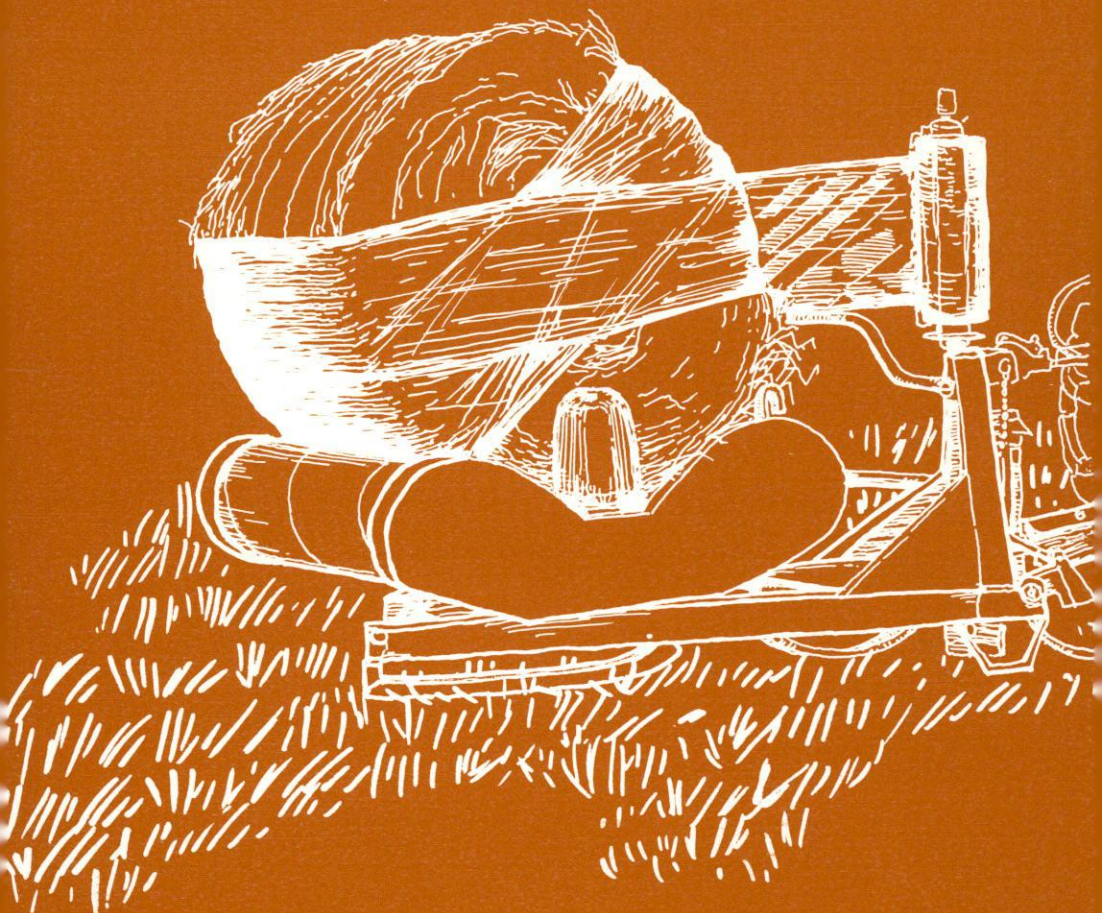


Säilörehun korjuu PYÖRÖPAALAIMELLA



SISÄLLYS

SÄILÖREHUN KORJUU PYÖRÖPAALAIMELLA

Menetelmän taustaa	1
Korjuun ajankohta	1
Rehun puhtaus	2
Niitto ja pöyhintä	2
Paalaus	2
Esikuivaus ja säilöntäaineen käyttö	4
Kuiva-ainepitoisuuden mittaaminen	5

KORJUUKONEKETJUT

Kiinteäkammioinen ja muuttuvakammioinen paalain	6
Paalaintyyppin vaikutus rehun laatuun ja muovikustannukseen	8
Paalien keräys ja kuljetus	8

PAALIEN MUOVITTAMINEN

Säkitys	10
Kiedonta	12
Muovin väri ja laatu	15
Muovitusmenetelmien vertailu	15

PAALIEN VARASTOINTI	16
---------------------------	----

RUOKINTA

Kokonaisena syöttäminen	17
Käsinruokinta	17
Koneellinen ruokinta	19

REHUN LAATU	21
-------------------	----

TYÖNMENEKKI	23
-------------------	----

KUSTANNUKSET	25
--------------------	----

LÄHDELUETTELO	30
---------------------	----

Tämä julkaisu on pääosin tiivistelmä agr.yo Matts Nysandin tekemästä kirjallisuustutkimuksesta, jossa on selvitetty pyöröpaali-säilörehun korjuutekniikkaa, rehun hygieenistä laatua ja tuotantovaikutusta sekä työnmenekkiä ja korjuukustannuksia Suomessa ja ulkomailta tehtyjen tutkimusten valossa. Tutkimus julkaistaan Vakolan tutkimusselostuksena N:o 55 (1989).

Maatalouskeskusten Liiton julkaisu n:o 777
ISSN 0355-1296
ISBN 951-8909-39-3

Vakolan tiedote n:o 45
ISSN 0355-1415

Opastilaukset:

Maatalouskeskusten Liitto
Lönrotinkatu 13
00120 HELSINKI
puh. (90) 643 021

HAKAPAINO OY Helsinki 1989

SÄILÖREHUN KORJUU PYÖRÖPAALAIMELLA - YHTEENVETO

Säilörehun korjuu pyöröpaalaimella edellyttää erityistä huolellisuutta niin korjuu-, kuljetus- kuin varastointivaiheessakin. Kesän ensimmäinen sato on rehun laadun kannalta varminta korjata muulla tavoin kuin pyöröpaalisäilörehuksi.

