästi lannoitetulla laitumella voidaan pitää 4 - 6 loppu-  
lihotettavaa nautaa hehtaarilla. Riittävä laidunrehun määrä varmistetaan  
tekemällä alkukesällä osasta laidunta säilörehua.

Itseuudistuvaan naudanlihan tuotantoon käytettäviä lehmä on Skotlannissa  
n. 500 000. Itseuudistuvan naudanlihan tuotannon kasvatusmenetelmät voi-  
daan erottaa poikimiskauden perusteella. Tilan rehuntuotantomahdollisuudet  
ratkaisevat poikimiskauden. Yläköalueilla, missä eläimet käyvät pääasi-  
assa luonnonlaitumella, lehmät poikivat keväällä. Syyspoikimiset taas  
ovat yleisiä laidunnettaessa viljellyillä alueilla.

Käytettävän rodun valintaan vaikuttavat ruokintaintensiteetti, kasvatus-  
olosuhteet, eläimen tuotanto-ominaisuudet sekä hinta. Emälehmä on useim-  
miten maito- ja liharodun risteytys. Risteytyksellä aikaansaadaan elin-  
voiman ja hedelmällisyyden paraneminen, riittävä maidontuotantokyky sekä  
vasikoiden hyvä kasvukyky. Risteytyseläimet ovat lisäksi halvempia kuin  
puhdasrotuiset. Poikimisvaikeudet lisääntyvät isoilla roduilla astutetta-  
essa. Maitorotuiset lehmät lypsävät lihoistaan siinä määrin, että se al-  
haisella ruokintatasolla heikentää tiinehtyvyyttä. Sonnien kasvatuskokeis-  
sa saadut koetulokset ja tilalla poikimisvaikeuksista saadut kokemukset  
ovat valintaperusteena isäsonna valittaessa.

Isossa-Britanniassa saatujen tulosten perusteella on eri isäroduilla seu-  
raava vaikutus 200 päivän elopainoon ja poikimisvaikeuksiin:

<u>Isärotu</u>	<u>Vasikan paino 200 pv:n iässä</u>	<u>Poikimisvaikeuksia, %</u>
Charolais	500	9.0
Simmental	490	8.9
South Devon	487	8.7
Hereford	428	4.0
Ab. angus	402	2.4

On laskettu, että 5 kilon nousu 200 päivän painossa merkitsee 9.60 mk:n  
lisätuottoa emolehmää kohti.

Koska ei ole mahdollista järjestää poikimisten valvontaa, poikimisvai-  
keuksien yleisyyteen kiinnitetään erittäin suurta huomiota.

Rehun hyväksikäyttö naudanlihantuotannossa

Rehukustannus on suurin kustannuserä; noin 80 % itseuudistuvan naudanlihantuotannon muuttuvista kustannuksista aiheuttu rehuista. Emä käyttää pääosan kokonaisrehumäärästä. Emälehmän osuus on 90 % vuoden rehuista kasvatettaessa vasikka vieroituskään (9 kk) asti. Teuraskypsyysasteen kasvatettaessa (18 kk) emän osuus on 58 %.

Talviruokinta muodostaa 70 % kokonaisrehukustannuksesta. Tämän alentamiseksi kaikissa ruokintajärjestelmissä pyritään talvella käyttämään hyväksi lehmän rasvavarastoja alentamalla ruokintanormeja. Laidunkaudella eläin täydentää energiavarastonsa halvemalla laidunrehulla.

Ruumiin rasvavarastojen hyväksikäytössä on otettava huomioon seuraavia näkökohtia:

1. Elopainon menetyksen vaikutus maidontuotantoon

Edinburgh'in kokeet ovat osoittaneet poikimisen jälkeisten viiden ensimmäisen kuukauden ruokinnan vaikutuksen maitotuotokseen, painonmenetykseen sekä vasikan painoon 150 päivän iässä.

Ruokintatason vaikutus hereford-friisiläisten emolehmien ja vasikoiden tuotokseen 150 päivän ikään:

	Ruokintataso			Merkit-
	runsas keskinkert. alhainen			sevyys
Rehumäärä				
- ylläpito + maitotuotos, kg/pv	Y + 8	Y + 3	Y - 1	
- n. ry/pv	7.6	5.5	3.8	xxx
Maitotuotos, kg/150 pv	1 335	1 258	1 187	xxx
Painonmenetys, kg (0-150 pv)	41	100	140	xxx
Vasikan elopaino, kg				
- 150 päivän iässä	210	196	199	xx
- vieroitettaessa	343	333	336	NS

Tulokset osoittavat 40 %:n aliruokinnan talvella vähentävän maitotuotosta vain 13 %, mikä johtui 18 % suuremmasta painonmenetyksestä, eli lihoista lypsämisestä. Talvella aliruokittujen lehmien vasikat olivat laiturille päästettäessä (ikä 150 vrk) kevyempiä, mutta saivat laiturilla kiinni jälkeensä kasvuun vieroitukseen mennessä.

## 2. Painonmenetyksen vaikutus lehmien hedelmällisyyteen.

Kuten muissa yhteyksissä on esitetty, eläimen kunnan ollessa astutusheikellä hyvä (kuntoluokka yli 2), painonmenetyksellä ei ole vaikutusta hedelmällisyyteen. Mutta jos eläin on laiha kunnossa (kuntoluokka 2 tai alle) ja on jatkuvasti aliruokinnalla, lisääntyy alhaisen ruokintatason aiheuttama kiimattomuus ja tyhjien lehmien määrä kasvaa.

## 3. Emolehmän painonmenetyksen vaikutus vasikan syntymäpainoon ja eloonjääntiin kevätpoikivissa karjoissa

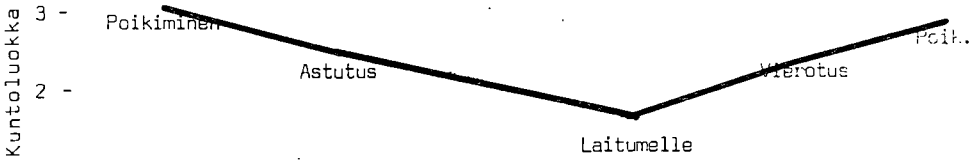
Uusimmat tutkimukset osoittavat, että mikäli emolehmä on hyvässä kunnossa (kuntoluokka 3) laidunkauden jäljeltä, ei 0.5 kg:n painonmenetyksellä (75 % normitarpeesta) kolmen viimeisen tiineyskuukauden aikana vaikuta haitallisesti vasikan syntymäpainoon eikä myöhempään kasvuun.

## 4. Laidunkaudella tapahtuva talvikaudenaikaisen painonmenetyksen korvaaminen

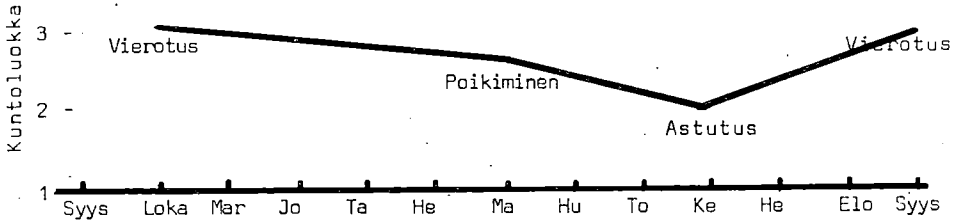
Hyvän hedelmällisyyden varmistamiseksi on välttämätöntä täydentää talven aikana kulutetut rasvavarastot laiturilla. On osoitettu laihojen lehmien syövän merkittävästi enemmän ruohoa. Varminta on vieroittaa erittäin laihat lehmät vasikoistaan aikaisemmin, jotta ne ehtisivät kuntoutua. Edinburgh'issa suoritettussa tutkimuksessa laidunkauden alussa vieroitettuja syyspoikivat lehmät lisäsivät elopainoaan 1.61 kg/pv ja syyskesällä vieroitettuja vain 1.18 kg/pv. Ero syksyllä seuraavan kerran poikiessa oli 50 kg varhain vieroitettujen eduksi. Joka tapauksessa liian runsasta elopainon menetystä talvella on mahdotonta korvata laidunkauden aikana, vaan eläin laihtuu, mikä johtaa hedelmättömyyteen.

ESCA on kehittänyt eläimen kuntoluokitukseen perustuvan ruokintamenetelmän sekä syys- että kevätpoikiville karjoille. Tavoitteena on vähentää rehukustannuksia mahdollisimman paljon ilman, että aliruokinnalla on haitallisia vaikutuksia eläinten tuotantoon.

Syyspoikivat



Kevätpoikivat



Vasikoiden lisäruokinta

Itseuudistuvassa nautanlihantuotannossa on päätettävä ruokitaanko vasikkaa suoraan vai emälehmän välityksellä. Koetulosten perusteella on laskettu, että yksi lisärehuyksikkö annettuna emälehälle lisää vasikan kasvua 22 g/pv tai 3.3 kg 150 päivän aikana. Teoriassa suoraan ruokittuna vasikan kasvu olisi 0.54 kg/pv eli 25-kertainen. Suhde pienenee, kun otetaan huomioon maidon ja lisärehun hyväksikäyttöero vasikalla, samoin emälehmän käyttämän rehun ja vasikan rehun hintasuhteet. Lisäksi lisäruokinnalla on vaikutusta laitumella saatavaan kompensatooriseen kasvuun, jolloin voimakkaasti ruokitut vasikat kasvavat laitumella hitaammin.

Lisärehu on annettava syyspoikivilla lihakarjoilla sisäruokintakaudella suoraan vasikoille, mutta määrä on sovittava sellaiseksi, että kompensatoorinen lisäkasvu on mahdollista.

Poikimisten säätely ja poikimakauden lyhentäminen

Isossa-Britanniassa on kehitetty yksinkertaiset kasvatusmenetelmät, joilla on tavoitteena tuottaa mahdollisimman paljon vasikoita mahdollisimman alhaisin kustannuksin. Käytännössä ei ole pystytty noudattamaan ruokintajärjestelmiä liian pitkäksi venyneen poikimiskauden johdosta.

Yli 75 %:lla karjoista poikimiskausi kestää yli neljä kuukautta, jolloin on vaikeata ruokkia eläimiä suunnitelmien mukaisesti. On täysin mahdollista supistaa poikimiskausi kahteen kuukauteen. Lyhyestä poikimiskaudesta saavutetaan seuraavia etuja: hoito helpottuu, ripulit vähenevät, eläinten ruokinta tarkentuu, laiduntaminen helpompaa, parempi työnkäyttö, vasikoiden ryhmät tasaisia, varmempi tiinehtyvyys. Teurastamojen keräämien tilastojen perusteella poikimiskauden pitkittyminen vähentää emää kohti saatua taloudellista tulosta.

