



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 5/85

MIKKO TUORI
Helsingin yliopisto

HEIKKI NISULA
Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema

Ruokintarutiinien merkitys naudoilla
Kirjallisuustutkimus

JOKIOINEN 1985
ISSN 0359-7652

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE N:o 5/85

MIKKO TUORI

Helsingin yliopisto, kotieläintieteen laitos

HEIKKI NISULA

Maatalouden tutkimuskeskus, Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema

RUOKINTARUTIINIEN MERKITYS NAUDOILLA

KIRJALLISUUSTUTKIMUS

HY, Kotieläintieteen laitos

Viikki

00710 Helsinki 71

90-378011

MTTK, Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema

92400 RUUKKI

982-71371

ISSN 0359-7652

Neuvontajärjestön taholta esitettiin MTTK:n III koeasemaryhmän neuvottelukunnan kokouksessa uudeksi tutkimuskohteeksi "Ruokintakertojen lukumäärän vaikutus lehmien maitotuotokseen ja terveyteen." Uusia tutkimuksia ei ollut tarkoituksenmukaista käynnistää, sillä ruokintakertojen lukumäärän vaikutusta on muualla jo varsin perusteellisesti selvitetty. Tähän tiedotteeseen on koottu tuloksia lähinnä Ruotsissa ja Keski-Euroopassa suoritetuista kokeista.

Ruukissa 31.8.1984

Mikko Tuori

Heikki Nisula

Tätä tiedotetta on saatavana:

MTTK, Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema

92400 RUUKKI

puh: 982-71371

SISÄLLYSLUETTELO

	SIVU
1. TIIVISTELMÄ	4
2. JOHDANTO	5
3. PÖTSIMIKROBISTON MERKITYS	6
4. PÖTSIN NEUTRALOINTI	7
5. RUOKINTAKERTOJEN LUKUMÄÄRÄN VAIKUTUKSET	9
5.1. Pötsin pH	9
5.2. Haihtuvien rasvahappojen määrät ja suhteet	11
5.3. Valkuaisaineenvaihdunta	14
5.4. Rehun sulavuus	15
5.5. Rehun syönti	16
5.6. Maitotuotos	17
5.7. Rehun hyväksikäyttö	22
6. VÄKIREHUN KERTA-ANNOKSEN SUURUUS	23
7. RUOKINTAKERRAT KASVAVILLA NAUDOILLA	24
7.1. Vasikoiden juotto kerran päivässä	24
7.2. Ruokinta vieroituksen jälkeen	25
8. REHUNJAON TARKKUUS	26
9. RUOKINTAJÄRJESTYS	28
9.1. Pötsiaineenvaihdunta ja tuotos	28
9.2. Ruokintajärjestys suomalaisilla maatiloilla	30
10. SEOSREHURUOKINTA ELI KARKEAREHUN JA VÄKIREHUN SEKOITTAMINEN	31

1. TIIVISTELMÄ

Rehujen ruokintajärjestys ja ruokintakertojen lukumäärä vaikuttavat pötsin happo-emästasapainoon ja mahdollisesti myös insuliinin eritykseen, ja tietyissä tilanteissa niillä on vaikutusta myös maidon koostumukseen, rasva- ja maitotuotokseen sekä eläimen terveydentilaan. Näitä tilanteita esiintyy etenkin voimaperäisellä väkirehuvaltaisella ruokinnalla, jolloin korsirehun ja rehusta tulevan kuidun osuus saattaa jäädä liian pieneksi, sekä silloin kun rehun rakenne on liian hienojakoista, esimerkiksi syötettäessä lyhyeksi silputtua säilörehua ainoana karkearehuna. Riskitilanteita saattaa syntyä myös silloin, kun lehmä ei syökään ruokintasuunnitelman mukaista rehuannosta. Väkirehu on yleensä karkearehua maittavampaa, jolloin syöntikyvyn rajoittaessa energian tarpeen tyydyttämistä lehmä syö annetun väkirehuannoksen, mutta jättää osan karkearehusta. Seurauksena on ruokinnan muuttuminen väkirehuvaltaisemmaksi, ja pötsihäiriöiden sekä maidon rasvapiitoisuuden alentumisen riski kasvaa. Kun karkearehun osuus rehuvalion kuiva-aineesta on alle 40 % tai raakakuidun osuus alle 16 %, ruokintarutiinien muuttaminen seuraavien periaatteiden mukaisiksi on perusteltua:

- ruokinta aloitetaan korsirehulla, joko heinällä tai hyvälaatuisella säilörehulla. Huonolaatuinen säilörehu on usein voihappopitoista, ja tällainen rehu tulisi syöttää vasta lypsyn jälkeen.
- suuret väkirehumäärät (yli 9-10 kg/pv) jaetaan useassa erässä, ja kerta-annos ei saisi ylittää 4 kiloa.

- päivittäisen väkirehuannostuksen tarkkuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Väkirehumäärän vaihdellessa päivittäin muuttuu korsirehu-väkirehusuhte sekä energian kokonaissaanti, ja tämä voi alentaa maitotuotosta ja rehun hyväksikäyttöä.

2. JOHDANTO

Ravitsemuksellinen mielenkiinto päivittäisiä ruokintarutiineja kohtaan on viimeisen kymmenen vuoden aikana selvästi lisääntynyt. Esimerkkinä voidaan mainita rehujen antamisjärjestys, josta aiemmin ohjeena oli antaa rehut maittavuusjärjestyksessä. Nyttemmin ruokintajärjestyksellä on havaittu olevan muitakin vaikutuksia eläimelle. Ruokintarutiinien merkityksen havaitsemiseen on vaikuttanut voimakas tuotostason nousu, mikä on edellyttänyt muutoksia ruokinnan määrässä ja laadussa.

Tärkeä laadullinen muutos on ollut ruokinnan väkevöityminen, koska tuotostason aiheuttama energiantarpeen lisääntyminen on ollut suurempi kuin lisäys eläinten syöntikyvyssä. Erityisen pulmallinen tilanne on lypsylehmillä poikimisen jälkeen, jolloin energiataase on negatiivinen 2-3 ja jopa 4 kuukauden ajan. Herunahuippu saavutetaan 3-4 viikon kuluttua poikimisesta, mutta syöntikyky saavuttaa maksimin vasta 7-8 viikon kuluttua poikimisesta. Ainoa tapa alentaa energiavajasta on väkevöittää rehuvaliota, mikä on tapahtunut lisäämällä väkirehun osuutta. Runsas väkirehun käyttö kuitenkin lisää eräiden häiriötilojen esiintymistä, joista mainittakoon pötsihäiriöt (ääritapaus hapan pötsi), juoksutusmahan siirtymät, syönättömyys, joka edelleen voi johtaa ketoosiin, sekä maidon rasvapitoisuuden alentuminen. Ruokintarutiineja muutta-

malla on voitu em. haittoja vähentää (väkirehun ruokintakertoja lisäämällä, ruokintajärjestystä muuttamalla).

Ruokintarutiinien tutkimuksella on myös tähdätty ruokintatyön yksinkertaistamiseen ja työkustannusten säästöön. Vasikoilla ja lihanaudoilla ruokintakertoja on vähennetty yhteen kertaan päivässä, tai jokin rehu on annettu vain kerran päivässä.

3. PÖTSIMIKROBISTON MERKITYS

Märehtijät ovat erikoistuneet käyttämään ravintonaan runsaasti kuitua sisältäviä rehuja. Näiden pääasiallinen hajotus tapahtuu pötsissä pieneliöstön (mikrobiston) toimesta. Mikrobin ensisijainen päämäärä on saada energiaa oman solumassan kasvattamiseksi, mutta jätetuotteena syntyy haihtuvia rasvahappoja ja metaania. Metaania ei isäntäeläin pysty hyödyntämään, mutta haihtuvat rasvahapot, joista tärkeimmät ovat etikka-, propioni- ja voihapo, ovat sille käyttökelpoisia energian lähteitä. Mikrobimassa sisältää pääasiassa valkuaista, minkä isäntäeläin käyttää hyväkseen kuten pötsin hajoamatta ohittaneen rehuvalkuaisenkin hajotamalla sen ruoansulatusentsyymien avulla peptideiksi ja aminohapoiksi ja imeyttämällä nämä ohutsuoletta alemmassa ruoansulatuskanavassa.

Ilman mikrobien suorittamaa hajotustyötä rehujen kuituosa jäisi lähes täysin sulamatta. Kuitujen sulatuskyvystään huolimatta mikrobit suosivat energianlähteenään helposti hajoavia hiilihydraatteja, mikä näkyy mm. siinä, että väkirehun lisääminen rehuvalioon heikentää hieman korsirehun sulavuutta.

4. PÖTSIN NEUTRALOINTI

Mikrobien hyvinvointiin vaikuttaa energian ja valkuaisen saannin lisäksi oleellisesti pötsin happo-emästasapaino. Happo-emästasapainoa säätelevät pääasiassa kaksi tekijää: mikrobikäymisen nopeus, syntyneiden happojen määrä ja syljen erityksen määrä.

Pötsissä muodostuvien happojen määrä on riippuvainen pötsissä fermentoituvan orgaanisen aineen määrästä, joka käytännössä määräytyy ruokintatasosta sekä väkirehun ja karkearehun suhteesta. Väkirehujen sisältämät helppoliukoiset hiilihydraatit (sokerit, tärkkelys) fermentoituvat nopeasti ja melko täydellisesti. Myös käymistyypeissä on eroa. Väkirehuvaltaisella ruokinnalla muodostuu enemmän propionihappoa suhteessa etikkahappoon kuin karkearehuvaltaisella ruokinnalla (Kuvio 1).

Sylki, jota erittyy 100-180 litraa päivässä, sisältää puskuroivia suoloja, natriumbikarbonaattia sekä natrium- ja kaliumfosfaatteja. Puskuroiville aineille on ominaista, että ne pyrkivät ylläpitämään neutraalin olotilan ehkäisten pH:n muutoksia. Syljen erityks on runsainta märehtimisen aikana, jopa kolme kertaa runsaampaa kuin syödessä tai levossa. Märehtiminen on suoraan verrannollinen karkearehun syöntiin. Karkearehun määrällä on siksi oleellinen vaikutus syljen eritykseen.