Kasvusto niitetään mieluiten niittomurskaimella. Karhot jätetään pöyhimättä pellolle kuivumaan, kunnes saavutetaan 40 - 50 %:n kuiva-ainepitoisuus. Säilöntäaineen käyttö on välttämätöntä, ellei luo'on ka-pitoisuus ole lähellä 50 %:a. Suositeltava määrä on 5-6 l murahaishappopohjaista ainetta rehutonnille.

Paalaukseen soveltuvat sekä kiinteä- että muuttuvakammioiset pyöröpaalaimet. Paalit on suljettava muovisäkkiin tai kiedottava kiristemuoviin viimeistään kahden tunnin kuluttua paalaamisesta. Muovin on oltava hyvälaatuaista. Kiristemuovia kiedotaan limittäin paalin ympärille 3 + 3 tai vähintään 2 + 2 kerrosta.

Paalit varastoidaan hiekkapohjalle ja peitetään. Jos paaleja ei peitetä, on muovin oltava valkoista. Lisäksi on käytettävä ainakin lintuverkkoa. Varastoksi sopii myös myös kylmä, katettu tila, edellyttäen että hiiret ja rotat voidaan pitää poissa. Varastoa on tarkkailtava säännöllisesti.

Työmenekki on pyöröpaalisäilönnässä useimmiten suurempi kuin esikuivaus-tarkkuussilppurimenetelmässä, mutta pienempi kuin kelasilppuria käyttäen edellyttäen, että paalattavan luo'on ka-pitoisuus on vähintään 25 - 30 %.

Kustannus. Pyöröpaalattu säilörehu ei yleensä ole muilla menetelmillä korjattua edullisempaa. Kiedontamenetelmän kustannus on samaa luokkaa ja säkitysmenetelmän kustannus vähän suurempi kuin kelasilppuri-laakasilomenetelmän.

Rehun laadun osalta pyöröpaalisäilöntä on nykyisellään tavanomaisia säilöntämenetelmiä epävarmempaa. Laaturiskin takia ei säkitettyä eikä kiedottuakaan pyöröpaalisäilörehua voida vielä suositella päärehuksi, ainakaan maidontuotantotiloille. Muovitustavoista kiedontaa voidaan pitää varmempana ja siksi suositeltavampana kuin säkitystä.

SÄILÖREHUN KORJUU PYÖRÖPAALAIMELLA

Pyöröpaalaimen käyttö säilörehun valmistukseen on suhteellisen uutta tekniikkaa paitsi Suomessa myös muualla maailmassa. Hollannissa menetelmä on ollut jo melko kauan käytössä, mutta siten, että paaleja ei ole erikseen muovitettu, vaan niistä on tehty auma, joka on sitten peitetty muovilla. Menetelmä sulkea pyöröpaalit yksitellen muovisäkkeihin otettiin käyttöön Skotlannissa 1978. Uusin menetelmä on paalien kiedonta erityisillä kiedontalaitteilla. Sitä alettiin varsinaisesti käyttää Euroopassa 1986.

Vuonna 1987 korjattiin Suomen säilörehupinta-alasta noin 1 % pyöröpaalaimella, esikuivatun säilörehupinta-alan ollessa yhteensä noin 3 %.

Korjuun ajankohta

Pyöröpaalisäilörehua ei suositella tehtäväksi kesän ensimmäisestä sadosta. Kokeissa varhaiskesällä tehty pyöröpaalisäilörehu on useimmiten säilynyt huonommin kuin myöhäiskesällä tehty. Myös käytännössä on saatu tällaisia kokemuksia. Syy on todennäköisesti ensimmäisen sadon korkeampi varastointilämpötila ja siitä johtuva vilkkaampi haitallinen pieneliötoiminta. Jos pyöröpaalisäilörehua tehdään ensimmäisestä sadosta, rehu tulisi käyttää kesän aikana, jotta sen varastointi jäisi mahdollisimman lyhytaikaiseksi.

Ensimmäinen sato on myös korjattava nuorena, samalla kasvuasteella kuin tavanomainenkin säilörehu eli kun puolet tähkistä tai röyhyistä on näkyvillä.

Karkeat korret kasvattavat paaliin jäävän ilman määrää, jolloin myös hengitys- ja käymisongelmien vaara kasvaa. Nuoresta, hennosta kasvustosta saadaan tiiviimpi paali. Toisen sadon kasvusto on useimmiten jo luonnostaan hennompa.

Rehun puhtaus

Nurmet, joille on korjuuvuonna levitetty karjanlantaa, eivät sovellu säilörehun raaka-aineeksi bakteeririskin takia. Myös ensimmäisen

vuoden nurmessa mahdollisesti oleva suojaviljan mädäntyvä sänki ja puintijäte huonontavat rehun laatua.

Haitalliset bakteerit lisääntyvät helposti pyöröpaalisäilörehussa aiheuttaen virheikäymisiä. Lypsykarjanavetoissa bakteeri-itiöt siirtyvät lannan, navetapölyn ja säilörehutähteiden mukana lehmien utareille heikentäen maidon hygieenistä laatua. Juustonvalmistukseen käytettävässä maidossa olevat voihiappobakteeri-itiöt vaarantavat juuston laadun. Rehun kolibakteerit ovat usein syynä karjan ripuliin ja ne voivat myös aiheuttaa utaretulehduksia.