Vasikoiden vieroitusajankohta ja vieroituspaino ovat myös tärkeitä taloudelliseen tulokseen vaikuttavia tekijöitä. Poikimisten pitkittyessä on vaikeata saavuttaa tavoitepainoja vieroitettaessa.

Jaksottamalla lehmät poikimisajankohdan perusteella, erottamalla esim. kevätpoikivat ja syyspoikivat toisistaan voidaan hoitoteknisesti saavuttaa huomattavia säästöjä rehukustannuksessa, sonnin käytössä sekä helpottaa rakennusongelmia. Syyspoikivista lehmistä voidaan parin kuukauden kuluttua todeta tiinehtyneet ja siirtää tyhjät kevätpoikiviksi. Koska lehmät luonnostaan pyrkivät siirtymään kevätpoikiviksi, on hiehot poijittettava mahdollisuuksien mukaan syksyllä. Poikimiskautta on myös mahdollista supistaa hoidollisilla ja ruokinnallisilla keinoilla. Näitä ovat mm. oikeat ruokintamenetelmät, lehmän kunto astutettaessa ja oikea lehmämäärä sonnina kohti. Hoidolliset keinot eivät ole kuitenkaan yksin riittäviä.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että pitkittyneissä poikimisissäkin (yli 5 kk) pääosa poikimisista ajoittuu kahteen ensimmäiseen kuukauteen (70 %). Tehokkain tapa lyhentää poikimiskautta on poistaa loput 30 % lehmistä ja korvata hiehoilla, jotka poikivat ajoissa.

Skotlannissa itseuudistuvan naudanlihantuotannon kehittämässä on keskeistä oikea-aikaisen tuotantorytmin löytäminen tilakohtaisesti sekä poikimiskauden supistaminen kahteen kuukauteen. Näin voidaan hyödyntää uusien tietojen ruokinnasta ja tuotantotekniikasta.

#### Lihanautojen ruokintajärjestelmät

Vasikan syntymäkuukausi määrää sovellettavan ruokintamallin. Ruokintamallit eroavat teuraspainotavoitteen ja kasvatusiän perusteella. Yleensä

kaikkiin vaihtoehtoihin sisältyy vähintään yksi laidunkausi. Teuras-  
tarkkailutilastojen mukaan eläinten elopaino ja rehunkulutus vaihtelivat  
teurastusiän ja syntymääjankohdan mukaan Skotlannissa seuraavasti:

	Syntymääjankohta					
	talvi/kevät			syksy		
Teurasikä, kk	15	20	24	18	24	
Elopaino teurastettaessa, kg	436	490	541	481	525	
Laidunta, eläintä/ha (pelkkä laidun)	6.0	2.2	1.9	3.0	2.0	
Väkirehua, kg/eläin	1 715	940	1337	1175	1034	
Päiväkasvu, kg	0.8	0.7	0.7	0.75	0.65	

Käytetyin ruokintamalli, nk. puoli-intensiivinen järjestelmä, perustuu  
siihen tosiasiaan, että rehun hyväksikäyttö tehostuu kasvunopeuden koho-  
tessa 700 - 800 grammaan päivässä, mutta tätä suuremmilla päiväkasvuilla  
rehun hyväksikäytön paraneminen on vähäistä. Ruokinnan väkevytyessä  
yhä suurempi osa rehun energiasta kuluu rasvan muodostukseen. Eläimet  
rasvoittuvat heikommalla ruokinnalla huomattavasti hitaammin kuin voimk-  
kaalla, ja ne voidaan kasvattaa suuremmiksi yllirasvoittumatta. Hyvällä  
nurmirehulla saadaan aikaan 750 g:n päiväkasvu ilman väkirehua, kun  
huippukasvut edellyttävät erittäin runsasta väkirehuruokintaa.

Skotlannissa suuri osa vasikoista syntyy syksyllä. Perusruokintamalli  
on näille 18 kk:n kasvatus 450 - 500 kg:n elopainoon. Vasikat vieroite-  
taan aikaisin kuivarehuruokinnalle (4 - 5 viikon iässä). Väkirehua vasi-  
kat saavat vapaasti, kunnes ne syövät sitä 2 - 3 kiloa päivässä. 12 viikon  
iästä lähtien heinän ja säilörehun käyttöä pyritään lisäämään rajoitta-  
malla väkirehun annostusta ja tarjoamalla nurmirehua vapaasti. Eläinten  
kasvatuksessa pyritään seuraaviin kasvutavoitteisiin:

		Ikä	Elopainoväli	Kasvutavoite
Syys- vasikka	Jakso 1	- 6 kk		760 g/pv
	Jakso 2	6 - 12 "	180 - 340	900 "
	Jakso 3	12 - 18 "	340 - 500	800 ."

Vasikkakauden ruokinnassa aina 6 kk:n ikään asti väkirehuannokset ovat  
pieniä, koska voimakkaammalla ruokinnalla saatu kasvunlisä menetetään  
huonomman kasvun johdosta laidunkaudella.

### Laiduntaminen

Laitumelle lasku tapahtuu varhain keväällä. Väkirehuannostusta (2 - 4 kg/eläin/pv) jatketaan, kunnes laidunruohon kasvu on riittävä ja eläimet saavat siitä tarpeeksi ravintoa.

Laiduntamisessa on tärkeätä, että lehtevää ruohoa on aina riittävästi. Tehokas laiduntaminen edellyttääkin yhdistettyä säilörehu- ja laidunnurmea. Laidunnurmen kasvun jaksollisuus määrää eläintä kohti tarvittavan laidunalan. Laidunalaa varataan 0.25 ha/lihanauta. Varhaiskevällä, ruohon kasvun ollessa voimakkainta, laidunnetaan vain 1/3 laitumeksi varustusta alueesta ja lopusta tehdään säilörehua. Säilörehuksi tehty ala laidunnetaan kesällä, kun taas aikaisemmin laidunnettu ala korjataan säilörehuksi. Syyskesällä laidunnetaan koko laitumeksi varattu ala. Tällöin aloitetaan viljan käyttö (1 - 3 kg/eläin) täydentämään laidunruohon heikentynyttä laatua ja määrää sekä helpottamaan siirtymistä sisäruokinta-kauteen.

### Sisäruokinta

Sisäruokintakauden perusrehut ovat säilörehu ja ohra. Säilörehun on oltava nuorena korjattua ja laadultaan erinomaista, jotta rehun maittavuus olisi hyvä. Kuitenkin kasvu jää alhaiseksi, ellei käytetä pientä väkirehuannosta. Säilörehun valkuainen riittää erinomaisesti eläimen tarpeisiin. Ainoastaan kivennäisrehua tarvitsee lisätä.

Väkirehun käyttömäärien avulla säädellään teuraspainotavoitetta. Käyttömääriin vaikuttavat eläimen kasvukyky sekä käytettävän karkearehun määrä ja laatu. Eläimen kasvukykyyn vaikuttavat perinnölliset ominaisuudet, sukupuoli ja rotu. Kasvukyvyltään erilaiset eläimet saavuttavat tietyn rasvaisuusasteen eri painoisina. Ruokinnan voimaperäisyyden lisääntyessä teuraskypsyyttä saavutetaan alemmissa elopainoluokissa ja nuorempina. Alhaisella väkirehuruokinnalla teuraskypsyyttä saavutetaan myöhemmin, elopainon ollessa suurempi. Väkirehua kuluu suunnilleen sama määrä kuin voimakkaalla ruokinnalla. Vain nurmirehun käyttömäärät kasvavat.



	Säilörehun D-arvo					
	65			60		
Päiväkasvu, kg	0.9	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7
Elopaino teurastett., kg (alkupaino 325 kg)	475	500	520	475	500	520
Kasvu-aika, pv	165	210	260	165	210	260
Rehunkulutus (säilörehua vapaasti)						
Ohra, kg/pv	2.25	1.75	1.25	3.5	3.0	2.5
yhteensä, kg	370	370	330	580	630	650
Säilörehu, kg/pv	25	25	27	20	20	23
yhteensä, kg	4100	5300	7000	3300	4200	6000

Talvella ja keväällä syntyneiden vasikoiden ruokintamallien vaihtoehtoina tulevat kysymykseen erittäin voimaperäinen ruokinta runsaalla väkirehulla laidunkauden jälkeen tai laajaperäinen kasvatusmuoto, jolloin pyritään voimakkaaseen kasvuun vasta toisena laidunkautena.

## LAIDUNRUOHON SYÖNTI JA HYVÄSIKÄYTTÖ

Eläinten tuotos pinta-alayksikköä kohti riippuu ruohon määrästä, sen kulutuksesta ja muuntosuhteesta eläintuotteeksi. Laiduntamistehokkuus ilmaistaan laidunrehun kulutuksen ja tuotannon suhteena sekä muuntosuhteen tehokkuus eläintuotoksen ja kulutetun ruohomäärän suhteena. Laidunruohon hyväksikäyttöön vaikuttaa se, millä tehokkuudella laidunnetaan ja kuinka syöty laidunruoho tulee hyväksikäytettyä.

Laidunrehun kulutus vaihtelee korjuukertojen, eläinten ja laitumen hoidon perusteella. Korjattavan sadon ominaisuuksista ainakin sulavuus, ruohon korkeus, lehtevyys ja kasvilaji vaikuttava syöntiin. Apilaa sisältävää ruohoa syövät eläimet enemmän kuin puhtaita heinäkasveja. Raiheinän, nadan ja timotein syönti on parempaa kuin koiranheinän sekä italian raiheinän parempaa kuin englannin raiheinän, mikäli laidunrehua on vapaasti. Eläimen tuotostaso, tuotantokyky ja kunto vaikuttavat ratkaisevasti laitumen hyväksikäyttöön. Nuori eläin syö suhteellisesti enemmän kuin täysikasvuinen. Laiduntamistekniikan vaikutuksista tärkeimmät tekijät ovat laiduntamistiheys ja lisärehun anto. Eläintiheyden nousu alentaa laidunrehun kulutusta samoin lisärehun anto.

Laiduntamistehokkuuteen vaikuttaa eläinten määrä pinta-alayksikköä kohti sekä eläinten syömä laidunrehun määrä. Suurin laiduntamistehokkuus saavutetaan harvoin silloin, kun laidunrehun syönti on suurin. Syödyn laidunrehun muuntamistehokkuus ei paljon muutu kasvavilla eläimillä laidunruohon kulutuksen kasvaessa, mutta lypsylehmillä muuntosuhde paranee syönnin ja tuotoksen lisääntyessä.