Liika väkirehu aiheuttaa niin suuren happojen muodostuksen, että syljen puskurointikapasiteetti ei riitä ja pötsin pH laskee. Tämä vaikuttaa edelleen mikrobien välisiin suhteisiin. Selluloosaa hajottavien mikrobien suosima happamuusalue on neutraalin molemmin puolin (pH-alue 6.8-7.2). Happamuuden lisääntyessä näiden mikrobien elinmahdollisuudet vähenevät. Tilalle tulee helppoliukoisia hiilihydraatteja käyttäviä mikrobeja, jotka sietävät

REHU	SELLULOOSA- PITOINEN (heinä ym.)	TÄRKKELYS- PITOINEN (vilja ym.)	SOKERI- PITOINEN (juurikasvit ym.)
	Suht. alhainen mikrobitiheys monipuolinen lajisto	Suht. korkea mikrobitiheys yhtenäisempi lajisto	Suht. alhainen mikrobitiheys yhtenäisempi lajisto
PÖTSI	Korkea pH (6.2-6.7) suht. hidas fermentaatio	Alhainen pH (5.2-6.0) nopea fermentaatio	Hyvin alh. pH 4.8-5.4) hyvin nopea fermentaatio
	Suht. korkea etikkah. pit. (60-70 mol.%) alhainen voih.	Suht. alhainen etikkah. pit. (45-55 mol.%) korkea prop. h. ja voih. pit.	Suht. alhainen etikkah. pit. (40-50 mol.%) hyvin korkea voih. pit. maitohapon esiintym.

Kuvio 1. Kaavakuva eri hiilihydraattien vaikutuksesta pötsikäymiseen
(KAUFMANN 1973).

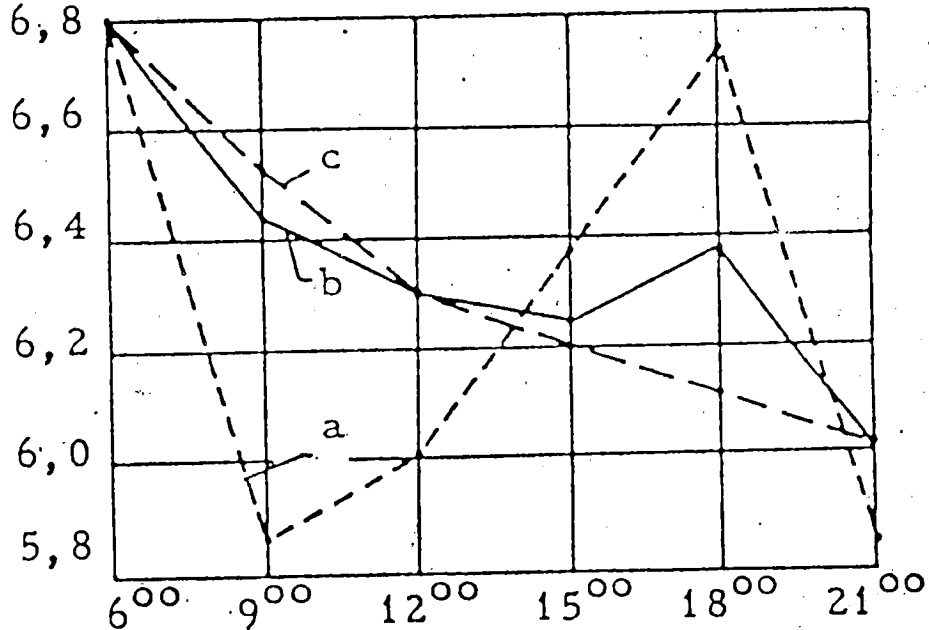
enemmän happamuutta (pH-alue 5.6-6.0). Hyvin runsaat väkirehumäärät johtavat pötsin pH:n alentumiseen, pieneliöstön valikoitumiseen ja edelleen maitohappokäymiseen. Voimakas maitohappokäyminen on tunnusomainen piirre pötsin häiriötilassa pötsiasidoosissa (hapan pötsi). Ruoansulatuskanavassa samoin kuin säilörehussa maitohappokäymisessä muodostunut maitohappo on L(+) ja D(-) muotojen eli isomeerien seos. Elimistössä muodostuu yksinomaan L(+) isomeeriä. Tämän endogeeninen maitohappo metabolisoituu hyvin nopeasti, mutta D(-) muoto hitaasti (GIESECKE & STANGASSINGER 1980). Adaptoitumista D(-) isomeerin käyttöön tapahtuu, joskin hitaasti ja rajallisesti. Väkirehuannoksen ollessa hyvin korkea ja lähellä potentiaalista maitohappomyrkytyksen tilaa, riittää pienikin lisä väkirehuannokseen laukaisemaan häiriötilan syntymisen, vaikka lehmä olisikin jo tottunut väkirehuvaltaiseen ruokintaan (DIRKSEN 1971).

5. RUOKINTAKERTOJEN LUKUMÄÄRÄN VAIKUTUKSET

5.1. Pötsin pH

Ruokintakertojen lukumäärän lisäys vähentää selvästi pötsin happamuuden vaihteluita (Kuvio 2). Erityisen selvä vaikutus on väkirehun ruokintakertojen lisäämisellä kahdesta kuuteen. Karkearehun ruokintakertojen lisäämisellä on vähäisempi vaikutus. Ruokintakertojen lukumäärän lisäys estää pötsin pH:ta laskemaan hyvin alas (pH < 6.0) (Kuviot 2 ja 3). Muun muassa MØLLER (1968) on todennut alhaisen pötsin pH-arvon olevan yhteydessä maidon alentuneeseen rasvapitoisuuteen.

pötsin
pH

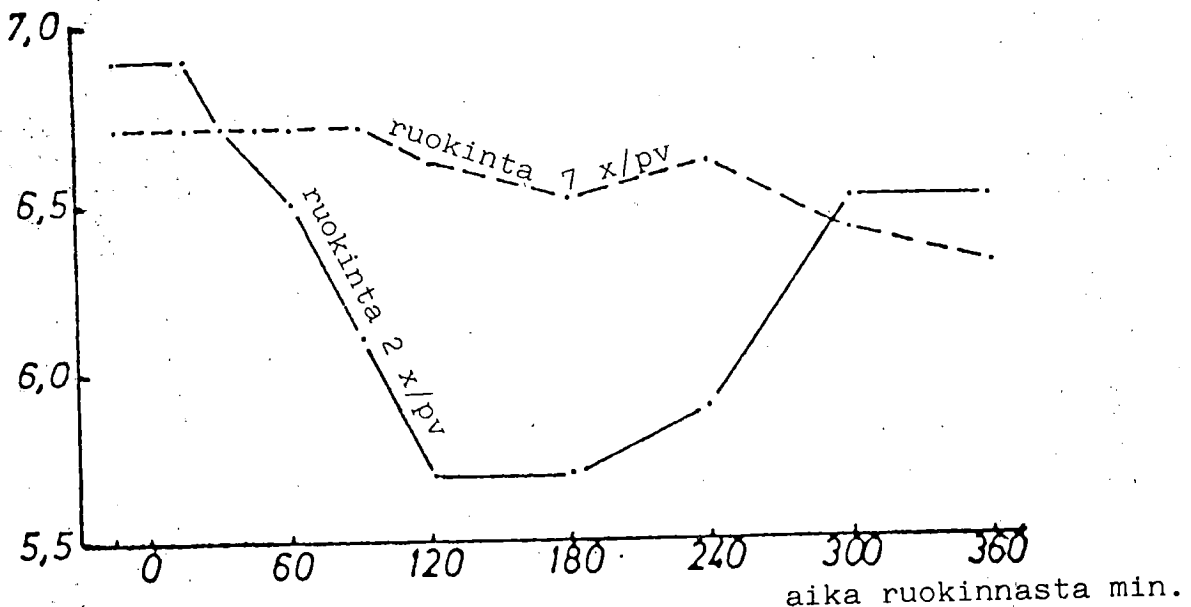


Ruokinnan ajankohta

- a = 2 x säilörehua ja 2 x väkirehua, ruokinta-ajat klo 6 ja 18
 b = 2 x säilörehua ja 6 x väkirehua, " 6, 9, 12, 15, 18 ja 21
 c = 6 x säilörehua ja 6 x väkirehua, " " "

Kuvio 2. Ruokintakertojen lukumäärän lisäys vähentää pötsin pH:n vaihtelua väkirehuvaltaisella (75 X ka:sta) ruokinnalla (ROHR & DAENICKE 1973, DAENICKE 1973, KAUFMANN ym. 1973).

pötsinesteen pH



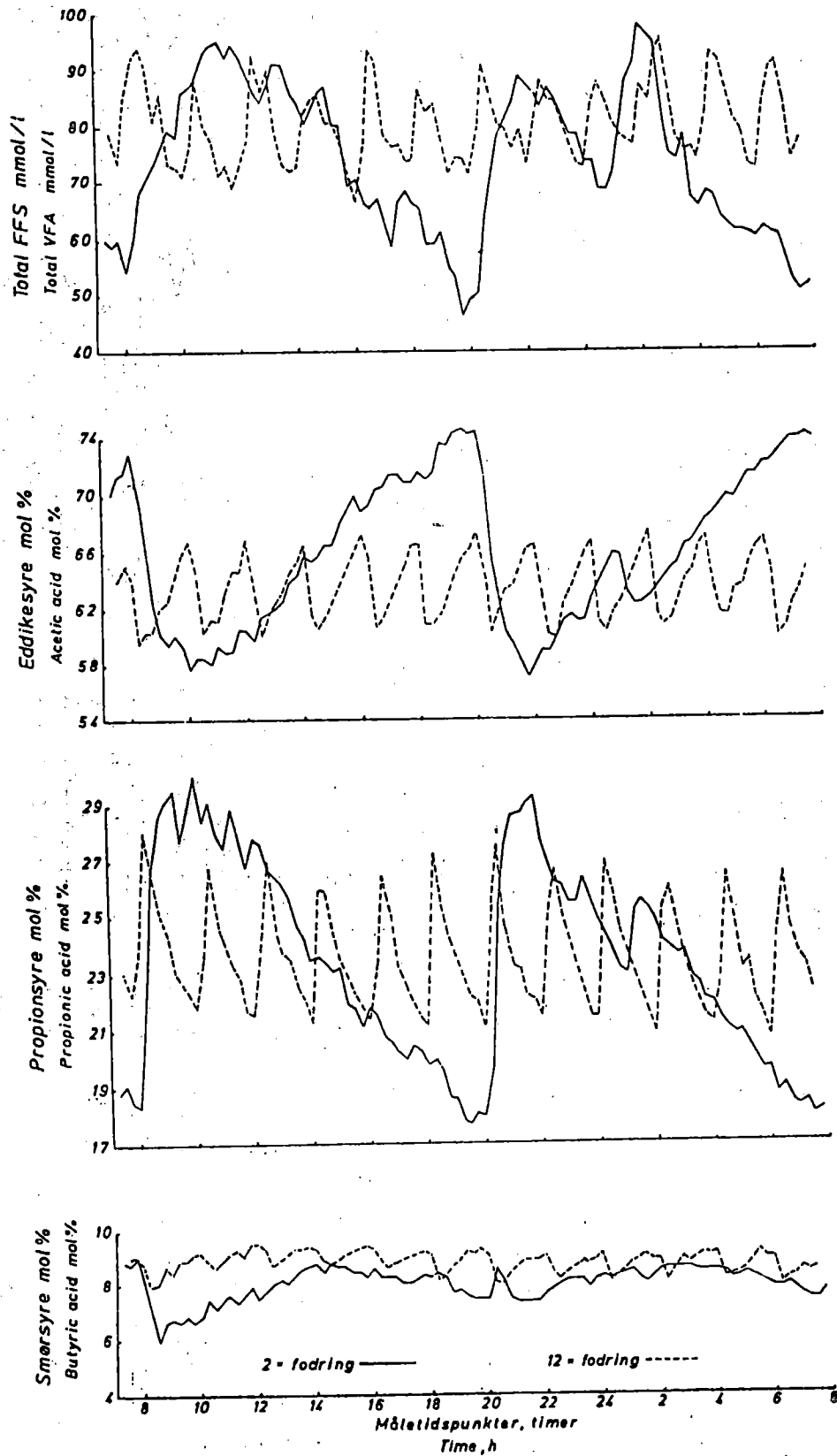
Kuvio 3. Ruokintakertojen lukumäärän lisäys estää pötsin pH:n nopeaa laskua heti ruokinnan jälkeen rehusokerijuurikkaaseen perustuvalla ruokinnalla. Sokeripitoisia rehuja sisältävällä ruokinnalla pötsin alhaiset pH-arvot ovat hyvin tyypillisiä (MÖLLER ym. 1973).