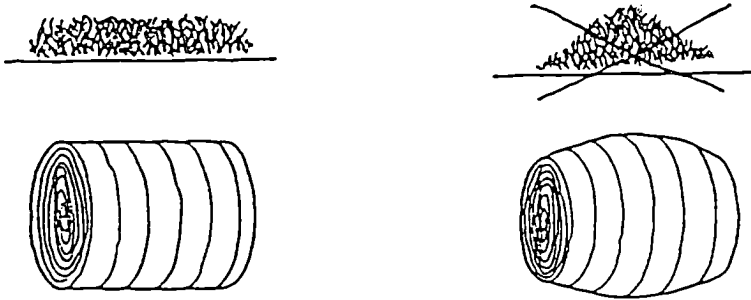
Niitto ja pöyhintä

Niittomurskaimen käyttö on suositeltavaa, kuten yleensäkin esikui-
vatun säilörehun valmistuksessa. Murskaus nopeuttaa kuivumista ja vähentää pöyhimistarvetta. Pöyhimistä on syytä välttää, koska se lisää varisemistappioita ja siirtää rehuun bakteeripitoista multaa, joka voi vaarantaa säilöntätuloksen. Jos pöyhintä kuitenkin esi-
merkiksi karhojen paksuuden, huonojen kuivausolojen tai murskaimet-
toman niittokoneen käytön vuoksi katsotaan tarpeelliseksi, piikkejä ei saa laskea liian alas. Pyöröharavaa ei pidä käyttää, koska sen piikit raapivat maata voimakkaasti. Jos on niitetty murskaimettomal-
la koneella, pöyhitään kertaalleen välittömästi niiton jälkeen. Varisemistappiot ovat tällöin pienimmillään ja karho alkaa heti kuivua. Niitettäessä jätetään rehuhygienian vuoksi vähintään 5 cm:n sänki.

Paalaus

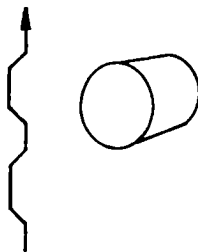
Käsiteltävien paalien lukumäärä ja muovimenekki pienenevät, kun paaleista tehdään mahdollisimman tiiviitä. Tasaisen tiiviit paalit säilyttävät muotonsa parhaiten, ja niistä saadaan päällekkäin varas-
toitaessa vakaat pinot. Paalien tulee olla muodoltaan säännöllisiä, lieriömäisiä ja tasaisen tiiviitä. Paalin muodolla ja tiiviydellä on lisäksi merkitystä paitsi kuljetuksessa ja muovittamisessa myös ruokinnassa, jos käytetään pyöröpaalipurkainta tai jos paalit kieritetään auki suoraan ruokintapöydälle.

Karhon muoto ja ajotekniikka vaikuttavat paalien tiiviyyteen ja tasaisuuteen paalaintyyppistä riippumatta. Ihanteellinen karho on paalikammion levyinen, ja sen poikkileikkaus on suorakaiteen muotoinen (kuvio 1). Tällainen karho täyttää paalikammion tasaisesti, jolloin myös paaleista tulee säännöllisiä. On eduksi, jos niitomurskaimessa on säädettävät karhon ohjauspellit, jotta karho saadaan paalikammion levyiseksi. Ellei tämä ole mahdollista, on seuraavaksi paras vaihtoehto tehdä puolen paalikammion levyisiä karhoja. Tällöin ajetaan mutkitellen niin, että karho nousee vuorotellen noukkimen oikeata ja vasenta puolta. Tällöin myös "mutkittelutavalla" on merkityksensä (kuvio 2).



Kuvio 1. Vasemmalla hyvä karhon muoto. Paalit saadaan tasaisen tiiviiksi ja lieriömäisiksi (OHLSSON 1984).

OIKEIN



VÄÄRIN



Kuvio 2. Ajotekniikka karhoa noukittaessa silloin kun karho on paalikammiota kapeampi (New Hollandin esite, ref. ANON 1986).

Kun ajonopeus on pieni, 5 - 6 km/h, ja karho ohut, saadaan aikaan kovia paaleja. Jos siis halutaan tehdä mahdollisimman tiiviitä paaleja, on paalaustehosta tingittävä. Tämä koskee etenkin kiinteäkammiopaalaimia, joita käytettäessä puristusvaiheessa paalille on annettava aikaa tiivistyä. Kun paalikammion painetta osoittava mittari ensimmäisen kerran osoittaa, että paali on valmis, voidaan pysähtyä hetkeksi ja antaa paalin pyöriä kunnes paine laskee, minkä jälkeen pystytään vielä syöttämään lisää rehua kammioon.

Esikuivaus ja säilöntäaineen käyttö

Pyöröpaalisäilörehut ovat usein huonolaatuisia, jos kuiva-ainetta on ollut korkeintaan 30 - 40 %. Näin on tapahtunut nimenomaan silloin, kun ei ole käytetty säilöntäainetta tai sitä ei ole annosteltu riittävästi. Pyöröpaalisäilönnässä edellytykset hyvän rehun tuottamiseen ovat parhaimmat, kun kuiva-ainepitoisuus on 40 - 50 %. Niittotuoreessa ruohossa kuiva-ainetta on 15 - 22 %, kuivassa heinässä 80 - 85 %.

Kosteassa pyöröpaalisäilörehussa syntyy virhekäymisiä, mm. voihaappokäymistä helpommin kuin kuivassa rehussa. Voihaappobakteeri-itiöt siirtyvät helposti maitoon. Ka-pitoisuudeltaan alle 40-prosenttisisä pyöröpaalisäilörehuissa on usein myös ollut runsaasti ammoniakia, mikä on valkuaisen hajoamisen merkki. Mitä kuivempaa rehu on, sitä vähemmän sokeria kuluu käymiseen. Sokerin runsas määrä parantaa rehun laatua.