Laiduntamistiheyden lisääntyminen vähentää suoraviivaisesti eläinten kasvua. Optimitiheys saavutetaan silloin, kun hehtaaria kohti saadaan eniten kasvukiloja. Laiduntamistekniikalla on vain vähäinen merkitys tuotantoon paitsi silloin, kun se vaikuttaa ruohon kasvuun. Laitumen hoito ja laiduntamistiheys eivät vaikuta useimpien laidunkasvien kasvuun.

### Nurmirehuan perustuva naudanlihantuotanto

Nurmirehulla saatava kasvu riippuu käytettävissä olevasta rehusta ja eläimen tuotantokyvystä. Nurmirehun potentiaalisia tuotantomahdollisuuksia ei tunneta tarkasti. Rehunsyöntiin vaikuttavia tekijöitä ei niinkään

tarkoin tunnetta. Hyvällä laiturilla päästään 850 - 1 000 g:n päiväkasvuun ja kompensatorisen kasvun avulla jopa parempaan. Säilörehuksi korjattuna pelkällä nurmirehulla saavutetaan nuorilla vasikoilla vain noin 500 g:n ja vanhemmilla noin 800 g:n päiväkasvu. Huonompi kasvu säilörehulla laidunrehuun verrattuna selittyy myöhemmällä korjuuasteella sekä eläinten kyvyllä valita syötävästä laidunruohosta sulavimmat osat. Keskimääräinen sulavuusero säilörehun ja syödyn laidunruohon välillä on 10 %-yksikköä. Lisäksi säilörehun syönti on aina alhaisempi.

Laidunruohon ja erilaisten säilörehujen vaikutus nurmirehun suht. syöntiin

	Säilörehu				
	Laidunruoho	Esikui- vattu	Muur.happo lisäys	Painorehu (maitoh.)	Painorehu (voihappo)
pH	6.3	4.6	4.1	3.9	5.2
Kuiva-aine-%	18	30	19	19	18
Syönti, suht.	100	85-95	80-90	75-85	60
Kasvu, kg/pv	1.00	0.83	0.75	0.50	0.25

Myöhäinen korjuuajankohta alentaa heinän sulavuutta ja syöntiä. Lisäksi kuivatukseen ja varastointiin liittyvät tappiot alentavat energiansyöntiä ja kasvua niin säilörehun kuin heinänkin osalta. Ruohon kasvuun vaikuttavia tekijöitä ovat kasvilaji, ravinnetilanne, varsinkin N, kesän sademäärä sekä maan kosteussuhteet. Lisäksi ruohon kasvurytmi vaihtelee laidunkauden eri aikoina. Oikean laiduntamistihedden määrittäminen lihanaudoilta on vaikeata, koska eläimet ja niiden ravinnontarve kasvavat laidunkauden kuluessa. Ehkä tarkin tapa määrittää oikea laiduntamistihedys on pinta-alayksikköä kohti pidettävien elopainokilojen määrä.

Talvikauden ruokinnan voimakkuus voi vaihdella laajasti. Tärkeimmät ongelmat ovat nurmirehujen käyttömäärät ja sisäruokintakauden vaikutus laidunrehun hyväksikäyttöön. Kompensatorisen kasvun luonnetta ei vielä tarkoin tunnetta. Käytännön tiloilta saatujen tulosten perusteella hitaampi kasvu talvikautena korvautuisi melko täydellisesti nopeampana kasvuna laidunkauden aikana.

### Lypsylehmien laidunruokinta

Vuotuinen sato on riippuvainen lannoitteiden (varsinkin N) määrästä sekä laiduntamistiheydestä. Niittokertojen lisääntyessä nurmen sato kasvaa, kun kasvuaika pitenee. Laidunnettaessa laiduntamistiheydellä ja kasvuun jäävällä ajalla on pienempi merkitys nurmen satoon ja eläinten tuotoksiin. Vaikka yhdellä laiduntamiskerralla nettosato voi jäädä alhaiseksi, koko laidunkauden sato on kuitenkin noin 90 % kasvusta.

Kiertonopeus, vrk	Eläintiheys	Hyväksikäyttö-%	
		laidunt.kerralla	laidunkautena
21	pieni	38	89
21	suuri	43	90
35	pieni	53	90
35	suuri	58	91

Pääongelma on sovittaa eläinmäärä saatavilla olevan laidunrehun määrän mukaiseksi niin, että laidunrehun hyväksikäyttö ja eläinten tuotos olisi mahdollisimman korkea. Hyvä keino arvioida oikea laiduntamistiheys on mitata nurmen korkeus laiduntamisen jälkeen.

Laidunruohon koostumuksen lisäksi eläinten laidunkäyttäytyminen on eräs syöntiä ja näin laitumelta saatavaa maitotuotosta rajoittava tekijä. Ruohon määrän vähetessä syöntiaika kasvaa, millä osittain kompensoidaan alhaista ruohon määrää. Syöntiä rajoittavat tekijät estävät lehmää syömästä hyväkkään laidunta yli 25 kilon tuotosta vastaavasti.

Laiduntamistekniikan vaikutus on vähäinen. Eläintiheiden noustessa on lohkolaiduntaminen kuitenkin edullisempaa kuin jatkuva laiduntaminen.

Lisärehun käyttö riippuu saatavilla olevan ruohon määrästä. Laiduntamisessa on tärkeätä maksimoida sulavan ravinnon määrä pinta-alayksiköllä, sovittaa ruohon hyväksikäyttö sen kasvuun sekä käyttää lisärehua mikäli muuten ei pystytä ylläpitämään taloudellista eli korkeata tuotostasoa.

## VALINNAN KOHTEET KARJANJALOSTUKSESSA

### Yhteenveto

Esitelmässä kuvailtiin pääpiirteissään nykyisin käytetyt lypsykarjan valintakriteerit ja todettiin niiden huomattava maailmanlaajuinen yhte-neväisyys. Pihvikarjalla on viime vuosina tullut vähemmän suositelta-vaksi valinta, joka pyrkii parantamaan lisäkasvua. Lisäkasvu on nimittäin korreloituun painoon syntyessä ja täysikasvuisena, jonka takia poikima-vaikkeudet ja emokustannukset lisääntyvät.

Taylor esitti koetuloksia, joissa rotujen väliset erot osoittautuivat pieniksi, jos vertailuna käytettiin rehunkäytön tehokkuutta. Hän esitti myös tuloksia niistä korreloituneista vaikutuksista, joita on lypsykarjan maitotuotoksen valinnalla ja pihvikarjan lisäkasvun valinnalla.

Lopuksi esitettiin poliittinen kysymys, kuka päättää, minkä suhteen pitää valita. Kaiken päätöksenteon pohjana pitäisi olla laajat analyysit tuotantomenetelmistä. Myöskään käytännön jalostajan panosta ei pitäisi täysin syrjäyttää.

### Koetuloksia maidontuotannossa

#### Rotuverailu

Vertailussa on tutkittu friisiläis- ja jerseyrotuisten lehmien tuotosta ja tehokkuutta maidontuotannossa (taulukko 1).

Taulukko 1. Keskimääräiset rotuerot tuotoksessa ja tehokkuudessa.

	Tuotos (kg)			Tehokkuus (% kg/kg)		
	Fr-Jer	haj.	ero-% <sup>x</sup>	Fr-Jer	haj.	ero-%
Maitotuotos	1300	250	53	14	3.3	28
Maidon energia	860	250	30	5.0	3.4	9
Kokonaiskuiva-aine	53	18	25	0.18	0.25	4
Rehunkäyttö poikimavälillä	1050	190	22	-	-	-

x ero-% ilmaisee, kuinka paljon friisiläinen ylittää jerseyä

Päätulokset ovat merkittävät erot maitotuotoksessa, energiassa, kuiva-aineessa ja myös rehunkäytössä. Rotujen välillä on myös erittäin merkitsevä ero tehokkuudessa, kun se mitataan tuotettujen maitokilojen ja kulutetun rehun suhteena. Rotujen ero pienenee huomattavasti (ei enää merkitsevä), jos tehokkuus mitataan maidon energia- tai kuiva-ainetuotoksesta. Myöhemmissä kokeissa on saatu vielä pienempiä eroja rotujen välisessä tehokkuudessa kuin taulukossa esitetyt.

#### Eritasoisten jälkeläisarvosteltujen sonnien jälkeläisten vertailu

Ainoastaan friisiläisellä on toistaiseksi riittävästi jälkeläisiä vertailun suorittamiseen. Vertailu on samanlainen kuin rotuvertailu, mutta vertailtavina hyvien ja huonojen sonnien jälkeläiset. Tuloksia esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2. Hyvien ja huonojen sonnien jälkeläisten vertailu.

	Tuotos (kg)			Tehokkuus (% kg/kg)		
	hyvä- huono	haj.	ero-%	hyvä- huono	haj.	ero-%
Maitotuotos	890	280	27	8.5	3.9	14
Maidon energia	750	290	21	6.4	4.2	10
Kokonaiskuiva-aine	47	21	18	0.34	0.30	8
Rehunkäyttö poikimavälillä	600	230	10	-	-	-

Hyvien ja huonojen sonnien jälkeläisten väliset erot ovat karkeasti ottaen samanlaisia kuin erot rotujen välillä. Ero rehunkulutuksessa on kuitenkin pienempi. Tehokkuudessa on merkitsevä ero, jos se mitataan maitotuotoksena. Eroa on myöskin energian ja kuiva-aineen tuotannon tehokkuudessa, mutta ero ei ole merkitsevä (suuri hajonta).

Johtopäätöksenä on, että tehokkuuden erot riippuvat paljon siitä, miten tehokkuutta mitataan. Kuitenkin on melko turvallista päätellä, että todellinen valinnalla aikaansaatu nousu maitotuotoksessa johtuu suureksi osaksi lisääntyneestä rehunkulutuksesta ja jossakin määrin vesipitoisuuden noususta.

#### Kasvunopeuden valinnan korreloituneet vaikutukset

Jos valitaan rodun sisäisesti absoluuttisen tai suhteellisen kasvun suhteen, parannetaan molemmissa tapauksissa rehunkäytön tehokkuutta (taulukko 3.) (suhteellisella kasvulla tarkoitetaan kasvua prosentteina

eläimen painosta). Korreloituneet muutokset eläimen koossa ovat aivan erilaiset (taulukko 4).