5.2. Haihtuvien rasvahappojen määrä ja suhteet

Ruokintakertojen lukumäärän lisäys vähentää sekä rasvahappojen kokonaismäärässä että molaarisissa suhteissa tapahtuvaa vaihtelua (taulukko 1). Rasvahappojen kokonaismäärän (tot. VFA mmol/l) vaihtelu (keskihajonta eli s.d.) pieneni muurahaishappo-säilörehuruokinnalla 13.1:stä 6.7:ään, painorehuruokinnalla 13.2:sta 6.9:ään ja juurikasruokinnalla 20.2:sta 10.8:aan. Yleensä vaihtelu pieneni puoleen. Erityisesti on huomattavaa rasvahappojen minimiarvojen kohoaminen (taulukko 1, Kuvio 4).

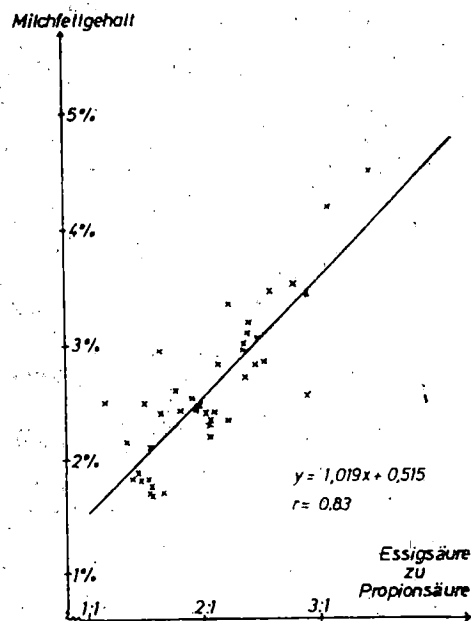
Taulukko 1. Ruokintakertojen lukumäärän vaikutus haihtuvien rasvahappojen kokonaismäärään, rasvahappojen suhteisiin sekä etikkahappo-propionihapposuhteeseen (MÖLLER & HVELPLUND 1975).

Rehu	Juurikas		Painorehu		Muurahaishappo-säilörehu	
	60		30		30	
Annos, kg/pv Ruokintakerrat	2 X	7 X	2 X	12 X	2 X	12 X
Yhteensä VFA, mmol/l	105.1	110.7	73.3	80.0	74.9	72.6
max.	140.5	136.1	96.6	95.0	103.7	87.7
min.	73.5	99.0	45.8	66.4	42.2	47.2
s.d.	20.2	10.8	13.2	6.9	13.1	6.7
Etikkahappoa, mol-%	52.3	56.1	66.0	63.5	69.0	67.0
max.	61.2	65.6	74.5	67.5	75.3	71.5
min.	43.7	47.5	57.1	59.5	59.1	63.1
s.d.	6.4	5.0	5.2	2.2	4.9	1.2
Propionihappoa, mol-%	28.2	18.5	23.4	23.6	19.8	21.1
max.	34.3	20.3	30.0	28.1	29.4	23.6
min.	22.1	16.7	17.7	20.8	15.5	19.6
s.d.	4.1	1.2	3.6	1.8	3.7	0.8
Voihappoa, mol-%	12.7	21.7	7.9	8.7	9.4	9.2
max.	16.4	28.1	9.0	9.4	11.3	10.6
min.	9.1	13.2	5.9	7.9	7.4	8.1
s.d.	2.2	4.3	0.6	0.4	0.9	0.3



Kuvio 4. Ruokintakertojen lukumäärän vaikutus haihtuvien rasvahappojen vuorokautisvaihteluihin painorehuruokinnalla (MÖLLER & HVELPLUND 1975).

Ruokintakertojen lukumäärän lisäys kohotti etikkahappo-propionihapposuhdetta juurikasruokinnalla, jolloin dieetti sisälsi runsaasti helppoliukoisia hiilihydraatteja. Ruokintakertojen lisäys ei vaikuttanut etikkahappo-propionihapposuhteeseen säilörehurukinnalla, mutta tällöin on otettava huomioon, että lehmät eivät saaneet lainkaan väkirehua (taulukko 1). Korkean etikkahappo-propionihapposuhteen on todettu liittyvän korkeaan maidon rasvapitoisuuteen (KAUFMANN 1972, Kuvio 5).



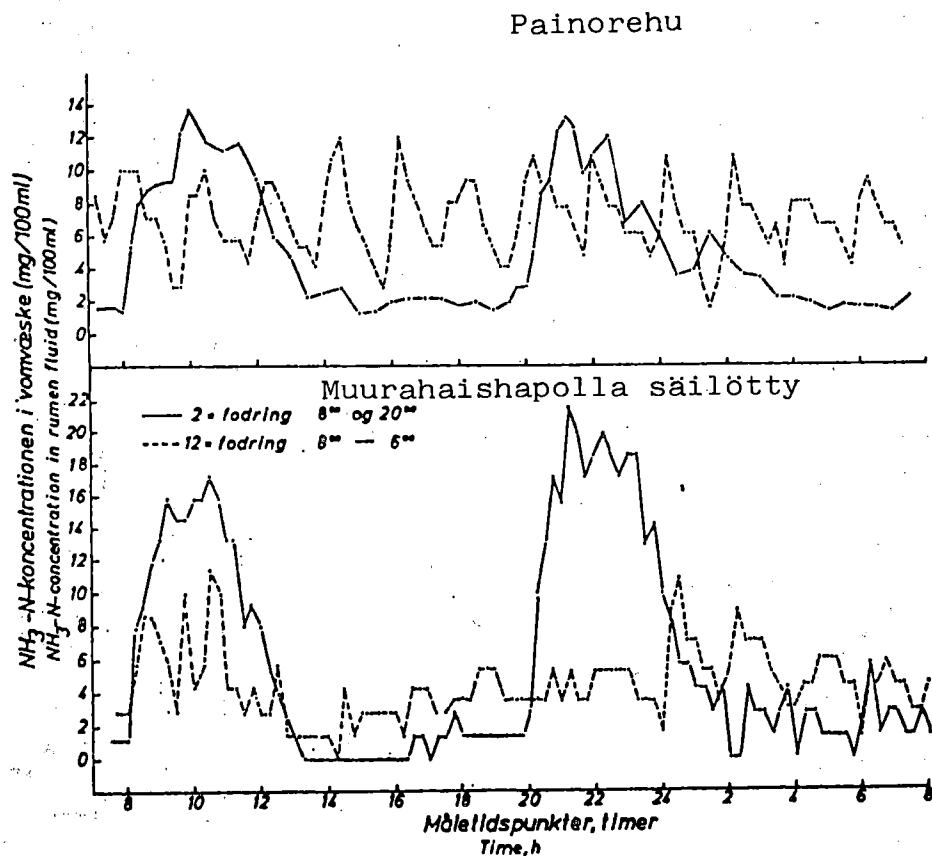
Kuvio 5. Pötsin etikkahappo-propionihapposuhteen vaikutus maidon rasvapitoisuuteen (KAUFMANN 1972).

Pötsin rasvahapposuhteella on vaikutusta paitsi maidon rasvapitoisuuteen myös energian jakaantumiseen maidon ja kudosten välillä. Pötsin rasvahapposuhteet vaikuttavat hormonitasapainoon, mikä taasen ohjee rehuenergian jakaantunista kudosten ja maidon välillä. Etikkahapon osuuden lisääntyminen vaikuttaa energian ohjautumiseen maitoon, propionihapon lisääntyminen ohjaa energiaa kudoksiin rasvaksi.

Rehuenergian hyväksikäyttö kasvuun paranee rehun väkevöityessä, sillä yleensä väkirehuannoksen nousun myötä propionihapon osuus kasvaa. Propionihapon hyväksikäyttö lihotukseen ja ylläpitoon on tehokkaampaa kuin etikkahapon. Lisäksi rehuannoksen väkevöitymistymisen myötä hyödyttömän metaanin muodostus pötsissä vähenee sekä muuntumistappio (aineenvaihdunnassa syntyvä lämpötappio) pienenee.