Joidenkin kokemusten mukaan homehtumisriski kasvaa ka-pitoisuuden ollessa säkitettäessä huomattavasti yli 40 %. Muoviin kiedotuissa paaleissa on yleensä vähemmän hometta kuin muovisäkeissä säilötyissä.

Myös varastointitappiot vähenevät ka-pitoisuuden lisääntyessä. Lisäksi esikuivaus vähentää käsiteltävien paalien lukumäärää, sillä kuivaa rehua mahtuu paaliin huomattavasti enemmän kuin kosteaa. Ka-pitoisuuden kaksinkertaistaminen, esim. 20 %:sta 40 %:iin voi puolittaa paalien lukumäärän ja muovikustannuksen.

Muovikustannus on yksi pyöröpaalisäilönnän suurimmista kustannuseristä.

Esikuivattua säilörehua korjattaessa haittana ovat usein epävakaat säät. Yli 40 %:n ka-pitoisuuteen pääseminen vie, mm. luo'on pak-suudesta ja alkukosteudesta riippuen, hyvälläkin säällä ja niit-tomurskainta käyttäen yleensä toista vuorokautta, ja huonoilla ilmoilla paljon enemmän. Myöhäiskesällä, jolloin pyöröpaalisäilö-rehua vasta suositellaan tehtäväksi, sää on usein viileä ja satei-nen, ja 40 %:n ka-pitoisuuteen pääseminen ilman sadevaurioita on epävarmaa. Sateen uhatessa on paalaaminen aloitettava heti riip-pumatta karhon ka-pitoisuudesta, jotta sade ei pääsisi huuhtomaan luokoa.

Niittoajankohta tulisi kuitenkin mahdollisuuksien mukaan valita niin, että sää sallii kuivumisen ainakin 28 - 30 %:n ka-pitoisuuteen eli puristenesteraajaan. Tätä kosteampana paalatussa rehussa kerään-tyy paalin alimpaan osaan liian paljon puristenestettä ja tiivis-tymisvettä. Tiivistymisvettä muodostuu kuivemmassakin pyöröpaali-rehussa, mutta vähemmän. Rehun ravinteet liukenevat nesteeseen, ja märästä pohjarehusta saattaa tulla voihiappobakteerien kasvualusta. Puristenesteraajaa kosteampina säilötyt pyöröpaalit myös jäätyvät ytimeen asti talvella ja ruokinta vaikeutuu. Paalit, joiden ka-pitoisuus on pienempi kuin 40 % ja suurempi kuin 50 %, on käytettävä ensiksi.

Meillä Suomessa säilöntäaineen käyttö on yleensä välttämätöntä. Jos on varmaa, että luo'on ka-pitoisuus selvästi lähenee 50 %:a lohkon ja karhon joka kohdassa, voidaan säilöntäaine jättää pois. Valmius säilöntäaineen käyttöön on paalaimessa kuitenkin aina oltava. Mitä kosteampaa rehu on, sitä enemmän säilöntäainetta tarvitaan. Sitä suositellaan käytettäväksi keskimäärin ainakin 5 - 6 l rehuton-nille, kun käytetään muurahaishappopohjaista ainetta. Maitohap-pobakteeri- ja entsyymivalmisteita, joiden käyttöä ei ole riit-tävästi tutkittu tavanomaistenkaan säilörehujen teossa, ei voida vielä suositella pyöröpaalisäilöntäänkään.

Säilöntäaine levitetään yleensä pumppuhapottimella ja noukkimen yläpuolelle sijoitetuilla suuttimilla. Tuulen aiheuttamat haihtumis-

tappiot eivät pyöröpaalaimissa ole olleet niin suuria kuin noukinvaunuissa, mutta jonkinlaisten tuulisuusojien asentaminen on perusteltua.

Kuiva-ainepitoisuuden mittaaminen

Kuiva-ainepitoisuuden aistinvaraista arvostelua on varminta täydentää mittauksin. Jotkut viljalle tarkoitettut pikakosteusmittarit voidaan varustaa piikillä, joka työnnetään paaliin tai karhosta otettuun, silputtuun ja sankoon sullottuun rehuun. Luotettavuus kosteassa korsirehussa on kuitenkin huono. Ka-pitoisuus on varminta mitata punnitus-uunikuivausmenetelmällä.

Kuiva-ainepitoisuuden määrittäminen sähkölieden uunissa:

- leikkaa ruoho 3-4 cm:n paloiksi, punnitse kaksi 100 gramman erää kirjevaa'alla, ja pane ne uuniin rei'itetyille alustoille (esim. alumiinifolio). Jätä uuninluukku pari senttiä raolleen.
- kuivaa näytteitä 12-15 tuntia 60 °C:ssa
- punnitse kuivuneet näytteet

Näytteen kuivaus mikroaaltouunissa (vaatii höyrynpöistopuhaltimen)

- työnnä rehunäyte putkisideharsosta tehtyyn pussiin
- pyöritä pussi pallon muotoiseksi ja punnitse pussi
- sijoita pussi mahdollisimman lähelle uunin keskipistettä esim. kumolleen käännetyyn muovi- tai lasiastian päälle
- kuivaa näytettä, kunnes höyrynpöistoaukosta alkaa tulla hieman palaneen hajua. Kuivausaika vaihtelee 5 - 10 min.
- menetelmän luotettavuus on riittävä, jos näytteet ovat edustavia. Vaatii kuitenkin tottumista.

$$\text{Ka-pitoisuus \%} = \frac{(\text{näytteen paino tuoreena} - \text{painohävikki}) \times 100}{\text{näytteen paino tuoreena}}$$