Taulukko 3. Absoluuttisen (AGR) ja suhteellisen (RGR) kasvunopeuden korrelaatiot rehuhyötysuhteeseen (FE) mitattuna ikävälillä 6 - 12 kuukautta.

	v.a.	RGR-FE	AGR-FE	AGR-RGR
Rotujen väl.	19	0.54 <sup>x</sup>	0.47 <sup>x</sup>	0.24
Isien väl.	46	0.66 <sup>xxx</sup>	0.50 <sup>xxx</sup>	0.58 <sup>xxx</sup>
Isien sis.	48	0.79 <sup>xxx</sup>	0.71 <sup>xxx</sup>	0.65 <sup>xxx</sup>

Taulukko 4. Absoluuttisen ja suhteellisen kasvunopeuden geneettiset korrelaatiot painoon täysi-ikäisenä.

	Ikäväli, jolla kasvu mitattu				
	synt.-6 kk	6-12 kk	12-18 kk	18 kk-täysi-ik. keskim.	
Absol. kasvunop.	0.78	0.22	0.57	0.21	0.44
Suht. kasvunop.	0.24	-0.03	-0.05	-0.44	-0.07

Jos tavoitteena on kohottaa eläimen painoa kaikissa ikävaiheissa, on absoluuttinen kasvunopeus sopiva valintakriteeri. Jos ei haluta muuttaa eläimen painoa täysikasvuksena, on oikea kriteeri suhteellinen kasvunopeus. Edelleen geneettisten korrelaatioiden tulkinta osoittaisi, että suora rehuhyötysuhteen valinta todennäköisesti kohottaa sekä kasvunopeutta että eläimen kokoa.

Suurin muutos pihvikarjanjalostuksen valintaperusteissa on viime vuosina ollut suuremman huomion kiinnittäminen korreloituneisiin vaikutuksiin.

## LYPSYKARJAN JALOSTUSNÄKYMÄT

Historiallisesti viljalajeja ja pieniä kotieläimiä (siipikarja, sika) on testattu ja kehitetty selvien ja hyvin integroitujen suunnitelmien mukaan. Yleensä jalostustyö näillä lajeilla koostuu seuraavista vaiheista: 1. testiparitusten tulokset arvostellaan klassisin koemenetelmin kontrolloidussa ja yhdenmukaisessa ympäristössä, 2. kehitettyä tuotetta lisätään ja 3. se lasketaan täysipainoiseen tuotantoon maatiloilla.

Suuremmat kotieläimet eivät ole vielä osoittautuneet soveltuviksi samantyyppiseen intensiiviseen ja täsmälliseen testaus- ja jalostusprosessiin. Lypsykarjalla ovat ennen kaikkea kalliit kustannukset (maa, rakennukset, työ, eläimet) esteenä vastaavien menetelmien käyttöönotolle. Niinpä nykyinen laajamuotoinen jalostus edustaa kompromissia niille tavoitteille, jotka pyrkivät sekä kokeelliseen tarkkuuteen että kustannusten minimointiin.

Huolimatta huomattavista tuottavuuden nousuista, jotka on saavutettavissa nykyisillä lypsykarjanjalostusmenetelmillä, tarvitaan vaihtoehtoisia jalostusmenetelmiä. Niitä tarvitaan esim. seuraaviin tarkoituksiin:

1. Satunnaismittana tuotanto-olosuhteiden tai markkinavaatimusten muutoksia vastaan.
2. Lisäämään sellaisten maiden onavaraisuutta, joiden tarkkailu- ja kotoisuus ei ole riittävän kehittynyt laajapohjaisen koko maan käsittävän jalostusohjelman toteuttamiseen.
3. Varmistamaan geneettistä edistystä mittaavien tekijöiden tarkkailua.
4. Luomaan keinoja sellaisten ominaisuuksien tarkkailuun ja parantamiseen, joihin nykyinen menetelmä ei sovellu.
5. Mahdollistaa tutkimukselle keinoja tuottaa, arvostella ja kehittää uusia rotuja, linjoja ja risteytyksiä.

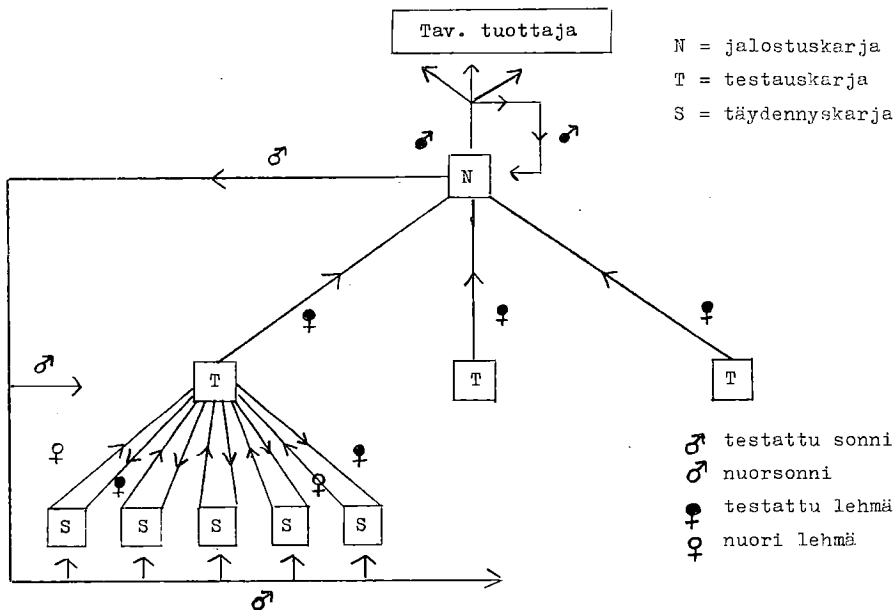
Vain muutamia harvoja vaihtoehtoja on esitetty perinteisille laajapohjaisille jalostusohjelmille. Käyttökelpoisista vaihtoehdoista näyttää sianjalostuksessa käytetty jalostuskarjajärjestelmä (elite nucleus herd system) täyttävän parhaiten edellä mainitut tarpeet.



### Jalostuskarjamenetelmä

Seuraavassa kuvataan jalostuskarjasysteemin rakennetta ja järjestelyä lypsykarjalla sekä verrataan perinteisiin jalostusmenetelmiin.

Kaavio keskitetystä testaus- ja valintaohjelmasta lypsykarjalla.



Kuviossa on kaavamainen esitys hierarkkisesta jalostuskarjajärjestelmästä. Siihen kuuluu kolmen tyyppisiä karjoja, joilla kullakin on erilainen tarkoin määrätty tehtävä. Kaikki tehokas jalostus- ja valinta-aktiiviteetti on keskitetty jalostuskarjaan (nucleus herd), jossa tuotetaan kaikki systeemin käyttämät sonnit. Täydennyskarjoissa (supply herd) tuotetaan testauseläimet (haluttu ikä, polveutuminen, sukupuoli) testauskarjoihin (test herd), joissa testaus ja tarkkailu suurimmaksi osaksi tapahtuu. Testauskarjoilla on kaksi tarkoitusta: 1. identifioida genotyybiltään parhaat sonnit, joita käytetään ylläpitämään jalostuskarjan tasoa, seuraavan nuorsonnisukupolven isinä ja koko lypsykarjapopulaation uudistamiseen, 2. etsiä parhaat lehmät (genot.), jotka siirretään jalostuskarjaan testin päätyttyä. Mahdollisten genotyyppi-ympäristö-yhdysvaikutusten eliminoimiseksi on syytä käyttää testauskarjoissa erilaisia käytössä olevia hoitosysteemeitä.

Testausvaiheen taloudellisuutta voidaan edelleen lisätä varmistamalla siitä, että kaikki lehmät, jotka tulevat tai poistuvat testauskarjoista, ovat kantavia nuorsonneista, jotka tulevat testattaviksi tulevina vuosina. Vaikka menetelmä vaatii eläinten siirtoa paikasta toiseen, suuret kiinteät pääomakustannukset (tanskalainen asematesti), eläinten siirtokustannukset, stressi ja sairastumisalttius voidaan välttää tai eliminoida sijoittamalla testauskarjat lähelle jalostuskarjoja.

Ennen testausta syntyvä ympäristöerojen hajoittava vaikutus voidaan poistaa siirtämällä eläimet aikaisin testauskarjoihin ja noudattamalla standardeoituja kasvatuserämenetelmiä koko systeemissä.

#### Menetelmän mittasuhteet

Ohjelman ylläpitämiseen tarvittava kokonaiseläinmäärä riippuu 1. kuinka montaa emää kohti saadaan yksi testattava tytär ( $n_d$ )- ilmaistaan tässä uusintaprosenttina  $P_t = 1/n_d$ , 2. testattavien tyttärien lukumäärästä isää kohti ( $W$ ) ja 3. vuosittain jälkeläisarvosteltavien nuorsonnien lukumäärästä ( $n_y$ ).

Täysin tasapainoisessa testimallissa, jossa joka isällä on yhtä monta jälkeläistä joka testikarjassa, tarvittavien eläinten kokonaislukumäärä vuodessa ( $C$ ) on  $W n_y^2 / (n_y - 1)$ , joka lähenee arvoa  $W n_y$  suurilla  $n_y$ :n arvoilla. Jos oletetaan, että emät sekä testi- että täydennyskarjoissa tuottavat testattavia jälkeläisiä yhtä tehokkaasti (sama  $P_t$ ), on vuodessa tarvittavien tiineiden lehmien lukumäärä  $C/P_t$ , josta osuus  $P_t$  sijaitsee testikarjoissa ja suurempi osa  $(1 - P_t)$  täydennyskarjoissa. Samoista emistä saadaan tietysti yhtä suuri määrä sonnivasikoita, joita voidaan haluttaessa käyttää kasvua ja ruhon laatua koskeviin kokeisiin. Se vaatii kuitenkin lisää testauskapasiteettia, eikä siihen puututa enempää.

Millä hyvänsä  $W$ :n ja  $n_y$ :n kombinaatiolla testauksen tehokkuus riippuu  $P_t$ :stä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että on pyrittävä välttämään eläinten hukkaantumista tautien, tunnistamistietojen puutteen, tiinehtymishäiriöiden yms. seikkojen takia. Varsinkin nykyisellä systeemillä tällaiseen on huonot mahdollisuudet, koska testaus tapahtuu hajanaisesti monissa karjoissa. Koska lehmä on hitaasti lisääntyvä eläin, vaikuttaa kaikki edistys lisääntymisteknologiassa suuresti  $P_t$ :n suuruuteen.