5.3. Valkuaisaineenvaihdunta

Rehuista riippuen 50-90 % rehun raakavalkuaisesta hajooa pötsissä ammoniakiksi. Pötsimikrobit käyttävät muodostuneen ammoniakin typenlähteenä valkuais synteesissä. Mikrobivalkuaisen muodostuskyky riippuu sekä käyttökelpoisen "pötsihajoavan" energian että ammoniakin määrästä ja suhteista (ROFFLER & SATTER 1973). Väkirehun ruokintakertojen lisääminen tasaa pötsimikrobien energian saantia ja säilörehun ruokintakertojen lisäys tasaa pötsimikrobien ammoniakin saantia. MÖLLER ja HVELPLUND (1975) ovat kokeellisesti osoittaneet ruokintakertojen lukumäärän lisäämisen kahdesta seitsemään kertaan päivässä parantaneen typen hyväksikäyttöä rehusokerijuurikasruokinnalla. Pelkällä säilörehuruokinnalla ruokintakertojen lisäys kahdesta kahteentoista tasasi pötsin NH_3 - pitoisuutta (Kuvio 6).



Kuvio 6. Ruokintakertojen lukumäärän vaikutus lehmillä pötsin ammoniakkitasoon säilörehun ollessa yksinomaisena rehuna (MÖLLER & HVELPLUND 1975).

5.4. Rehun sulavuus

Ruokintakertojen lukumäärän lisäyksellä CAMPBELL ja MERILAN (1961) havaitsivat rehun sulavuuden paranevan, mutta SAX ja KIRCHGESSNER (1980) eivät todenneet umnessa olevilla lehmillä minkäänlaista muutosta rehun sulavuudessa siirryttäessä väkirehun annostuksessa kahdesta kuuteen kertaan päivässä. Lypsävillä lehmillä vain raakaravon sulavuus parani (taulukko 2).

Taulukko 2. Ruokintakertojen lukumäärän vaikutus sulavuuteen unnessa olevilla ja lypsävillä lehmillä. Väkirehun osuus kuiva-aineesta ja kuiva-aineen syönti oli 49 % ja 7.4 kg unnessaolevilla sekä 31 % ja 15.4 kg lypsävillä lehmillä perusrehun ollessa heinää ja kopsia (SAX & KIRCHGESSNER 1980).

	Unnessa olevat			Lypsävät	
	Perusrehua/väkirehua		10/10	Perusrehua/väkirehua	
	2/2	2/8		2/2	2/6
Orgaanisen aineen sulavuus, %	74.2	74.5	73.9	70.9	70.9
Raakavalkuaisen sulavuus, %	57.1	59.2	59.7	60.7	59.1
Raakarasvan sulavuus, %	72.9	74.0	72.5	68.4 ^a	73.5 ^b
Raakakuidun sulavuus, %	62.1	62.9	60.6	55.6	54.8

a, b (p < 0.01)

5.5. Rehun syönti

Länsi-Saksassa tehdyissä tutkimuksissa väkirehuannoksen lisääminen kahdesta kerrasta kuuteen kertaan päivässä lisäsi selvästi (+1.7 kg ka/pv) karkearehun syöntiä, kun väkirehun määrä oli rajoitettu kuudeksi kiloksi päivässä. Vanhemmilla lehmillä vaikutus oli selvempi kuin hiehoilla (ROHR & DAENICKE 1973). Ruokintakertojen lisäämisen on todettu lisäävän syöntiä erityisesti korkean

tuotannon ja siten myös runsaan väkirehun käytön vaiheessa (taulukko 3). Kaikissa tutkimuksissa ei lisäystä ole kuitenkaan havaittu (BROSTER & SWAN 1979).

Taulukko 3. Tiheävälisen ruokinnan vaikutus rehunsyöntiin kg/pv (KAUFMANN 1973).

Maitoa, kg/pv	Ruokinta 2 kertaa päivässä		Ruokinta 14 kertaa päivässä	
	Väkirehu annettu syöty	Heinä annettu syöty	Väkirehu annettu syöty	Heinä annettu syöty
20-25	9.5	9.5	5.8	5.4
25-30	11.4	11.3	6.6	5.7
30-35	12.4	12.3	7.8	5.8

5.6. Maitotuotos

Ruokintakertojen vaikutus tuotokseen on yleensä vähäinen. Jos myönteistä vaikutusta on, sen on havaittu johtuvan korsirehun lisääntyneestä syönnistä. Maidon rasvapitoisuuden nousu on kuitenkin usein lisännyt rasvakorjattua maitotuotosta (taulukko 4).

Taulukko 4. Maitotuotos ja maidon rasvapitoisuus ruokittaessa lehmät 2 tai 14 vuorokaudessa (KAUFMANN 1973).

	2 kertaa	14 kertaa	Erotus
Tuotos, kg/pv	23.6	23.4	0.2
Rasva-X	3.69	4.04	0.35**
Rasvatuotos, g/pv	861	945	84**
RKM(4-X), kg/pv	21.6	23.5	0.9**

** (P<0.05)

Hyvin vähän kuitua sisältävillä ruokinnoilla (alle 16 % raakakuitua kuiva-aineessa) ruokintakertojen lisäys on parantanut myös maitotuotosta (KIRCHGESSNER ym. 1981). Käytännössä tällainen tilanne tulee helposti heinä-väkirehuruokinnalla poikimisen jälkeen, jolloin lehmä syöntikyvyn ollessa heikentynyt syö normien mukaisen väkirehuannoksen, mutta kykenee syömään heinäannoksestaan vain osan. Tällöin väkirehuannoksen jakaminen useassa erässä lisää myös heinän syöntiä sekä maidon rasvapitoisuutta ja tuotosta.

Hyvälaatuista korsirehua käytettäessä kriittinen kuituraja (16-17 %) alitetaan tuotoksen noustessa yli 7500 kg maitoa vuodessa ja annettaessa väkirehua tuotoksen mukaan (KIRCHGESSNER ym. 1981). Tämän tuotostason alapuolella ei väkirehuannoskertojen lisäämisellä tuotoksen mukaisella ruokinnalla ole yleensä vaikutusta tuotokseen.

Edellä oleva tulos on saatu kokeissa, joissa on verrattu väkirehun jakamista kaksi tai kuusi kertaa päivässä. Nykyään markkinoilla olevat mikroprosessoriohjatut ruokintalaitteet pystyvät annostelemaan rehun vieläkin useammassa erässä. Länsi-Saksassa on julkaistu kolme vuotta kestäneen vertailun tulokset, jossa vapaalla säilörehuruokinnalla olleet lehmät söivät pääosan väkirehustaan joko kahdesti päivässä lypsyasemalla tai makuuparvosastoissa olevista ruokinta-automaateista, jotka jakoivat vuorokauden väkirehuannoksen tasaisesti 24 tunnin aikana. Annostuksen ohjaus tapahtui lehmän kaulassa olevan lähettimen avulla. Osa

väkirehusta (1-2 kg kivennäisrehua) annettiin molemmissa ryhmissä ruokintapöydille (LEFFERS & VON LOEPER 1981). Jotta lehmät olisivat olleet rauhallisempia lypsyn aikana, testiryhmälle annettiin pieni määrä väkirehua houkutukseksi lypsyasemalla (2 kg/pv).

Tämä tutkimus osoittaa, ettei väkirehun ruokintakertojen lisääminen ruokinta-automaattia käyttäen lisännyt maito- tai rasvatuotosta (taulukot 5 ja 6). Hieman yllättäen maidon valkuaispitoisuus lisääntyi etenkin korkeatuottoisilla lehmillä. Teoreettisesti ilmiö parantuneesta valkuaisen hyväksikäytöstä on selitettävissä seuraavasti: runsaasti helppoliukoista valkuaista sisältävällä säilörehuruokinnalla pääsee typpeä ammoniumtypen muodossa pötsistä hukkaan, koska pötsimikrobien valkuais synteesiä rajoittaa ajoittainen energian puute, mikä vähenee lisättäessä väkirehun ruokintakertoja.

Taulukko 5. Rehunkulutus 100 päivän aikana poikimisesta Länsi-Saksassa suoritettussa väkirehun annostustapakokeessa (LEFFERS ja v. LOEPER 1981).

Rehu	Koejakso 1 (77/78 - 78/79)				Koejakso 2 (78/79 - 79/80)				
	Väkirehun annostus				Väkirehun annostus				
	Lypsyasema		Automaatti		Lypsyasema		Automaatti		
	kg	ka	ry	kg	ka	ry	kg	ka	ry
Säilörehu	10.3	7.5	10.1	7.4	8.2	5.7	8.0	5.6	
Kiv.väkir.	0.9	0.8	0.9	0.8	1.4	1.3	1.4	1.3	
Väkirehu	8.4	9.4	8.5	9.5	9.0	10.1	9.3	10.5	
Yhteensä	19.5	17.7	19.5	17.7	18.6	17.1	18.7	17.4	

Taulukko 6. Maitotuotos 100 ensimmäisen laktaatiopäivän aikana sekä vuosituotos LEFFERS ja v. LOEPER 1981).

	Koejakso	Ryhmä	Maito- tuotos kg/pv	Rasva- % X	Valk.- % X	Vuosi- tuotos, kg	lkm
Kaikki lehmät	I	Lypsyas.	27.5	4.09	3.38	7317	20
		Autom.	27.2	4.11	3.39	7274	20
	II	Lypsyas.	28.9	4.19	3.36**	7529	33
		Autom.	29.1	4.22	3.43**	7402	33
Yli 30 kg heruneet lehmät	I	Lypsyas.	31.2	4.04	3.34*	7994	
		Autom.	31.8	4.12	3.41*	7859	
	II	Lypsyas.	31.1	4.19	3.32**	8126	
		Autom.	31.7	4.19	3.46**	7856	

* (P<0.05), ** (P<0.01)

Hollannissa on verrattu mikroprosessoriohjattua ruokintalaitteisto-
toa kahdella ryhmällä (MEIJER ym. 1981). Laitteisto annosteli
väkirehua 400 gramman erissä. Vertailuryhmällä oli mahdollisuus
saada ruokintakerran (2 ruokintakertaa päivässä) koko annos yh-
teen mittaan. Testiryhmässä lehmä sai korkeintaan 8 annosta (yht.
3.2 kg) peräkkäin, jonka jälkeen uuden annoksen rehua sai vasta
tunnin odotusajan jälkeen, mikäli päiväannosta oli vielä jäljel-
lä. Ensimmäisenä vuotena nurmisäilörehua annettiin vapaasti
kummallekin ryhmälle, toisena vuotena määrä rajoitettiin 8 kiloon
kuiva-ainetta. Maitotuotoksessa ei ryhmien välillä ollut eroa
(taulukko 7).