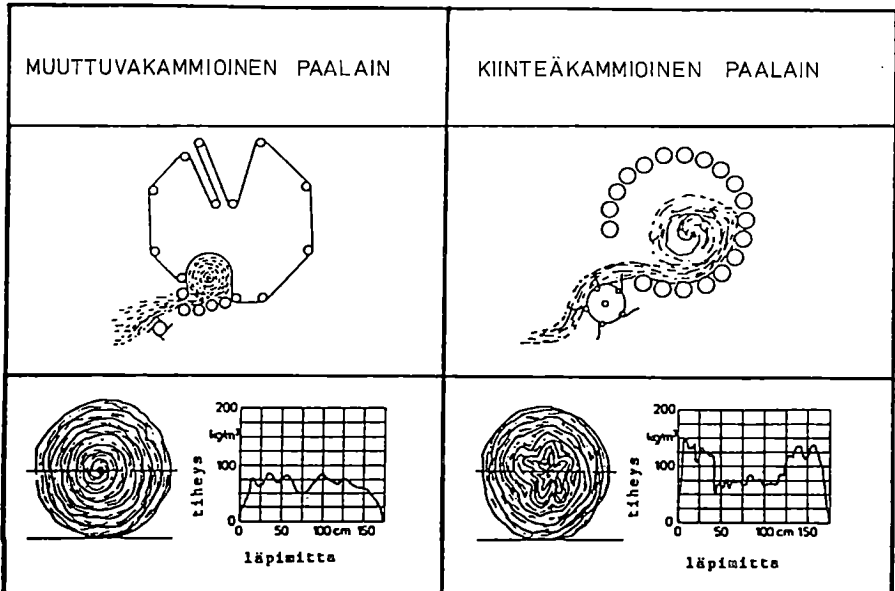
Markkinoillemme tulee mahdollisesti kohta helppokäyttöinen, korsirehulle tarkoitettu TT-niminen ka-mittari, jota Ruotsissa myy Stallmästaren AB, Gillstad, 531 97 Lidköping. Kuivausaika on 1 - 2 tuntia ja ka-pitoisuus luetaan suoraan laitteen vaa'an asteikosta. Tulos on riittävän luotettava. Hinta on Ruotsissa vajaa 1000 mk.

KORJUUKONEKETJUT

Kiinteäkammioinen ja muuttuvakammioinen paalain

Pyöröpaalaimia on kahta päätyyppiä, kiinteäkammioisia ja muuttuvakammioisia.

Kiinteäkammioisissa paalaimissa paalikammion läpimitta pysyy muuttumattomana paalaamisen ajan ja on siis sama kuin valmiin paalin läpimitta. Tällaisella paalaimella saadaan aikaan aina samankokoisia paaleja. Noukin syöttää karrhon paalikammioon, jossa se aluksi keriytyy löysäksi rullaksi. Kun kammio tulee täyteen ja syöttö jatkuu, varsinainen tiivistyminen alkaa. Koska paali puristuu vaippapinnastaan, sisus jää löysemmäksi kuin pintakerros (kuvio 3). Tiivistävinä eliminä ovat joko telat, kuten kuviossa 3, tai kolaketjut tai hihnat.



Kuvio 3. Muuttuva- ja kiinteäkammioisen paalaimen erot. Tiheydet ovat kuivan heinän tiheyksiä. (Landtechnik 6/1984, ref. PELTOLA ja SALONEN 1986)

Muuttuvakammioisissa paalaimissa paalikammion läpimitta kasvaa muodostuvan paalin suuretessa. Paalin massa tiivistyy siis ytimestä alkaen, ja täten muodostunut paali onkin kauttaaltaan lähes yhtä tiivis (kuvio 3). Tiivistävinä eliminä ovat joko kolaketjut tai hihnat. Paalin tiheys riippuu ketjujen tai hihnojen säädettävästä kiristysasteesta. Karhon syöttö voidaan keskeyttää, ennen kuin paali on saavuttanut suurimman läpimittansa, joten samalla koneella voidaan saada aikaan erikokoisia paaleja.

Kun paali on valmis, liikkuminen eteenpäin on pysäytettävä narunkiedonnan ja paalin luovutuksen ajaksi. Jos laite kietoo paalin ympäri kahta narua samanaikaisesti, kiedonta-aika on puolet yksinkertaisen narukiedonnan ajasta. Korvaamalla narukiedonta verkko- tai muovikalvokiedonnalla seisonta-aika vielä lyhenee. Ainakin parilla valmistajalla on etukammioilla varustettu pyöröpaalainmalli (Claas, Supertino). Näitä käyttäen ajoa ei tarvitse pysäyttää, koska kiedonnan ja luovutuksen aikana paalaimen syötettävä karho kerääntyy etukammioon, mistä se siirtyy automaattisesti varsinaiseen paalikammioon sen jälkeen, kun edellinen paali on luovutettu ja takaseinä sulkeutunut.

Kaikki nykyiset pyöröpaalaimet soveltuvat myös kostean rehun paalaamiseen. Säilörehupaalin sopiva läpimitta on 1,2 m ja leveys 1,2 m. Tämänkokoisen säilörehupaalin paino on noin 500 kg, kun kapeus on 30 %. Isommilla paalaimilla saavutetaan helposti 1000 kg:n paalipaino, jopa sen ylikin. Näin painavat paalit rasittavat paalainta, kuormauskalustoa ja ruokintakalustoa erittäin voimakkaasti.

Pyöröpaalaimet vaativat vähintään 50 - 60 kW:n traktoritehon. Tehon tarve vähenee korjattavan karhon kuiva-ainepitoisuuden noustessa.