Seuraavassa taulukossa esitetään  $P_t$ :n ja  $W$ :n vaihtelun vaikutukset suhteellisesti jalostus- testaus- ja täydennyskarjoissa.

		$P_t$															
		$1/3$				$1/4$				$1/5$				$1/6$			
W	N	T	S	N	T	S	N	T	S	N	T	S	N	T	S		
20	1	3.3	6.7	1	3.3	10	1	3.3	13.3	1	3.3	16.7					
25	1	4.2	8.3	1	4.2	12.5	1	4.2	16.7	1	4.2	20.8					
30	1	5.0	10.0	1	5.0	15.0	1	5.0	20.0	1	5.0	25.0					
35	1	5.8	11.7	1	5.8	17.5	1	5.8	22.3	1	5.8	29.2					

Koska täydennyskarjojen (S) täytyy kompensoida, jos testauskarjassa ei jostain syystä onnistuta joka vuosi uusiutumaan omavaraisesti, riippuu täydennyspopulaation koko pääasiassa  $P_t$ :stä.

Testauspopulaation (T) koko suhteessa jalostuspopulaatioon (N) ei riipu  $P_t$ :stä vaan se määräytyy kokonaan  $W$ :n mukaan. Jalostuspopulaation itsensä suuruus taas määräytyy sen mukaan, paljonko nuorsonneja ( $n_y$ ) halutaan testata.

Numeerinen esimerkki systeemin laajuudesta osoittaa, että eläinten tarve on huomattavasti pienempi kuin perinteisessä jalostusohjelmassa. Jos halutaan tuottaa ja testata 150 nuorsonnia vuodessa ja yhden sonnin tuottamiseksi tarvitaan 6 jalostuslehmää, tarvitaan 900 jalostuslehmää. Jos jalostuskarjan koko on 100 lehmää, tarvitaan 9 karjaa, jotka kukin tuottavat 16.7 sonnia. Jos  $P_t = 1/4$  ja  $W = 30$ , tarvitaan yhtä jalostuskarjaa kohti  $5 \times 100 = 500$  testauslehmää ja  $15 \times 100 = 1\ 500$  täydennyslehmää. Yhteensä tämä tekee 4 500 lehmää testauskarjoissa ja 13 500 lehmää täydennyskarjoissa. Yhteensä lehmien lukumäärä ( $900 + 4\ 500 + 13\ 500 = 18\ 900$ ) on pieni verrattuna 45 000 lehmään, joka HINKSin mukaan tarvittaisiin perinteisellä menetelmällä saman sonnimäärän tuottamiseen.

#### Menetelmän hyväksikäyttö

Tällainen jalostusmenetelmä tarjoaa erinomaiset mahdollisuudet lehmien testaamiseen ja takaa, että genotyypiltään ehdottomasti paras lehmäaines tulee valittua jalostuskarjoihin. Systeemi on haluttaessa hyvin riippumaton varsinaisesta lypsykarjapopulaatiosta. Tästä on se etu, että systeemi on vapaa karjojen välisistä geneettisistä eroista, joita

esiintyy tavallisten viljelijöiden karjojen välillä. Toisaalta systeemiin voidaan hyvin tuoda eläimiä sen ulkopuolelta, jos tämä katsotaan tarpeelliseksi. Systeemillä pystytään nostamaan vuosittain hyväksytyjen nuorsonnien laatua tai määrää korkeammaksi kuin on tähän asti pidetty mahdollisena.

Valitettavasti ei ole olemassa sellaista kokeellista tietoa, jolla tämän systeemin geneettinen potentiaali voitaisiin todistaa. Voidaan kuitenkin perustellusti väittää, että menetelmällä pystytään ainakin samaan geneetiseen edistymiseen kuin perinteisillä jalostusmenetelmillä. Lisäksi se tarjoaa paremmat mahdollisuudet suurempaan edistymiseen, koska siinä valinta on tarkempaa ja tapahtuu yhtenäisessä ympäristössä, eläinhävikki on pienempi ja valinta on intensiivisempää molemmilla sukupuolilla. Pitkän tähtäimen jalostussuunnittelussa kuvatus systeemin rakenne luo joustavuutta ja liikkuvuutta, joka ei ole mahdollista sellaisessa jalostusohjelmassa, jossa testausvaiheen tehokkuus riippuu monien karjanomistajien eritasoisista taidoista ja tavoitteista sekä jalostustavoitteiden saavuttaminen ks-väen kyvyistä ja halusta hyväksikäyttää testatut sonnit nopeasti ja tehokkaasti.

Jokainen jalostuskarja "satelliitteineen" voidaan käsitellä riippumattomana suljettuna ryhmänä, joka noudattaa omia tavoitteitaan erillään muista vastaavista ryhmistä. Tällä tavoin on mahdollista tuottaa linjoja, joita voitaneen myöhemmin käyttää linjaristeytykseen. Vaihtoehtoisesti eri ryhmät voivat johtaa testausta itsenäisesti, mutta ne voivat vaihtaa tai jakaa parhaita tuotteitaan testausvaiheen päätteeksi samaan tapaan kuin nyt suoritetaan Pohjois-Euroopassa. Lopullinen tavoite on saada aikaan täysin integroitu systeemi, jossa kaikki osapuolet noudattavat samoja tavoitteita yhteisvoimin ja systeemin sisäinen rakenne säilyy lähinnä käytännöllisyyssyistä.

Kuvatus menetelmän soveltaminen esim. Suomeen ei tapahtune helposti, koska karjakokomme on hyvin pieni. Sen sijaan se tuntuisi soveltuvan erinomaisesti maihin, joissa karjat ovat suuria. Hyvin suuressa karjassa systeemi toimisi jopa karjansisäisesti.

Lopuksi yhteenvetona menetelmän tuomia etuja:

Testausvaiheessa

- taattu testauskapasiteetti
- ei sonninhankintakustannuksia

- tehokas testauseläinten käyttö alentaa tarkkailukustannuksia tai samaan hintaan saadaan monipuolisempi tarkkailu
- molempien sukupuolien arvostelu on yksinkertaista
- testin päätteeksi saadaan riittävästi korkealaatuisia jalostuseläimiä
- sonnien kasvun ja teuraslaadun arvostelu on mahdollista minimikustannuksin
- saadaan helposti tarkkailtuja karjoja koe-, tutkimus- ja esittelykäyttöön
- kannustaa vähentämään hukkamenoja

#### Jalostus- ja valintavaiheessa

- taataan nuorsonnien saanti testiin
- yksinkertainen valinta mahdollisten sonninemien kesken
- välitön ja suora seuranta geneettisen edistymisen määreille
- laaja valinnanvara valintakohteille ja -menetelmille
- mahdollisuus saattaa nopeasti ja tehokkaasti käyttöön uusi teknologia

## PIHVIKARJAN VALINTAOHJELMAT

### Hyväksikäyttö

Rodun korvaaminen paremmalla rodulla saattaa olla tehokkain tapa saavuttaa geneettistä paranemista. Kuitenkin tarvittaneen rotujen vertailuohjelma, jotta saadaan selville parhaat rodut. Rodun korvaaminen kestää 10 - 20 vuotta nautakarjapopulaatioissa. Heteroosista ja rotujen toisiaan täydentävästä vaikutuksesta risteytysjalostuksessa saatava hyöty saattaa vaikuttaa jäljellejäävien rotujen määrään ja merkitykseen.

### Karjatyyppit

On hyödyllistä tarkastella ainakin kolmea karjatyyppiä pihvintuotannossa ja jalostuksessa; 1. maito- ja yhdistelmärotuja, 2. risteytykseen käytettäviä isärotuja ja 3. emorotuja.

Valinnan kohteet ja valintamenetelmät saattavat olla hyvin erilaisia näille rotutyypeille, ja saatetaan tarvita erilaisia jalostusohjelmia.

### Valinta ja valinnan kohteet

Valintakohteista päättäminen ja niiden suhteellisen taloudellisen arvon määrittäminen on ratkaiseva vaihe sekä rotujen vertailussa että rotujen sisäisessä valinnassa. Ominaisuudet voidaan sen jälkeen yhdistää valinta-indeksissä. Jokainen yksilö saa indeksiarvon, johon valinta perustuu. Indeksien laskemiseksi tarvitaan yksityiskohtaista tietoa heritabiliteeteista ja indeksiin sisältyvien ominaisuuksien välisistä korrelaatioista. Seuraavassa esitetään keskimääräisiä heritabiliteettiarvioita pihvikarjalla. Suluissa mainitaan estimaattien lukumäärä.

$h^2$

Rehuhyötysuhde	0.4	(15)
Kasvu (vier. jälkeen)	0.5	(56)
Loppupaino	0.5	(30)
Liha-luu-suhde	0.3	( 4)
I lk liha-%	0.3	(22)
Pintarasvan paksuus	0.4	( 6)
Rasva-% paloittelussa	0.4	( 2)
Pintarasvan suhde lihaksen sisäiseen rasvaan	0.8	( 1)

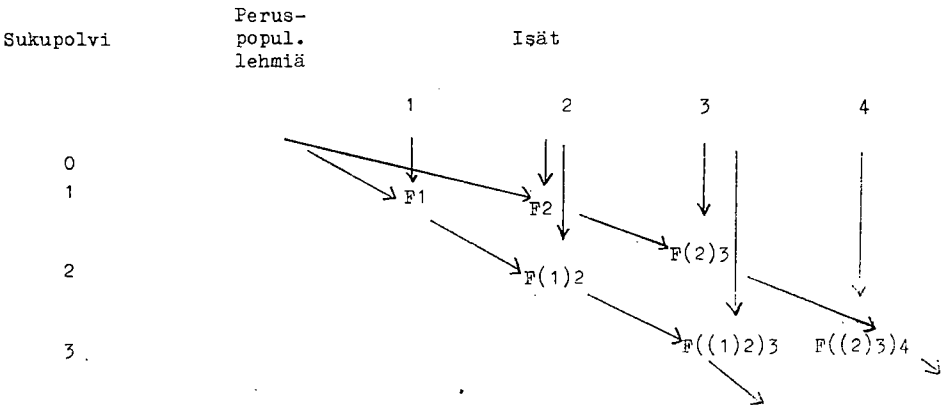
Lihan rakenne		
- säikeen paksuus	0.3	( 1 )
- leikkausvoima	0.6	( 5 )
- mureus (paneeli)	0.2	( 4 )
Lihan väri	0.2	( 2 )
Vesipitoisuus	0.4	( 1 )
Marmorointi	0.4	( 2 )
Selkälihakseen pinta-ala	0.7	(10)

Geneettinen edistyminen

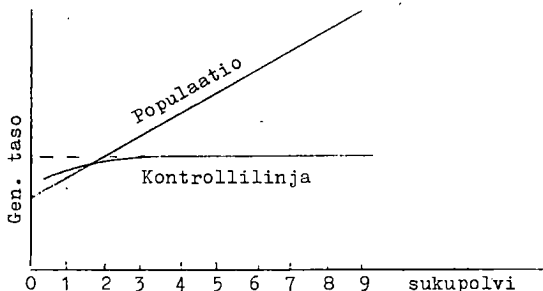
Jotta saavutetaan maksimaalinen geneettinen edistyminen vuodessa, vaaditaan tasapaino-optimi seuraavien tekijöiden suhteen: 1. valinnan varmuus, 2. valinnan voimakkuus ja 3. sukupolven pituus. Vuotuinen geneettinen edistyminen pihvikarjalla voi olla 1 - 2 % (siialla 4 - 5 %). Edistyminen voidaan nostaa pihvikarjalla 1.5 - 1.8-kertaiseksi käyttämällä sikiön-siirtotekniikkaa.