Kokeessa suoritettiin myös eläinten käyttäytymistä ja esitettiin
arvelu, että testiryhmässä pelokkaat korkeatuottoiset lehmät
saattoivat kärsiä. Tässä ryhmässä oli nimittäin enemmän eläinten

välistä nahistelua ruokintaparren ympärillä kuin vertailuryhmässä, ja arat lehmät menivät ruokintaparteen vasta muiden jälkeen.

Taulukko 7. Tuloksia Hollannissa suoritetusta väkirehun ruokinta-automaattikokeesta, jossa vertailuryhmällä oli mahdollisuus saada päivän annos kahdessa erässä ja koe-ryhmällä korkeintaan 3.2 kg väkirehua tunnissa.

	1977/78		1978/79	
	vert.ryhmä	testiryhmä	vert.ryhmä	testiryhmä
Eläimiä	15	15	20	20
Karkearehua, kg ka	10.5	10.5	8.0	8.0
Väkirehun syönti, kg	7.9	8.0	8.2	8.1
Väkirehun jäte	0.3	0.1	0.1	0.1
Maitotuotos	23.9	24.2	23.1	23.1
Rasva-X	4.05	3.93	4.00	4.02
Valkuais-X	-	-	3.16	3.14

Englannissa vapaalla säilörehuruokinnalla suoritettussa väkirehun annostuskertatutkimuksessa todettiin, ettei annostuskertojen lisääminen 2 kerrasta 22 kertaan päivässä ole taloudellisesti perusteltua käytettäessä väkirehua n. 7 kg päivässä (GILL & CASTLE 1983). Tuloksia ko. kokeesta esitetään taulukossa 8.

Taulukko 8. Rehunkulutus- ja tuotostiedot Skotlannissa suoritettusta väkirehun annostuskertakokeesta (GILL ja CASTLE 1983).

	12.8 % raakavalk. väkirehun ka:ssa			20.2 % raakavalkuaista väkirehuin ka:ssa		
	2	4	22	2	4	22
Väkirehun annostuskertoja vuorokaudessa						
kg ka/pv:						
säilörehu	7.93	8.20	7.95	8.38	8.49	8.52
väkirehu	5.99	5.94	6.08	6.06	6.09	6.05
yht.	13.92	14.14	14.03	14.44	14.58	14.57
Maitotuotos kg/pv	15.3	15.2	15.9	17.3	17.7	17.2
Rasva-X	4.53	4.59	4.83	4.31	4.36	4.58
Valk-X	3.18	3.28	3.32	3.35	3.32	3.33
Elopaino kg	502	511	516	519	513	522
Elopainon muutos, neljän viikon aikana, kg/pv	-0.22	+0.15	+0.14	+0.17	+0.10	+0.14

5.7. Rehun hyväksikäyttö

Taulukosta 8 voidaan laskea ry-tarve tuotettua maitokiloa kohti käyttämällä hyväksi normilukuja ja rehujen analyysitietoja. Vä-kirehuannoksen jakaminen 4 erässä vähentää tuotantorehuyksiköiden määrää rasvakorjattua maitokiloa kohti laskettuna noin 10 %:lla alemmalla väkirehun valkuaistasolla. Annoskertojen lisääminen 22:een edelleen paransi muuntosuhdetta jonkin verran.

Saatu tulos poikkeaa maitotuotosluvuista jotka eivät eroa paljokaan väkirehun annostuskertojen lisääntyessä. Ero energian muuntosuhteessa selittyy elopainon muutoksella, joka on muuttunut positiiviseksi ruokintakertoja lisättäessä, ja kudoksiin varastoitu energia on myös hyväksikäytettyä energiaa.

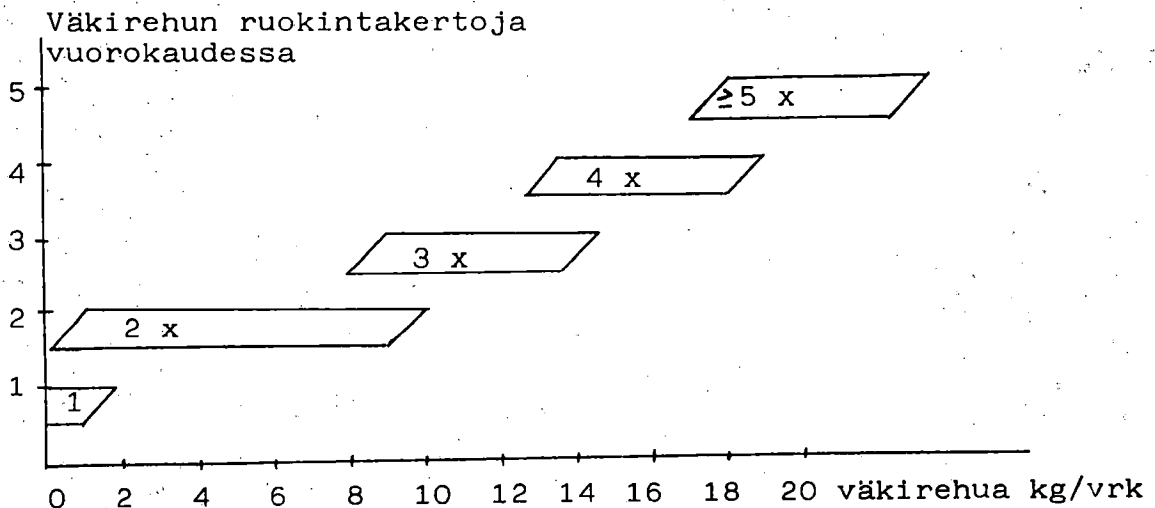
Myös KIRCHGESSNER ym. (1980) ovat todenneet respiraatiokokeissa, joissa eläimen lämmöntuotanto voidaan laskea mittaamalla hengitys- ja pötsikaasujen vaihto, lypsävillä (n. 20 kg/pv) lehmillä lämmöntuotannon alentuvan ja energian pidättymisen lisääntyvän väkirehun annostuskertojen noustessa kahdesta kuuteen. Vastaavasti muuntokelpoisen energian hyötysuhde tuotannossa (maidontuotanto + energian pidättyminen) parani 60 %:sta 63 %:iin.

Kuitenkaan he eivät pitäneet kovinkaan todennäköisenä ruokintakertojen lisäyksen vaikutusta energian hyväksikäyttöön käytännön ruokintaolosuhteissa. Kokeessakin oli käytetty rehuvaliota, jonka kuitupitoisuus oli hyvin alhainen (16 % ka:ssa). Unnessa olevilla lehmillä ruokintakertojen muutoksella ei ollut mitään vaikutusta. HART (1983) on arvellut, että suurten väkirehuannosten jakaminen pienempinä annoksina pienentää insuliinin erityksen

vaihtelua ja erityisesti ruokinnan jälkeistä huippua. Kokeellisesti se on voitu osoittaa vain rehuvalion sisältäessä 90 % väkirehua (SUTTON ym. 1983).

6. VÄKIREHUN KERTA-ANNOKSEN SUURUUS

Normiruokinnalla väkirehuannoksen suuruus vaihtelee 0-15 kiloon päivässä. Kerralla annettavan väkirehuannoksen suuruuden tulee sopeutua sekä eläimen biologisiin tarpeisiin että tilan ruokintarutiineihin. Väkirehun ruokintakertojen lukumäärä on siksi kompromissi eläimen tarpeiden ja toisaalta ruokintarutiinien, työvoiman ja teknisten apuvälineiden välillä (Kuvio 7). Tarpeettoman pienet annokset lisäävät vain työtä tuomatta vastaavaa hyötyä. Liian suurten kerta-annosten haittavaikutukset voivat toisaalta olla hyvin tuntuja. Biologiselta kannalta pidetään yli kolmen kilon tiivisteanneksia ja yli viiden kilon väkirehuannoksia liian suurina.



Kuvio 7. Suositeltavat väkirehun ruokintakertojen lukumäärät.

7. RUOKINTAKERRAT KASVAVILLA NAUDOILLA

7.1. Vasikoiden juotto kerran päivässä

Vasikoilla on paljon tutkittu juottoruokinnan yksinkertaistamista joko lyhentämällä juottoa tai supistamalla juotto yhteen kertaan päivässä. Mm. Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ruukissa on verrattu yhtä ja kahta juottokertaa päivässä (NISULA 1981). Vasikoiden kasvussa ja rehunhyväksikäytössä ei ollut merkitseviä eroja. Kerran päivässä tapahtuvaan juottoon voidaan siirtyä kolmen viikon iässä (OWEN ym. 1965, WOOD ja BAYLEY 1970). Juoton säännöllisyyteen, juoma-annoksen suuruuteen ja ripulin ehkäisyyn tulee kiinnittää erityistä huomiota, sillä pienemmille ja huonokuntoisimmille vasikoille kerran päivässä tapahtuva juotto aiheutti helposti ripulin. Kerran päivässä juotolla saavutettava työnsäästö ei tällöin korvaa kasvun hidastumista. Kerralla annettava juomamäärä ei saisi ylittää kolmea litraa. Juoman väkevyyttä voidaan kuitenkin lisätä.

Nykyisin käytössä olevilla juottomenetelmillä ei ole pystytty saavuttamaan itseuudistuvan naudanlihantuotannon alkukasvatuksen veroisia kasvatuloksia (taulukko 9). Itseuudistuvassa naudanlihantuotannossa vastasyntyneet vasikat imevät emäänsä 6-8 kertaa vuorokaudessa. Ensimmäisen elinviikon jälkeen imeniskerrat harvenevat 3-4 kertaan vuorokaudessa (TENNBERG & PUNTILA 1978). RIIHIKOSKI (1982) arvelee paremman kasvun johtuvan tiheään tapahtuvan imemisen lisäksi myös juoksutusmahan hyväksikäytöstä ruoansulatuksessa. Tärkeä merkityksensä lienee myös täysmaidolla ja juoman määrällä.

Taulukko 9. Juottomenetelmän vaikutus vasikoiden kasvuun ja ruokintakustannuksiin (ANON 1981).