Paalaintyyppin vaikutus rehun laatuun ja muovikustannukseen

Muuttuvakammioapaalaimet tekevät yleisesti hieman tiiviimpiä paaleja kuin kiinteäkammioapaalaimet. Ero on pieni niittotuoretta ruohoa paalattaessa, mutta kasvaa jonkin verran kapeus- ja pitoisuuden noustessa. Suurempi tiheys vähentää osaltaan käsiteltävien paalien lukumäärää sekä säkki- tai kiedontamuovikustannusta. Rehun laatuun tiheyseron

ei ole todettu vaikuttavan mitenkään. Karhon ka-pitoisuudella on selvästi suurempi vaikutus paalin tiheyteen kuin paalaintyyppillä.

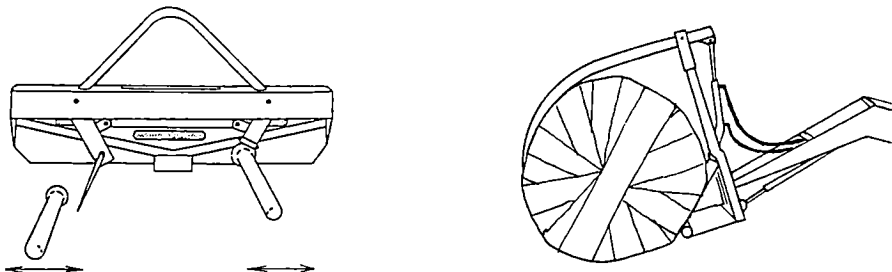
Paalien keräys ja kuljetus

Paalit kuormataan perävaunuun traktorin etu- tai takakuormaimella, joka on varustettu piikeillä, haarukalla tai kahmaimella. Jos kuljetusetäisyys on lyhyt, vaunua ei välttämättä tarvita.

Piikit työnnetään paalin pätyyn. Piikki-työvälineenä voidaan käyttää traktorikuormaimen lantatalikkaa. Tällöin voi olla eduksi vähentää piikkilukua tunkeutuvuuden parantamiseksi. Vaihtoehtoisesti kiinnitetään kuormaimen yksi tukeva erikoispiikki, joka kestää paalin painon, ja sen alle mahdollisesti pienempi piikki, joka estää paalia pyörimästä. Jos traktori on iso ja paalimäärät suuria, voi kahta tai jopa kolmea paalia kerrallaan kuljettava piikkilaite puolustaa paikkaansa.

Haarukalla paalia nostetaan alhaaltapäin. Tavallinen, leveäsarvinen lavahaarukka ei ole paras mahdollinen. Pyöreät tai kolmikulmaiset sarvet, joiden kärjet on pyöristetty, ovat käyttökelpoisempia.

Muoviin kiedotuille paaleille soveltuu käsittelytyövälineeksi vain siihen tarkoitukseen erityisesti muotoiltu kahmain (kuvio 4). Muovitetettujen paalien nostaminen piikillä ja syntyneen reiän paikkaaminen teipillä ei ole suositeltavaa, sillä usein sellaisissa paaleissa havaittu selvästi enemmän hometta ja pilaantunutta rehua nimenomaan siinä päädyssä, josta piikki on työnnetty sisään.



Kuvio 4. Pari esimerkkiä kiedottujen paalien käsittelyyn soveltuvista kahmaimista. (vas. ABT Productsin esite, oik. JALONEN 1987)

Myös metsäjuontokouria on jonkin verran käytetty muovittamattomien pyöröpaalien käsittelyssä. Muovittettujen paalien käsittelyyn niitä ei voi luonnollisestikaan käyttää.

Ulkomailla myydään myös itsekuormaavia pyöröpaalivaunuja. Ne tulevat kysymykseen hyvin suurten paalimäärien käsittelyssä ja peltolohkojen ollessa muodoltaan edullisia. Ulkomailla on myös saatavana pieniä, paalaimen perään kytkettäviä vaunuja, joihin mahtuu 3 - 5 paalia. Paalain luovuttaa paalit suoraan vaunuun, ja esimerkiksi lohkon päisteeseen tultaessa paalien annetaan vieriiä ulos avaamalla vaunun takaluukku köydellä traktorin ohjaamosta. Paalien keruu varastoon ajoa varten nopeutuu, kun paalit voidaan koota kuljetusvaunuun yhdestä paikasta.

PAALIEN MUOVITTAMINEN

Paalit on suljettava muovikalvon sisään ennen kuin ne alkavat lämmitä. Paalit voidaan joko sulkea muovisäkkiin tai kietoa muovikalvoon. Mm. ulkolämpötila ja rehun kuiva-ainepitoisuus vaikuttavat siihen, miten nopeasti rehun lämpötila alkaa nousta. Koska paalit usein lämpenevät tuntuvasti (40 - 50 °C:een) jo 2 - 3 tunnin kulu-tua paalauksesta, on muovittamisen aikaraja 2 tuntia paalaamisesta. Se on lyhyt aika, ja kun pyöröpaalainten teho on suuri, on koko työketjun oltava hyvin organisoitu, jotta sulkeminen ehditään tekemään tämän aikarajan sisällä. Useimmiten se muodostuu menetelmän pullonkaulaksi.

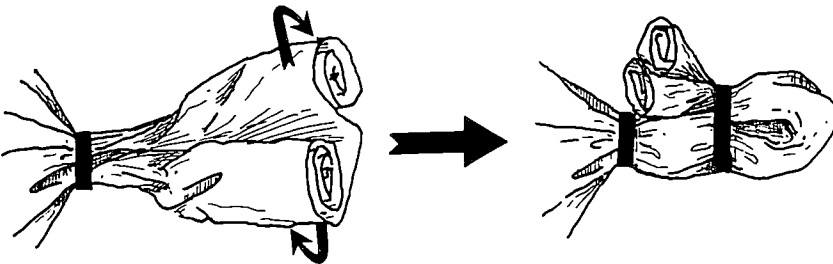
Säkitys

Säkitys on aina tehtävä varastopaikalla. Paalia pidetään kuormaimella irti maasta ja säkki pujotetaan paalin yli. Säkkiä ei saa käsitellä kovakouraisesti, jottei se veny eikä rikkoudu mistään kohdasta. Yksikin henkilö selviytyy säkin pujottamisesta, mutta hän joutuu tällöin kulkemaan useita kertoja paalin puolelta toiselle. Paremmiin työ sujuu kahdelta henkilöltä, ja vielä paremmiin kolmelta, jolloin kenenkään ei tarvitse kulkea traktorin ohjaamon ja paalin väliä.