Geneettinen muutos

Saavutettujen geneettisten muutosten (suotuisat ja epäsuotuisat) mittaaminen on tärkeää käytettyjen testaus- ja valintamenetelmien tarkistamiseksi. Jos käytetään pakastesiementä 25 - 30 sonnin ryhmällä rotationaalisesti (frozen semen panél) toinen toistensa tyttärille, luodaan sopiva ja tehokas menetelmä pihvikarjan geneettisten muutosten tarkistamiseksi. Seuraava kuvio selvittää sonnien rotaatiokäyttöä.



Näin muodostetaan geneettisesti muuttumaton kontrolliryhmä, jolla voidaan mitata populaation geneettisiä muutoksia. Sonnien rotaatiokäytöllä esitetään sukusiitos. Seuraavassa on graafisesti esitetty populaation ja kontrolliryhmän ero.



Alussa ei kontrollilinja ole aivan vakio riippuen peruseläinten laadusta, mutta asettuu pian käytettyjen sonnien tasolle.

#### Yksilö- vai jälkeläisarvostelu

Koska pihvikarjan tärkeimmät ominaisuudet ovat melko voimakkaasti periytyviä, yksilöarvostelulla päästään yleensä nopeammin tuloksiin kuin jälkeläisarvostelulla. Sen takia on hyvin tärkeää, että ruhon koostumusta pystytään mittaamaan elävältä eläimeltä. Urosten valinta maternaalisten ominaisuuksien suhteen perustuisi niiden mittaamiseen emältä ja sisarilta.

#### Testauksen yksityiskohdat

Sellaisia yksityiskohtia, jotka pitää huomioida ovat esim. ruokintamuodot, ikä (tai paino) kokeen alussa ja lopussa, ennen testiä tulleet vaikutteet, taphtuuko testaus mautiloilla vai asemilla sekä korjaukset eri tekijöiden (emän ikä, vuodenaika) suhteen.

#### Sukusiitos

Ellei karja ole täysin suljettu, ei sukusiitoksesta juuri tarvitse huolehtia. Sukusiitosaste voidaan laskea seuraavalla kaavalla:



$$\text{Sukusiitosaste} = \frac{1}{8 \bar{L}^2} \left[ \frac{1}{n_m} + \frac{1}{n_f} \right]$$

(vuosittain)

$\bar{L} = (L_M + L_F)/2 =$  vanhempien keski-ikä jälkeläisten syntyessä

$n_m =$  karjaan vuosittain tulevien urosten määrä

$n_f =$  " " " naaraiden määrä

### Hyvän eläinaineksen levittäminen

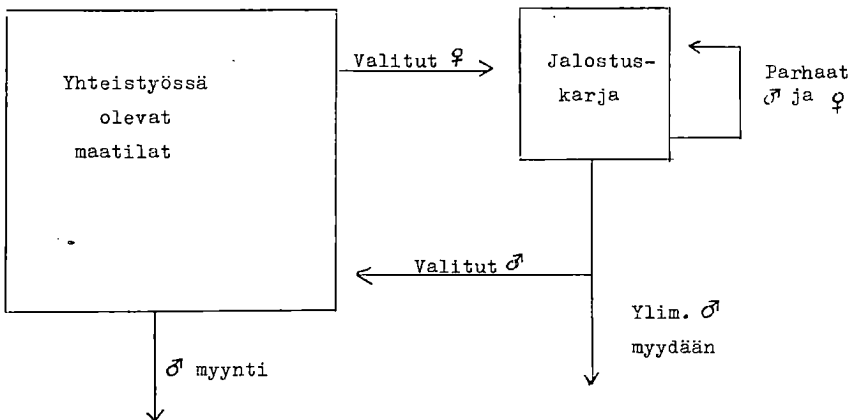
Jalostustyön pyramidimaisen rakenteen takia testauksen teho tulisi keskittää dominoiviin karjoihin, koska geenivirta kulkee näistä alaspäin. Näiden ja tavallisten karjojen välillä on viive geneettisessä edistymisessä. Viive voi olla jopa 15 vuotta luonnollisella siemennyksellä kolmessa tasossa ja 2 - 3 vuotta keinosiemennyksellä kahdessa tasossa. Tasot tarkoittavat seuraavaa:

1. taso jalostuskarja (nucleus)
2. " siitoskarja (multiplier)
3. " tav. karja (commercial)

Keinosiemennyksessä ei ole 2-tasoa.

### Jalostustyön motivaatio

Vaikka kansallisesti katsottuna jalostuksella saavutetusta edistymisestä saatava hyöty on huomattava, voi palaute yksityiselle karjankasvattajalle jäädä pieneksi. Aikaisemmin on usein ollut hyvin pieni kysyntä testatusta karjasta tavallisten lihantuottajien keskuudessa. Karjankasvattajien kesken on nähtävissä yhteistyön kehittymistä karjan testaamisessa ja siemenen myynnissä ym., mikä on lupaavaa kehitystä. Seuraava piirros kuvaa yhteistyön rakennetta yleisesti.



## NAUDANLIHANTUOTANTO ISOSSA- BRITANNIASSA

Karjanhoito on arvostettu tuotannonala sekä Englannissa että Skotlannissa. Maito ja naudanliha yhdessä muodostavatkin yli kolmanneksen saarivaltakunnan maatalouden kokonaistuotosta. Lypsykarjaa on noin 3 milj. ja pihvikarjaa 1.9 milj. lehmää. Englannissa maito on nautakarjan tärkein tuote, kun taas Skotlannissa liha on ensimmäisellä sijalla. Naudanlihaa tuotetaan vuosittain noin 1 milj. tonnia, mikä kattaa 80 % kulutuksesta. Kotimaassa tuotetusta naudanlihasta 55 % saadaan lypsykarjoista, 35 % pihvikarjoista itseuudistuvasta tuotannosta. Kasvatettavia vasikoita tuodaan lisäksi maahan, lähinnä Irlannista.

### Rodut

Lypsylehmät ovat pääasiassa friisiläisrotua (Fr), Englannissa yli 80 % ja Skotlannissa 25 %, missä ayrshire (Ay) on kuitenkin vielä yleisin lypsyrotu (47 %).

Yli kolmannes lypsykarjoissa tuotetusta naudanlihasta saadaan pihvi- ja maitorodun risteytyksistä, sillä 70 % hiehoista ja 1/3 lehmistä siemennetään (astutetaan) pihvirodulla. Risteytyksellä pyritään lisäämään uudistukseen tarpeettomien vasikoiden lihantuotantokykyä ja helpottamaan poikimista, etenkin hiehoilla. Helppojen poikimisten ansiosta aberdeen angus (AbA) ja hereford (Hf) ovat suosittuja rotuja Fr-hiehoja siemennettäessä.

Pihvilehmät ovat enimmäkseen risteytyksiä, lukuunottamatta jalostuskarjoja ja vuoristoseutujen karjoja, joissa pyritään takaamaan puhtaiden linjojen säilyminen. Perinteiset risteytykset, kuten blue grey (shorthorn x galloway), ovat väistyneet pihvi- ja lypsyrotujen risteytysten yleistyessä. Näistä varsinkin HfFr- risteytysten käyttö emolehminä itseuudistuvassa lihantuotannossa on kasvanut. Kahden rodun risteytykset astutetaan/siemennetään usein vielä kolmannella rodulla. Sopivilla yhdistelmillä saadaan aikaan

puhdasrotuisia parempilaatuisia ja tuottavampia teuras-eläimiä. Lypsy- ja pihvikarjojen välisestä yhteistoiminnasta on hyötyä kummallekin osapuolelle.

Teurastetuista lihanaudoista 2/3 on Fr-rotua tai sen jonkinasteisia risteytyksiä. Toiseksi yleisin rotu on Hf, joi- ta on pihvikarjoissa suhteellisesti yhtä paljon kuin Fr-eläimiä lypsykarjoissa. Kaikista pihvisonneista Hf:a on noin 60 % eli lähes kolme kertaa enemmän kuin toiseksi suosituinta pihvirotua AbA:ta. Keinosiemennyksessä Hf:a käytetään enemmän kuin kaikkia muita pihvirotuja yhteensä, charolais (Ch) on toisella ja AbA kolmannella sijalla. Pihvikarjoissa käytetään vain vähän keinosiemennystä.

#### Lihantuotantomuodot

Lihanaudat kasvatetaan tavallisesti 15-24 kk:n ikäisiksi, minkä on todettu olevan taloudellisinta Ison-Britannian olosuhteissa. Intensiivisissä tuotantomuodoissa eläimet teurastetaan nuorempina..

Itseuudistuvaa pihvikarjaa pidetään monenlaisilla tiloilla. Jotkut tilat sijaitsevat alamaalla, mutta suurin osa tiloista on ylämaalla, 150-300 m merenpinnan yläpuolella ja vuoristossa 300 metrin korkeudella. Lehmät poikivat joko keväällä tai syksyllä ja ne imettävät vasikkansa. Ylämaalla ja vuoristoseuduilla ei ole riittävästi rehua vasikoiden kasvattamiseksi teuraaksi ja useimmat myydään syksyllä huutokaupoissa alamaalla sijaitseville lihanaudan kasvatukseen erikoistuneille tiloille.

Syysvasikat, jotka ovat huutokauppa-aikaan noin vuoden ikäisiä ja 250 kg:n painoisia, lihotetaan tavallisesti heinä- tai säilörehu- ja viljaruokinnalla seuraavan talven kuluessa. Pienimmät, myöhemmin syntyneet vasikat kasvatetaan talven yli ja kunnostetaan joko laitumella tai seuraavana talvena.