	Kasvu g/pv	sl	Ruokinta- kust. mk/ kg lk	sl
Yksilökarsina				
juotto kahdesti päivässä	0.75	100	4.10	100
juotto kerran päivässä		97		100
Ryhmäkarsinat				
kylmää maitoa vapaasti		93		122
konejuotto, lämmin maito		96		120
Emolehmä				
4 vasikkaa 5 viikkoa		113		120

7.2. Ruokinta vieroituksen jälkeen

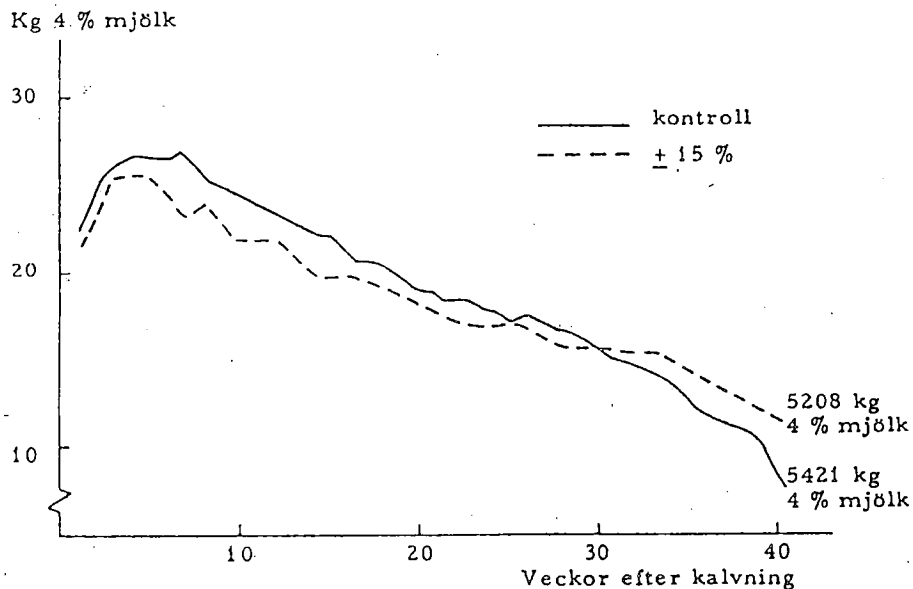
Lihanautojen ruokintakertatutkimuksista on GIBSONin (1981) tekemän yhteenvedon mukaan ruokintakertojen lisäys on parantanut sekä kasvua että rehun muuntosuhdetta. Lisäys oli suurin muutettaessa ruokintakertoja yhdestä tai kahdesta kerrasta neljään ruokintakertaan. Kuitenkin Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla on jo vuosikautia menestyksellisesti käytetty menetelmää, jossa vasikat ruokitetaan vieroituksen jälkeen kahdesti päivässä, mutta siirrytään 4-5 kuukauden iässä kerran päivässä tapahtuvaan ruokintaan, jolloin väkirehu ja karkearehu annetaan samanaikaisesti. Yksi ruokintakerta sopii hyvin vapaalla karkearehuruokinnalla. Ja esimerkiksi Ruukissa on karkearehuna ollut heinää, säilörehua tai olkea. Jos ruokintaa joudutaan huomattavasti rajoittamaan, jolloin päivän annos syötäisiin yhdellä kertaa, on paikallaan jakaa rehut kahdelle ruokintakerralle. Pohjois-Pohjanmaan tutkimusaseman havaintojen mukaan väkirehuannoksen syöttäminen kahdella ruokintakerralla on tarpeen myös silloin, kun väkirehun osuus ylittää puolet rehuannoksen kuiva-aineesta. Varsinaisia koetuloksia ei tästä kuitenkaan ole.

Väkirehuvaltaisella ruokinnalla ruokintakertojen lisäämisestä on ollut hyötyä. MOHRMAN ym. (1959) totesivat kasvun ja rehun muuntosuhteen parantuvan lisättäessä ruokintakertoja yhdestä tai kahdesta kuuteen kertaan.

8. REHUNJAON TARKKUUS

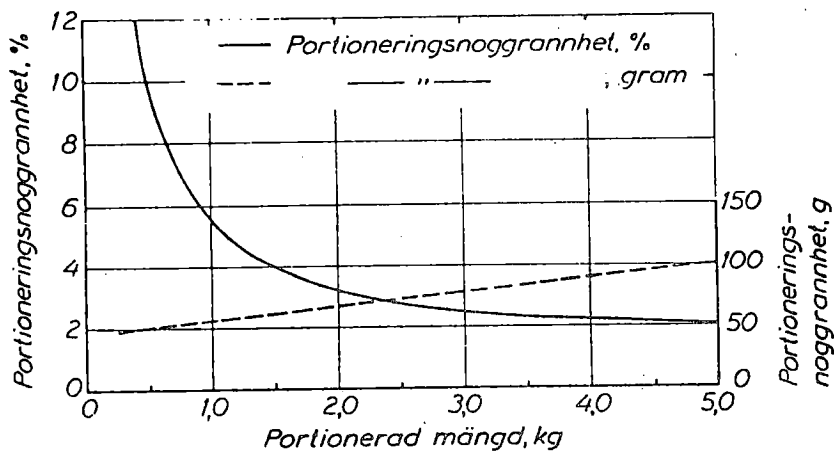
Epätarkkuus päivittäisiä rehuannoksia mitattaessa aiheuttaa normien mukaan rajoitetulla ruokinnalla olevalle lehmälle vastaavaa vaihtelua energian saannissa. Tämän on puolestaan todettu vähentävän maitotuotosta. Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan 15 %:n päivittäinen poikkeama väkirehuannoksen tavoitteesta johti maitotuotoksen vähenemiseen 200 kilolla lypsykauden aikana verrattuna ryhmään, joka sai tavoitteen mukaisen määrän väkirehua (Kuvio 8). Tarkasti ruokitut lehmät olivat painavampia ja tiinehtyivät myös paremmin (WIKTORSSON & KNUTSSON 1975).

Lehmälle ei siis riitä, että se saa tarvettaan vastaavan energiamäärän tietyn ajanjakson aikana, vaan energiatarpeen täytyy tulla tyydytetyksi päivittäin. Jos karkearehua on vapaasti tarjolla, lehmä pystyy ilmeisesti jonkin verran tasoittamaan väkirehun annostuksen epätasaisuudesta johtuvaa energian saannin vaihtelua karkearehun syönnillä. Esimerkkinä ruokintatarkkuuden merkityksestä voidaan laskea 15 %:n virheen olevan 1.2 kg kun väkirehumäärä on 8 kg. Eri päivinä rehuyksikkösaanti voi siten vaihdella jopa 2.4 ry (6.8-9.2 ry).



Kuvio 8. Väkirehun annostustarkkuuden vaikutus 4-% maidon tuotokseen (WIKTORSSON & KNUTSSON 1975.)

Tärkeintä on mitata väkirehuannos niin, että päivittäinen vaihtelu jää vähäiseksi. Mitattaessa vaihtelu prosentteina tavoittelusta määrästä, on tarkoituksenmukaista suhteuttaa prosenttiluku annoksen suuruuteen (Kuvio 9).

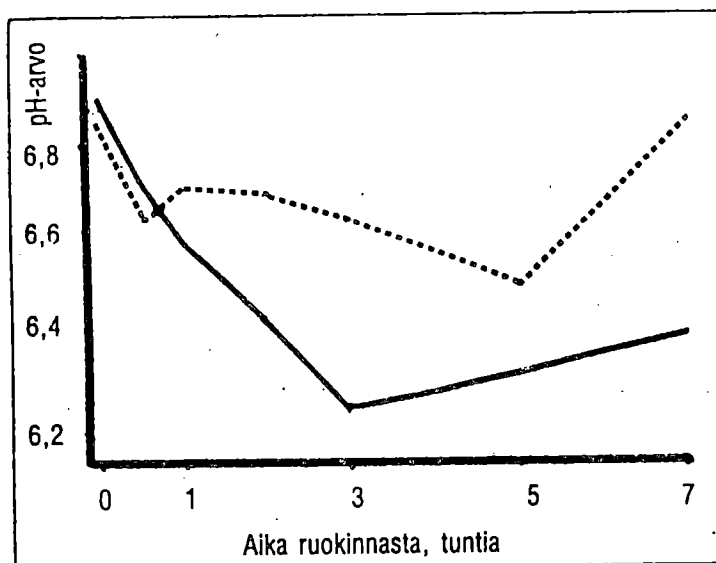


Kuvio 9. Väkirehun annostelutarkkuus grammaina ja prosentteina suhteessa tavoiteannoksen suuruuteen (LARSSON 1978).

9. RUOKINTAJÄRJESTYS

9.1. Pötsiaineenvaihdunta ja tuotos

Myös ruokintajärjestyksellä voidaan vaikuttaa pötsin happamuuteen. Väkirehu sisältää nopeasti hajoavaa tärkkelystä, josta pötsissä muodostuu haihtuvia rasvahappoja. Väkirehu stimuloi huonosti märehтимistä, jolloin syljen erityys jää alhaiseksi (VOIGT ym 1978, Kuvio 10). Tämä taas vaikuttaa raakakuidun sulavuuden parantumiseen, koska kuitua hajoittavien sellulolyyttisten bakteerien pH-optimalue on melko korkea.



Kuvio 10. Ruokintajärjestyksen vaikutus ruokinnan jälkeiseen pötsin pH-arvoon (VOIGT ym. 1978).

- = väkirehua 3.1 kg, kuivattua, silputtua ruohoa 3.5 kg päivässä 1.5 tuntia väkirehun jälkeen
 = rehut annettu päivittäisessä järjestyksessä

Ruokintaa voidaan yksinkertaistaa antamalla tiettyjä rehuja vain kerran päivässä. POIJARVI (1949) selvitti ns. keskitettyä ruokintatapaa, jolloin aamulla annettiin väkirehu ja heinä, iltapäivällä peruna ja säilörehu. Kuitenkin 16-20 kg lypsävien lehmien tuotos aleni n. 5 % verrattuna ruokintaan, jossa kaikkia rehuja annettiin kahdesti päivässä. Vähempituottoisilla tuotoksen aleneminen oli 2 %. Nykyisin ruokinnan yksinkertaistuminen on tapahtunut rehuvalikoimaa supistamalla.

Ruotsissa suoritetussa kuuden kokeen sarjassa yhdessä kokeessa karkearehun antaminen ennen väkirehua paransi maitotuotosta merkittävästi, joskin sama trendi oli muissakin kokeissa. Annettaessa säilörehu ensin ja väkirehu kolmen tunnin kuluttua oli maitotuotos 4-5 % korkeampi kuin annettaessa rehut päinvastaisessa järjestyksessä tai yht'aikaa (taulukot 10 ja 11).