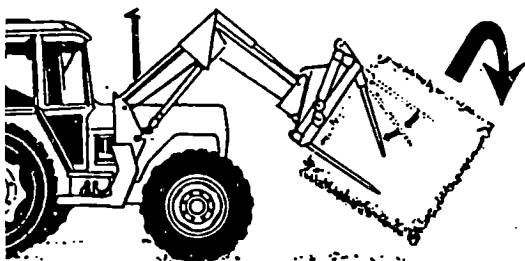
Paali sijoitetaan säkityksen jälkeen lopulliseen varastointipaikkaansa. Säkittämisessä paras nostotyökalu on paalipiikki. Kääntyvä piikkirunko on eduksi: piikki luovuttaa paalin paremmin eikä paali liu'u niin helposti säkkiä vasten tai säkki maata vasten.

Säkin koon on oltava suhteessa paalin kokoon. Säkin läpimitan ei pitäisi olla enemmän kuin 5 - 15 cm paalin läpimittaa suurempi, jotta tuulen aiheuttamalta lepatukselta vältyttäisiin. Säkin pituuden pitää riittää kaksitaitteiseen sulkemiseen. 1,2 m leveä paali tarvitsee tällöin 3,2 m pitkän säkin. Muuttuvakammioista paalainta käytettäessä on aina syytä ensimmäisellä paalatulla paalilla kokeilla varmista sitä, että paalit sopivat säkkiin.

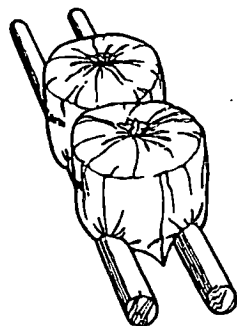
Säkin sulkemiseen käytetään paalinarua, muovitettua rautalankaa, hammastettua muovinauhaa tai erikoisliittimiä. Tiiviisti suljettu ja ehjä säkki pullistuu sulkemisen jälkeen. Ellei näin tapahdu, on säkki avattava ja suljettava uudelleen, mahdolliset reiät teipattava tai säkki vaihdettava. Jälkimmäinen merkitsee sitä, että jokaiseen varastossa olevaan paaliin on päästävä käsiksi traktorikuormaimella. Ellei käytetä peitteitä, jotka ulottuvat maahan saakka paalिकासan joka puolelle, teipataan säkkien kulmat kiinni niin, etteivät ne lepata tuulessa. Lepatus voi aiheuttaa murtumisia varsinkin muovin ollessa kylmässä haurasta. Yksi tapa on asettaa paali seisomaan päädylleen ja kääntää löysä muovi paalin alle. Tällöin paali myös säilyttää muotonsa paremmin. Tämä tehdään helpoimmin erityistä puristavaa paalipiikkiä käyttäen (kuvio 6 a).



Kuvio 5. Esimerkki kaksitaitteisesta sulkemisesta.



Kuvio 6 a. Puristava paalipiikki
(Trioplastin esite)



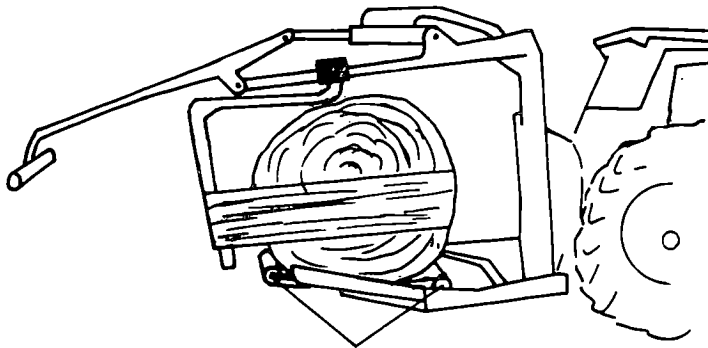
Kuvio 6 b. Märkinä säkitettyjen paalien varastointi
(Trioplastin esite)

Jos on jouduttu paalaamaan rehua, jonka ka-pitoisuus on alle puristenesteraajan (28 - 30 % ka), voidaan paalit sijoittaa makaaville, sileille parruille, jotka eivät vahingoita säkkiä (kuvio 6 b). Tällöin neste kerääntyy rehun alle ja pohjarehu pysyy kuivempänä ja säilyy varmemmin.

Suosittelava säkkikalvon paksuus on 0,12 mm. Paksumpi säkki on kestävämpi, mutta sitä on vaikea sulkea tiiviisti. Säkkien uudelleenkäyttöä säilöntään ei suositella. Alustana, peitteinä ja suojasäkkeinä niitä voidaan käyttää.

Kiedonta

Paalit kiedotaan kiristemuoviin erityistä kiedontalaitetta käyttäen. Jos muovitettujen paalien käsittelyyn muotoiltu kahmain on käytettävissä, voidaan paalit kietoa jo pellolla ja kuljettaa varastopaikalle myöhemmin. Näin menetellen paalit ehditään paremmin muovittaa 2 tunnin kuluessa paalaamisesta, eikä paalaukseen käyttökelpoista työaikaa kulu pellolta varastopaikalle ajamiseen. Muovin vaurioitumisriskin vuoksi on kuitenkin parasta kietoa paalit vasta varastopaikalla ja, jos mahdollista, luovuttaa paalit kietoimesta suoraan lopulliseen sijaintipaikkaansa.