Lypsykarjoissa syntyneiden juotto lopetetaan 5 viikon iässä, jonka jälkeen ne siirtyvät kuivaruokinnalle. Ruokintamuotoja on monia vaihdellen voimaperäisestä täysrehulla ruokitusta 11 kk:n ikäisestä lihomullista 2 vuoden ikäiseen laitumella kasvatettuun lihanautaan. Suositettu kasvatusmuoto on 18 kk:n ikäinen lihanauta. Tähän tuotantomuotoon soveltuvat hyvin syksyllä syntyneet vasikat, jotka kasvatetaan 1. talven yli, laidunnetaan 1. kesänä ja liho-tetaan 2. talvena heinä- tai säilörehuruokinnalla, jota täydennetään väkirehulla.

Urospuoliset lihanaudat leikataan tavallisesti ja kasvate-taan härkinä, mutta joillakin tiloilla ne kasvatetaan son-neina, varsinkin lihomullityypisissä tuotantomuodoissa.

#### Jalostustavoitteet

Pihvisonnien jälkeläisten on teurasominaisuuksiltaan täy-tettävä markkinointivaatimukset ruhon painon, muodon ja rasvapeitteen suhteen. Tärkeitä ominaisuuksia ovat myös koko ja kehittymisnopeus. Kasvunopeuteen ja koon lisäämi-seen kiinnitetään huomiota, sillä nopeimmin kasvavat eläi-met ovat todennäköisesti tehokkaimpia rehun muuntajia ja ne saavuttavat tavoitepainon hidaskasvuissa lyhyemmässä ajassa. Toisaalta koon suureneminen voi nostaa syntymäpai-noa ja lisätä poikimisvaikeuksia, joita tarkkaillaan jat-kuvasti. Kasvunopeuteen kohdistuva valinta viivästyttää mahdollisesti sukukypsyuden saavuttamista. Aikaisin kehit-tyvät eläimet tuottavat karkearehuvaltaisella ruokinnalla markkinointikelpoisia ruhoja suhteellisen nuorina, kun taas myöhään kehittyvät eläimet yltävät suhteellisen suuriin teuraspainoihin silti yllirasvoittumatta.

#### Valtakunnallinen lihantuotanto-ohjelma

Päämääränä on:

1. Kehittää eläinainesta ja kannustaa karjankasvattajia käyttämään perinnöllisesti parhaita kantoja lihantuotannon lisäämiseksi taloudellisesti.

2. Kehittää käytännön menetelmiä, joilla karjankasvat-  
tajat pystyvät tuottamaan lihaa entistä taloudelli-  
semmin.

Useat järjestöt osallistuvat aktiivisesti kehitystyöhön. Jalostusyhdistykset huolehtivat eläinten alkuperän ja syntymäajankohdan selvittämisestä sekä jalostuseläinkaupasta. Niiden vastuulla on karjanjalostajien neuvonta, tiedotus-toiminta ja markkinointi. Jotkut yhdistykset suorittavat jalostuseläinten ulkomuotoarvostelua. Liha- ja lihakarja-  
komitea (The Meat and Livestock Commission, lyh. MLC) on valtion perustama ja kustantama järjestö, jonka tehtäviin kuuluu mm. sonnien yksilöarvostelu ja lihakarjantarkkailu. Keinosiemennysyhdistykset käyttävät hyväksi testattuja son-  
neja ja osallistuvat kehittämistyöhön hankkimalla tiedot poikimisvaikeuksista ja kasvukyvystä jälkeläisarvostelua varten. Maatalousministeriö hoitaa terveystarkkailua.

#### Arvostelumenetelmät

Lihakarjan jalostajille tarjottavat palvelut keskittyvät taloudellisesti tärkeiden ominaisuuksien, kuten kasvunopeuden ja rehunkäyttökyvyn, mittaamiseen. Peruspalveluna on tilakohtainen painontarkkailu, jota täydennetään nuorten sonnien yksilöarvostelulla ja ks-sonnien jälkeläisarvostelulla.

#### Painontarkkailu

MLC huolehtii lihakarjatarkkailusta sekä jalostuskarjoissa että kaupallisilla lihanaudan kasvatustiloilla. Jalostus-  
karjoista painontarkkailuun kuuluu 1 300 tilaa, joilta saadaan 3/4 Ison-Britannian pihvisonneista.

Kasvatvat eläimet punnitaan 3 kk:n välein 20 kk:n ikään asti. Painot korjataan lähimpään 100 päivään. Erityistä huomiota kiinnitetään 100 ja 200 päivän painoihin emo-ominaisuuksien ilmentäjinä sekä 400 ja 500 päivän painoihin perinnöllisen kasvukyvyn ilmentäjinä.

Ikäkorjatuissa painoissa on paljon vaihtelua karjojen, su-

kupuolten ja samaa sukupuolta olevien eläinten välillä. Eläinten painoeroista osa johtuu karjojen tasoeroista, osa yksilöiden välisistä perinnöllisistä eroista. Ikkäkorjattu paino on yleisesti käytössä siitoseläinkaupassa ja useat rotuyhdistykset pitävät kirjaa sonneista, joiden 400 ja 500 päivän paino ylittää keskiarvon.

Hyödyllisintä tilatarkkailussa on tuotostason selvittäminen. Säännöllisin väliajoin lasketaan yhteenvedot, joissa tuotokset ilmoitetaan sekä isittäin että emittäin kaikkien tuotosvuosien osalta. Jalostajat käyttävät entistä enemmän näitä yhteenvetoja valitessaan eläimiä seuraavaksi kaudeksi. Tuloksia käytetään hyväksi myös neuvonnassa.

Jalostuskarjojen terveyttä valvotaan viranomaisten toimesta ja näin eläinainesta voidaan kaupata myös ulkomaille, kuten esim. Suomeen.

MLC:n painontarkkailuun kuuluu 1 800 kaupallista lihantuotantotilaa. Ne ovat saaneet paljon vaikutteita jalostuskarjoista, joiden jalostusohjelmista ja käytännön taidoista on ollut teuraskarjankasvattajallekin hyötyä. Kaupalliset lihantuotantotilat ovat kehittäneet tuotantomalleja, joissa teurastusiät ja -painot on suunniteltu ja joissa käytetään hyväksi Ison-Britannian hedelmällistä nurmiviljelyä. Perinteiset brittiläiset rodut arvostellaan eri tuotantomuodoissa yhdessä maahan tuotujen rotujen kanssa.

Käytännön tiloilla tapahtuva arvostelutoiminta on siten varsin mittavaa. Tulokset lisäävät myös koeasematulosten luotettavuutta.

Yksilöarvostelu.

MLC:llä on viisi sonnien yksilöarvosteluasemaa, joilla voidaan arvostella vuosittain 600 sonnia. Asemilla on sonneja seuraavista roduista: aberdeen angus, beef shorthorn, charolais, devon, hereford, lincoln red, simmental (Sim), south devon, sussex ja welsh black.

Sonnit tulevat asemille ryhmissä läpi vuoden 150-190 päivän ikäisinä. Vaatimuksena on, että ne ovat tarkkailukarjoista ja ylittävät asetetun painorajan. Koe kestää 7 kk, jonka kuluessa sonnit saavat syödä ruokahalun mukaan pellettejä, jotka sisältävät kuivattua ruohoa ja litistettyä ohraa. Tärkeimmät mitattavat ominaisuudet ovat kasvu, rehunkäyttökyky, säkäkorkeus ja selän rasvapeitteen paksuus 'Scanogram'-ultraäänilaitteella mitattuna. Kokeen lopussa ryhmä jalostajia arvostelee useimpien rotujen sonnien luonteen, rakenteen, lihakuuden, jalat ja liikkeet.

The Milk Marketing Board (MMB) ja muut keinosiemennysjärjestöt ostavat asemilleen yksilöarvostellut huippusonnit sen jälkeen, kun ne ovat läpäisseet terveys- ja hedelmällisyysvaatimukset sekä osoittautuneet ulkomuodoltaan hyväksi. Huippusonneja käytetään myös jalostuskarjoissa isäsonneina, lisäksi useita myydään ulkomaille. Samoin MMB:n yksilö- ja jälkeläisarvosteltujen sonnien spermaa voidaan viedä ulkomaille.

#### Jälkeläisarvostelu

Yksilöarvostelulla saadaan ennuste siitä, millaisia tuotantoeläimiä sonnin jälkeläisistä todennäköisesti tulee. Jälkeläisarvostelulla mitataan suoraan jälkeläisten tuotantokykyä ja sillä saadua varmin arvio sonnin jalostusarvosta. Sonnit arvostellaan vähintään 20 jälkeläisen perusteella. Menetelmä on melko kallis ja arvostelun saaminen kestää 30 kk yksilöarvostelun saamisesta.

MMB huolehtii pääasiallisesti jälkeläisarvostelusta. Testausasema, Warren Farm, sijaitsee Berkshiresissä lähellä Lontoota. Arvosteltavat vasikat ovat pihvisonnien (AbA, Ch, Hf, Sim ja south devon) ja Fr-lehmien risteytysjälkeläisiä, jotka kasvatetaan 18 kk:n ikäisiksi.

MLC:n yksilöarvosteluasemilta saatavia tuloksia voidaan käyttää hyväksi myös isäsonnien jalostusarvon määrittämisessä. MLC:llä on tulokset yli 80 isäsonnista, joilta on ollut vähintään 6 poikaa yksilöarvostelussa. Vuonna 1977 20 % yksilöarvosteltavista sonneista oli yksilöarvosteltujen sonnien poikia.

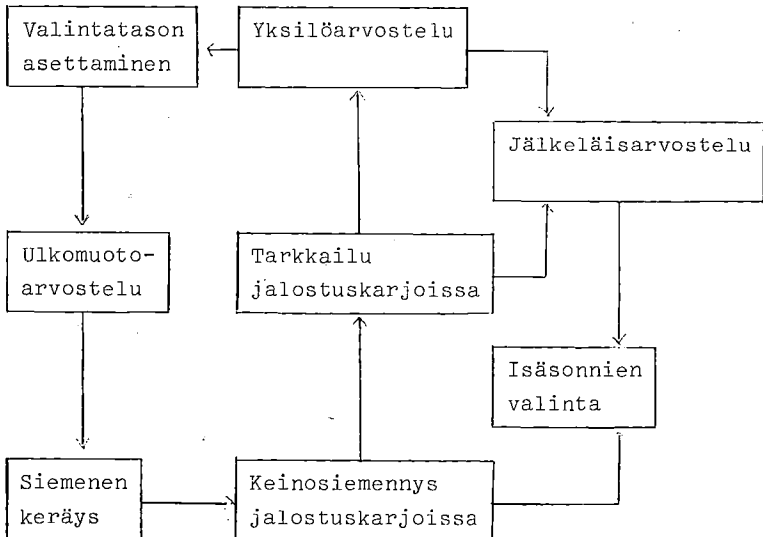
Sonnit, joiden yksilöarvostelutulos ja ulkomuoto on osoit-  
tautunut erinomaiseksi, listataan MLC:n toimesta. Lopullisen  
sonnien valinnan suorittaa jalostusyhdistys.