Taulukko 10. Rehunkulutus ruokintajärjestyskokeessa (JOHNSON 1980)

Ryhmä	Ruokintajärjestys	Kuiva-aineen syönti, kg/pv		
		Väkirehu	Säilörehu	Yhteensä
1	väkirehu-säilörehu	5.41	9.23	14.64
2	väkirehu+säilörehu	5.62	8.87	14.49
3	säilörehu-väkirehu	5.55	9.15	14.70
4	seosrehu (complete feed)	5.82	9.00	14.82

- 1) Väkirehu annettu klo 6.00 ja 14.00, säilörehu klo 9.00 ja 17.00
- 2) Väkirehu ja säilörehu annettu samalla kertaa klo 6.00 ja 14.00
- 3) Säilörehu annettu klo 6.00 ja 14.00, väkirehu klo 9.00 ja 17.00
- 4) Seosrehu (säilörehu + väkirehu) klo 6.00 ja 14.00

Taulukko 11. Maitotuotos ruokintajärjestyskokeessa (JOHNSON 1980)

Ryhmä	Maitotuotos kg/pv	Rasva-X	Valk.-X	RKM-tuotos, kg/pv
1 Väkir - säilör	16.86	4.84	3.42	19.03
2 Väkir + säilör	17.06	4.90	3.44	19.37
3 Säilör- väkir	17.63	4.95	3.46	20.16
4 seosrehu	17.47	4.81	3.42	19.60

9.2. Ruokintajärjestys suomalaisilla maatiloilla

Valion MAKA-tutkimukseen liittyvässä haastattelututkimuksessa (yli 800 maitotilaa) kysyttiin myös tilalla noudatettavaa ruokintajärjestystä. Keskimäärin yli puolet (53 %) vastanneista ilmoitti aloittavansa aamuruokinnan väkirehulla, 30 % heinällä ja 12 % säilörehulla. Pienimmissä, alle kolmen lehmän karjoissa yli puolet aloittaa heinällä (53 %) ja yli kolmasosa (39 % väkirehulla. Yli 20 lehmän karjoissa ei kukaan ilmoittanut aloittavansa ruokintaa heinällä, ja väkirehulla aloitti 91 %.

Luokiteltaessa tilat tuotoksen perusteella suunta on sama kuin edellä karjakoon suhteen: tuotosten kasvaessa lisääntyy ruokinnan aloitus väkirehulla (taulukko 12). Mielenkiintoisena poikkeuksena on yli 8000 kilon tuotosluokka, jossa väkirehusta ensimmäisenä rehuna on suureksi osaksi luovuttu. Näillä tiloilla on ehkä ollut runsaasta tuotoksesta ja väkirehuvaltaisesta ruokinnasta johtuvia haittoja, joita on pyritty vähentämään aloittamalla ruokinta nurmirehulla tai ehkä nämä tilat ovat muita herkemmin seuranneet neuvonnan ohjeita.

Taulukko 12. Ruokintajärjestys eri tuotosluokissa Valion MAKA-tutkimuksessa (TUORI 1983).

	Tuotosluokka, kg / vuosi						
	alle 3000	3000- 3999	4000- 4999	5000- 5999	6000- 6999	7000- 7999	yli 8000
Tilojen lukum.	37	176	272	264	80	10	8
Tilojen osuus (%) jotka aloittavat:							
väkirehulla	16	45	47	62	74	92	20
heinällä	60	41	35	22	9	8	30
säilörehulla	17	10	14	12	12	-	32

Yhteenvetona ruokintajärjestyksestä voidaan todeta korsirehun antamisella ennen väkirehua olevan edullista vaikutusta pötsin olosuhteisiin ja maitotuotokseen. Vaikutus todennäköisesti korostuu, jos väkirehua on runsaasti ja karkearehua rajoitetusti. Vapaalla nurmirehuruokinnalla väkirehun ollessa rajoitettu 6-8 kiloon rehujen antamisjärjestyksen merkitys lienee vähäisempi.

10. SEOSREHURUOKINTA ELI KARKEAREHUN JA VÄKIREHUN SEKOITTAMINEN

Seosrehusysteemissä (complete diet feeding) sekoitetaan silputtu karkearehu ja väkirehu ja seosta annetaan lehmille vapaasti. Eri tuotantovaiheita varten tarvitaan koostumukseltaan erilaisia seoksia. Erittäin hyvälaatuisella nurmirehulla voidaan kaikille lypsäville antaa samaa seosrehua ja vain umnessaoleville käyttää eri seosta (OWEN 1982). Seoksesta eläimet eivät pysty erottelemaan karkearehua ja väkirehua erilleen. Rehujen ruokintajärjestys pysyy vakiona ja ruokintakertojen lukumäärä on periaatteessa lehmän harkinnassa rehun ollessa tarjolla jatkuvasti. Menetelmä lisää rehunkulutusta ja tuotosta ja saattaa

yksilöruokinnalla parantaa rehun hyväksikäyttöä. HOLTER ym. (1977) totesivat rehun muuntosuhteen maidontuotannossa parantuneen 4 X rehujen sekoittamisen ansiosta (taulukko 13). Kaikki koetulokset eivät kuitenkaan ole samansuuntaisia (HERLAND ym. 1978, taulukko 14).

Taulukko 13. Rehujen sekoittaminen vaikuttaa energian hyväksikäyttöön, syöntiin, tuotokseen ja sulavuuteen (HOLTER ym. 1977).

	Rehut syötetään	
	Eril- lään	Sekoi- tettuna
Maitotuotos, kg/pv	22.8	24.1
Rasva-X	3.80	3.65
RKM (4-X), kg/pv	22.1	22.8
Rehunkulutus:		
kuiva-ainetta kg ka/pv	15.00	15.27
kuiva-ainetta kg ka/100 elopkg	2.67	2.66
kuiva-ainetta kg ka/kg RKM, suhdeluku	100	96
Sulavuus-X		
kuiva-aine	69.9	69.5
raakavalkuainen	67.8	67.4
Muuntokelpoista energiaa Mcal/kg ka	2.37	2.36
Muuntokelpoisen energian laskettu hyväksikäyttö maidontuotannossa %	59	63

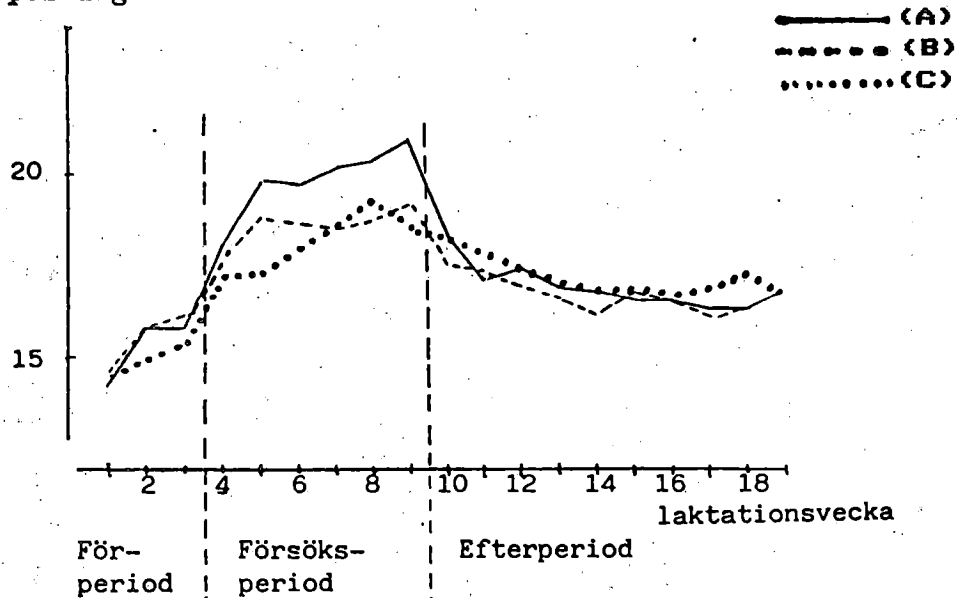
Taulukko 14. Seosrehuruokinnan vertailu normaaliruokintaan (HERLAND ym. 1978).

	Parsinavetta		Parsipihatto
	normaali- ruokinta	seosrehu	seosrehu
Tuotos			
RKM (4-X), kg/pv	100	95	93
suhdeluku			
Rehunkulutus	100	106	109
per kg RKM			
suhdeluku			

Seosrehussa voidaan käyttää hyväksi hyvin erilaisia rehueriä, sillä eläimet eivät voi valikoida. Ruokintarutiimit yksinkertaistuvat ja tulevat säännöllisemmiksi (EVERITT & JOHNSON 1979). Syötettäessä seosrehua vapaasti voi alhaisella tuotantotasolla olla ylikuokinnan vaara. Kosteista raaka-aineista tehty seosrehu pilaantuu nopeasti ja on siksi valmistettava päivittäin. Tasa- laatuksen seoksen valmistaminen edellyttää karkearehun silppua- mista sekä melko kalliin sekoittimen hankkimista. Tilan konein- vestointien määrä, ylläpito- ja huoltokustannukset nousevat (EVERITT & JOHNSON 1979).

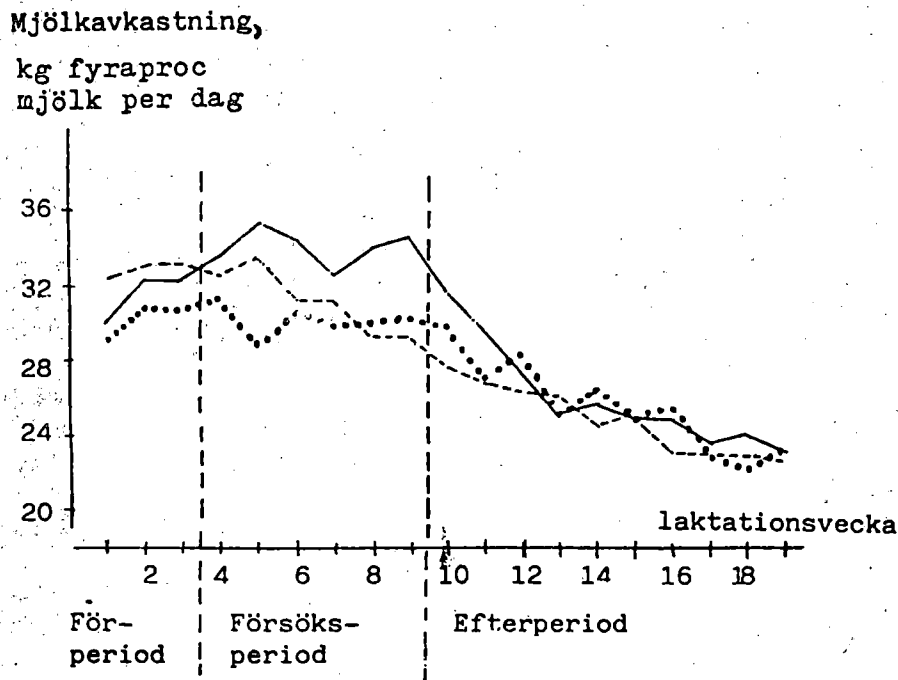
Melkoisia investointeja vaativan seosrehutekniikan tuominen pieniin karjoihin ei ole perusteltua, varsinkin kun koekulokset seosrehuilla saavutettavista eduista ovat melko ristiriitaisia. Suurissa karjoissa seosrehulla saavutettava työn säästö voi olla riittävä peruste hankinnalle.

Total foderkonsumtion,
kg torrsbstans
per dag



Kuvio 11. Kuiva-aineen syönti annettaessa nurmiviljasäilörehua (A), nurmisäilörehun ja viljan seosta (B) tai syötettäessä nurmisäilörehu ja vilja normaaliin tapaan erikseen (C).

Ruotsissa seosrehutekniikkaa on yksinkertaistettu säilönällä nurmirehu murskatun viljan kanssa. Kokeessa valssimyllyllä li-tistettyä kuivaa viljaa sekoitettiin nurmimassaan säilörehun teon yhteydessä (SPÖRNDLY 1983). Lypsylehmät söivät nurmi-viljasäilö-rehua enemmän kuin juuri ennen ruokintaa tehtyä vastaavaa seosta tai syötettäessä em. rehuja erikseen (Kuvio 11). Maitotuotos oli nurmi-viljasäilörehua syöneellä ryhmällä selvästi korkein (Kuvio 12).



Kuvio 12. Maitotuotos (SPÖRNDLY 1983).

Viljan varastointi ylivuotiseksi ja viljaan sidotun pääoman korko ovat selvin kustannusero perinteisiin menetelmiin verrattuna. Maitotuotoksen kohoaminen korvaa kuitenkin lisäkustannukset. Tulokset ovat lupaavia, mutta vielä epävarmoja, sillä ne perustuvat vasta yhden pienen kokeen (25 lehmää) tuloksiin. Näin lupaavasti alkanutta tutkimusta tullaan varmasti jatkamaan.

11. KIRJALLISUUS

- ANON 1981. Comparison of calf rearing systems. The West of Scotland agricultural college Brickrow farm unit. Brief background information on current investigational work as at October 1981. 7 p.
- BROSTER, W.H. & SWAN, H. ed. 1979. Feeding strategy for the high yielding dairy cow. Granada, London & New York 1979. 432 p.
- DIRKSEN, G. 1970. Acidosis. In: Physiology of digestion and Metabolism in the ruminant, ed. by A.T. Phillipson. Proc. 3rd Int. Symp., Cambridge, August 1969, p. 612-625.
- EVERITT, B. & JOHANSSON, B. 1979. Blandarvagn och fullfoder är det en teknik som kommer? Jordbrukstekniska institutet. Meddelande n:o 378.
- GIBSON, J.P. 1981. The effects of feeding frequency on the growth and efficiency of food utilization of ruminants: an analysis of published results. Anim. Prod. 32: 275-283.
- GIESECKE, D. & STANGASSINGER, M. 1980. Lactic acid metabolism. In: Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants, ed. by Y. Ruckebusch & P. Thivend. Proc. 5th Int. Symp. Ruminant Phys. in Clermont. Ferrand, 3rd-7th September 1979. p. 523-540.
- GILL, M.S. & CASTLE, M.E. 1983. The effects of the frequency of feeding concentrates on milk production and eating behavior in ayrshire dairy cows. Anim. Prod. 36: 79-85.
- HART, I.C. 1983. Endocrine control of nutrient partition in lactating ruminants. Proc. Nutr. Soc. 42: 181-184.
- HERLAND, P.J., KNUTSON, P.G. & WIKTORSSON, H. 1978. Studies of feed efficiency in a free stall system. EAAP 29th ANNUAL Meeting, Stockholm.
- HOLTER, J.B., URBAN, W.E. Jr., HAYES, H.H. & DAVIS, H.A. 1977. Utilization of diet components fed blended or separately to lactating cows. J. Dairy Sci. 60: 1288-1293.

- JOHNSON, U. 1980. Feeding routines for dairy cows. Diss. Swedish Univ. Agric. Sci. Dept. Animal Husbandry, Uppsala 1980, 152 p.
- KAUFMANN, W. 1972. Verdauungsphysiologische Messungen zur "biologischen Fütterungstechnik" bei Milchkühen. Kieler Milchw. Forsch. berichte 24: 139-155.
- KAUFMANN, W. 1973. Zum Einfluss höherer Fütterungsfrequenz auf die Fermentation in den Vormägen und die Leistung bei Milchkühen. Kieler Milchw. Forsch. berichte 25: 245-250.
- KAUFMANN, W., ROHR, K.; DAENICKE, R. & HAGEMASTER, H. 1973. Versuche über den Einfluss der Fütterungsfrequenz auf die Vormagenverdauung, Futteraufnahme und Milchleistung. Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft 191: 269-295.
- KIRCHGESSNER, M., MÜLLER, H.L. & SAX, J. 1980. Energiumsatz und Energieverwertung nichtlaktierender und laktierender Kühe bei unterschiedlicher Fütterungsfrequenz. Z. Tierphysiol. Tierernährung und Futtermittelkunde 44: 279-289.
- KIRCHGESSNER, M., SAX, J. & MÜLLER, H.L. 1981. Milchleistung und Milch Inhaltsstoffe von Kühe bei unterschiedlicher Kraftfutterfrequenz und rationiertem Grundfutterangebot. Bayer. Landw. Jahrbuch. 58: 226-232.
- LARSSON, K. 1978. Transport och portionering av kraftfoder vid mekanisk utfodring. Jordbrukstekniska institutet meddelande n:o 374.
- LARSSON, K. 1982. System för utfodring av kraftfoder till uppundna mjölkkor. Jordbrukstekniska institutet. Meddelande n:o 394.
- LEFFERS, G. & VON LOEPER, E.G. 1981. Untersuchungen über den Einsatz von Abrufautomaten für die Kraftfutterzuteilung an Milchkühe in Grünlandbetrieb. Das wirtschaftseigene Futter 27: 65-78.
- MEIJER, A.B., ROSSNING, W. & SMITS, A.C. 1981. Spread rationing of concentrates by means of programmed feed dispensers. Instituut voor mechanisatie, arbeid en gebouwen, publ. 156, Wageningen, 32 p.

- MOHRMAN, R.K., ALBERT, W.W., NEUMANN, A.L. & MITCHELL, G.E. 1959. The influence of hand-feeding, self-feeding and frequent interval feeding on performance and behaviour of beef cattle. *J. Animal Sci* 18:1489 (abstr.)
- MOIR, R.J. & SOMERS, M. 1957. Ruminal flora studies VIII. The influence of rate and method of feeding a ration upon its digestibility, upon ruminal function, and upon the ruminant population. *Austr. J. agric. Res.* 8: 253-265
- MØLLER, P.D. 1968. (Ref. MØLLER & HVELPLUND 1975).
- MØLLER, ym. 1973 (Ref. MØLLER & HVELPLUND 1975).
- MØLLER, P.D. & HVELPLUND, T. 1975. Undersøgelser over væmfysiologiske forhold ved hyppig fodringsfrekvens. *Ugeskrift for agronomer og hortonomer* 4 (1975,5): 75-81.
- NISULA, H. 1981. Tuloksia lihanautojen risteytys- ja ruokintakokeista. *Pohjois-Pohjanmaan koeaseman tiedote* nro 11, 41 p.
- OWEN, F., PLOM, H. & HARRIS, L. 1965. Once versus twice daily feeding of milk calves weaned at 21 or 42 days of age. *J. Dairy Sci.* 48: 824 (abstr.)
- OWEN, J.B. 1982. Complete diet feeding. *EAAP-kongressi, Leningrad 16-19.8. 1982*, 11 s.
- POIJARVI, I. 1949. Kokeita ns. keskitetyn ruokintatavan vaikutuksesta lehmien maidontuotantoon. *Valtion maatalouskoetöiminnan tiedonantoja* nro 219, 20 p.
- RIIHIKOSKI, O. 1981. Vasikan ja lihanaudan terveydenhoito. *Kirjayhtymä 1982*, 191 s.
- ROFFLER, R. & SATTER, L. 1973. Urea and other NPN sources are good in some rations and of no value in others. *Hoards Dairyman* 118, 20: 1258-1259.
- ROHR, K. & DAENICKE, R. 1973. Untersuchungen über den Einfluss der Fütterungsfrequenz auf die Pansenvorgänge, den Milchfettgehalt und die Futteraufnahme bei Milchkühen. *Landbauforsch. Völkenrode* 23: 133-139.

- SAX, J. & KIRCHGESSNER, M. 1980. Unterschiedliche Fütterungshäufigkeit und Nährstoffverdaulichkeit bei Milchkühen. Das wirtschaftseigene Futter 26: 60-68.
- SPURNDLY, R. 1983. Sammansilering grönmassa - spannäl? Husdjur 3: 43-45.
- SUTTON, J.D., HART, I.C. & BROSTER, W.H. 1983. The effect of feeding frequency on energy metabolism in milking cows given low-roughage diets. Proceedings of the 9th EAAP Energy Symposium, Oslo, 4 p.
- TENNBERG, U. & PUNTILA, M-L. 1978. Enakkovasikkakokeita Kivirannassa. Pihvi-karja 1978: 28-31.
- TUORI, M. 1983. Ruokintarutiineilla vaikutusta tuotoksiin ja rehujen kulutukseen. Karjalalous 59. 3: 12-14.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailla. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihiin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallgödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MÜLTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määritys. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. Humuspitoiset lannoitteet. p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalysetoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanneskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-82. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

1. Tiivistelmät eräistä MTTK :n julkaisuista 1983. 74 p.
2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.

4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-83. 22 p.
5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaattilla. 21 p.
6. VIJORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. 54 p.
9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskoekokeiden tuloksia 1978-83. 42 p.
11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maalajeissa. 10 p.
14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
15. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.
22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTTK :n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTTK :n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
 PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.