Valitut sonnit siirretään keinosiemennysasemille ja niiltä  
kerätään rajoitettu määrä spermaa. Osa siemenannoksista  
tarjotaan jalostajille ilmaiseksi, jotta niitä käytettäi-  
siin riittävästi jälkeläisarvostelun saamiseksi. MLC on  
asettanut tavoitteeksi 100 siemennystä/sonni. Jälkeläisar-  
vostelu lasketaan parsitoverivertailuna.

Sonnien arvostelu- ja käyttökaavion etuja ovat:

1. Se laajentaa huippusonnien käyttöaluetta,
2. Jalostajilla on mahdollisuus käyttää eri linjoja,
3. MLC saa jälkeläisarvosteluun tarvittavat tiedot,

#### NUORTEN SONNIEN ARVOSTELUKAAVIO





## Rotujen ja risteytysten vertailu

Eri rodut ja risteytykset eroavat toisistaan kasvun, sopivan teurastusiän ja teuraspainon suhteen. Käytännön kannalta tärkeitä seikkoja ovat myös kokonaisrehunkulutus ja lihakiloa kohti tarvittava rehu(energia)määrä samoin kuin erot teurasominaisuuksissa. Näitä selvitetään MLC:n kahdella asemalla, joista toisella, Inglistonissa lähellä Edinburghia, arvostellaan itseuudistuvista karjoista saatavia pihvirotu- ja risteytysvasikoita viimeisten 6 kuukauden ajan ennen teurastusta. Toisella asemalla, Sutton Boningtonissa lähellä Loughboroughia, arvostellaan lypsykarjoista saatavia vasikoita koko kasvatuskauden ajan.

Kunkin eläimen rehunkulutus ja rehuhyötysuhde mitataan yksilöllisesti käyttämällä elektroniportteja ruokintapöydässä. Teurastus tapahtuu tiettyssä rasvoittumisasteessa, joka arvioidaan mittaamalla ihonalaisen rasvakerroksen paksuus 'Scanogram'-ultraäänilaitteella. Teurastuksen jälkeen ruhon vasen puolisko paloitellaan ja leikataan lajitelmiin myyntikelpoisen lihamäärän arvioimiseksi. Jotkut ruhot leikataan yksityiskohtaisesti (anatomisesti) ja näytteistä määritetään lihan laatuominaisuudet.

Alustavien tulosten mukaan kussakin tuotantomallissa painavat rodut, kuten Ch, Sim ja south devon, kasvavat sekä puhdasrotuisina että risteytyksinä nopeammin kuin aikaisin kypsyvät rodut, kuten AbA ja Hf. Tämä johtuu siitä, että em. rotujen ja risteytysten rasvoittuminen tiettyyn asteseen kestää kauemmin kuin vm. rotujen ja risteytysten. Painavat rodut kuluttavat huomattavasti enemmän rehua, mutta koska ne pääsevät suurempiin teuraspainoihin, rehunkulutus kasvukiloa kohti on samansuuruinen kuin aikaisin kypsyvillä roduilla ja risteytyksillä. Isärotujen väliset erot myyntikelpoisen lihan suhteellisessa määrässä ovat olleet pienet.

### Kasvun ja rehuhyötysuhteen vaihtelu eri roduilla

Tohtori *R.B. Thiessen* selosti tuloksia eri nautarotuja ja niiden risteytyksiä vertailevasta kokeesta, joka on käynnissä kotieläinjalostustutkimusjärjestön (Animal Breeding Research Organisation, lyh. ABRO) tilalla Blythbankissa Skotlannissa. Tutkimuksella pyritään erityisesti:

1. Arvioimaan rotujen välisen vaihtelun osuutta kokonaisvaihtelusta ominaisuuksissa, jotka vaikuttavat tuotannon tehokkuuteen.
2. Arvioimaan rodunsisäisiä yhteyksiä koon, kasvunopeuden, maitotuotoksen, rehun syönnin ja rehuhyötysuhteen välillä, varsinkin subteessa kokoon.

Koemalli on rakennettu siten, että lukuisaa määrää rotuja edustaa vain muutama eläin; noin 30 brittiläistä rotua, kustakin 10-12 lehmävasikkaa, jotka ovat 2-4 eri sonnin jälkeläisiä. Vaikka tämä malli ei hanki luotettavaa tietoa yksityisistä roduista, sillä voitaneen pystyä optimaalisesti arvioimaan rotujen sisäistä ja välistä muuntelua sekä rotujen sisäisiä yhteyksiä.

Kokeessa oli yhteensä 131 eläintä 73 eri isältä ja 23 eri rodusta eli keskimäärin 2 eläintä/isä ja 6 eläintä/rotu. Rodut olivat aberdeen angus, ayrshire, beef shorthorn, british friesian, british white, dairy shorthorn, devon, dexter, galloway, guernsey, hereford, highland, jersey, kerry, longhorn, luing, lincoln red, red and white friesian, shetland, south devon, sussex ja welsh black.

### Tulokset

Alustavia tuloksia esitettiin elopainosta, syönnistä ja rehuhyötysyhteestä 12-72 viikon ikäväliltä 12 viikon jaksoilta.

## Elopaino

Rotujen kasvukäyrät olivat muodoltaan melkein yhdenmukaisia ja melko erillisiä, kun otetaan huomioon eläinten pieni määrä rotua kohti. Vastaavalla ikävälillä suurimman rodun elopaino oli noin kaksi kertaa suurempi kuin pienimmän.

## Syönti

Rehun syönnin kuvaajat osoittautuivat olevan enemmän käyrä- kuin suoraviivaisia ja niissä oli enemmän eroja kuin elopainokäyrissä. Suurimman ja pienimmän rotunäytteen välinen ero oli noin 1.7-kertainen vastaavalla ikävälillä. Sekä elopainossa että syönnissä rotujen välinen järjestys oli hyvin vastaavanlainen ja rotujen välinen korrelaatio oli peräti 0.9.

## Elopainon, syönnin ja rehuhyötysuhteen vaihtelu

Ikävälillä 12-72 viikkoa 23 rodun keskimääräinen elopaino kohosi 79 kilosta 393 kiloon, rehunkulutus nousi 298 kilosta 2 917 kiloon, rehuhyötysuhde aleni 19 %:sta 11 %:iin kaikki koejaksot mukaanluettuina.

Rotujen välisen muuntelun osuus kokonaismuuntelusta ominaisuuksissa on laskettu luokkiensisäisistä korrelaatioista. Elopainon vaihtelusta rotujen väliset erot muodostivat pääosan, 51 % 12 viikon iässä ja 67 % 72 viikon iässä. Rehun kokonaiskulutuksesta rotujen sisäinen vaihtelu muodosti aluksi pääosan kokonaismuuntelusta, mutta rotujen välinen vaihtelu lisääntyi iän mukana. Se oli ensimmäisten 12 viikon aikana 19 % ja nousi kokeen aikana 57 %:iin. Rehuhyötysuhteessa, toisin kuin elopainossa ja syönnissä, pääosa vaihtelusta johtui rodunsisäisestä vaihtelusta. Rotujen välisen muuntelun osuus oli ensim-

mäisten 12 viikon aikana 16 % ja aleni 3 %:iin seuraavien 60 viikon kuluessa.

Näiden tulosten perusteella voidaan päätellä, että vapaalla ruokinnalla 12-72 viikon ikävälillä pääosa brittiläisten nautarotujen tehokkuuden muuntelusta johtuu rodunsisäisistä eroista. Eläinten koossa ja vastaavassa rehuntarpeessa on laajaa vaihtelua myös rotujen välillä ja tietyt rodut saattavat olla tietyissä olosuhteissa muita tehokkaampia. Tämän vuoksi on hyödyllistä käyttää rotuja, jotka parhaiten sopivat tilan tuotantomuotoon.

## KOTIELÄINJALOSTUKSEN TIEDOTE-SARJASSA ILMESTYNYT:

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



18. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1977. Erirotuisten lihanautojen elopainot ja iät 160 kilon teuraspainossa, 12 s.
19. Nauta- ja sikapäivä 14.11.1977.
20. LINDSTRÖM, U., 1978. Maidon valkuainen, 13 s.
21. HELLMAN, T. & OJALA, M., 1978. Karjujen ultraäänikuvaus, 23 s.
22. LINDSTRÖM, U., 1978. Jalostuksella terveempiä eläimiä, 21 s.
23. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Nuorten lihanautojen mittojen ja painojen välisistä yhteyksistä kasvukauden aikana sekä mittojen merkityksestä elopainon arvioimisessa, 39 s.
24. LINDSTRÖM, U., 1978. Ravintohuolto meillä ja muualla, 10 s.
25. LINDSTRÖM, U., 1978. Matkakertomus Euroopan Kotieläintuotantoliiton (EAAP) 29. vuosikokouksesta Tukholmassa 5.—7.6.1978, 16 s.
26. HAAPA, MATLEENA, 1978. Kasvatusasematoiminnasta Tanskassa, matkakertomus, 27 s.
27. RUOHOMÄKI, HILKKA, 1978. Lihanautakokeiden tuloksia II, 19 s.
28. LINDSTRÖM, U., 1978. Pihvisonnien käyttö lypsykarjoissa, 14 s.
29. LAMPINEN, KYLLIKKI, 1978. Poikimaväli ja/tai siemennysten määrä tiineyttä kohti lehmien hedelmällisyyden mittoina sonnien jälkeläisarvostelussa. Pro gradu-tyo, 86 s.
30. MROUÉ, B., 1979. Pässien yksilökokeen käyttöarvo kasvuominaisuuksien arvostelussa, Lisensiaattityö, 150 s.
31. BONSDORFF, M. von, NÄSI, M., SEPPÄLÄ, J., HELLMAN, T. & KENTTÄMIES, HILKKA, 1979. Selostus nautakarjatalouden jatkokoulutuskurssista "The Management and Breeding of Cattle", Edinburgh — Aberdeen 7.—20.5.1978, 79 s.