PYÖRITYSTELAT JA HIHNAT NIIDEN VÄLISSÄ

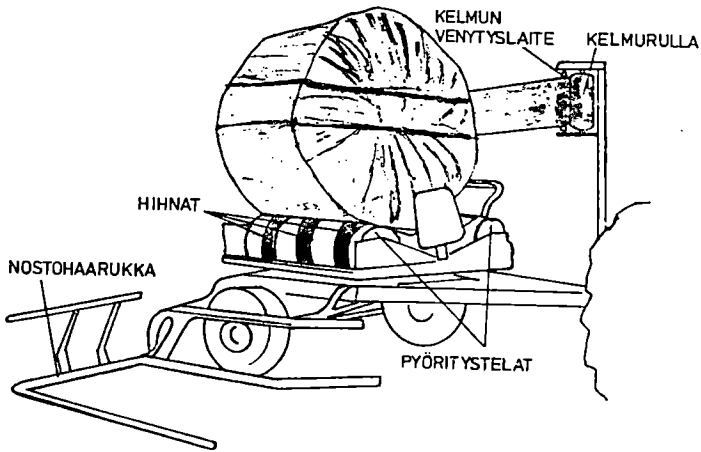
Kuvio 7. "Kaapparikouralla" varustettu kiedontalaite (Rollpak).
(JÄÄSKELÄINEN 1988).

Kiedontalaitteita on monta eri mallia. Yksinkertaisimmissa kietoimissa paalin päädyt kääritään käsin, tai paalia pyöritetään maata vasten. Näitä ei kuitenkaan voi suositella niiden huonon työnlaadun takia. Maata vasten pyöritettäessä on mm. vaarana se, että sänki ja kivet tms. vioittavat muovia.

Kietoimen "kaapparikouraa" hydraulisesti koukistamalla paali vieritetään kietoimeen (kuvio 7). Siinä paali pyörii yhteen suuntaan kahden telan ja niiden välissä olevien hihnojen varassa. Paalia kiertää käsivarsi, jonka päässä on muovinsyöttölaite. Kiedonnan loputtua paali poistetaan kippaamalla telasto hydraulisesti.

Paali nostetaan kietoimen nostohaarukalla kahden telan ja näiden välissä olevien hihnojen päälle (kuvio 8). Nämä pyörittävät paalia pystytasossa. Koko telapöytä vuorostaan pyörittää paalia vaakatasossa. Kiedonnan jälkeen paali kipataan pois telapöydältä.

Markkinoillamme on myös muita kietoimia (Elho, Silawrap, Sila-Pak), joissa on sama paalin pyöritysperiaate kuin kuviossa 8. Niissä ei



Kuvio 8. Nostohaarukalla varustettu kiedontalaite (Silawrap)
(Kvernelandin esite)

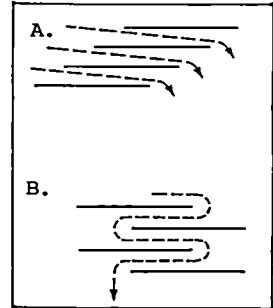
kuitenkaan ole nostohaarukkaa, vaan paali sijoitetaan niihin toisen traktorin kuormaimella.

Kiedonta aloitetaan sitomalla kalvon pää paalin naruun tai muoviverkkoon. Kalvon sisäpuoli on tahmea, joten kiedottaessa kalvokerrokset liimautuvat toisiinsa kiinni. Lopuksi kalvo katkaistaan käsin puukolla. Joissakin koneissa on lämpövastus tätä tarkoitusta varten. Kipattaessa paali maahan on syytä käyttää alustana mattoa tai levyä, etteivät sänki tai kivet tms. pääse rikkomaan muovia. On myös olemassa pudotusmattoja, joiden toinen reuna kiinnitetään kietoimeen.

Muovi kiedotaan kahdessa vaiheessa: ensin 2 tai 3 kerrosta koko paalin ympäri ja sitten 2 tai 3 kerrosta päälle lisää. Näin saadaan aikaan tiiviimpi kiedonta kuin jos kaikki 4 tai 6 kerrosta kiedotaisiin samanaikaisesti (kuvio 9). Paalisäilörehua ensimmäisestä sadosta tehtäessä suositellaan käytettäväksi 3 + 3 muovikerrosta. Toiselle sadolle riittänee 2 + 2 kerrosta.

Kuvio 9. Kiedontatapaa B käytettäessä kiedonta on tiiviimpää kuin tapaa A käytettäessä, vaikka muovikerrosten lukumäärä on molemmissa tapauksissa sama (4). A-menetelmällä kiedottuihin paaleihin pääsee sadevesi helposti. Tämä kiedonta sietää huonommin ilmapainevaihteluja ja paaleissa on ollut enemmän hometta kuin tavan B mukaan kiedotuissa paaleissa.

- A. 1 x 4 kerrosta
75 % limitys,
paali pyörähtänyt puoli kierrosta
vaaka-akselinsa ympäri
- B. 2 + 2 kerrosta
50 % limitys,
paali pyörähtänyt yhden kierroksen
vaaka-akselinsa ympäri



Useimpien kiristemuovikalvojen venyttämätön paksuus on 0,025 tai 0,035 mm. On tärkeätä, että kietoimessa on hyvin toimiva kalvon venytyslaite, joka huolehtii kalvon tasaisesta venymisestä sekä siitä, että kalvo asettuu tiiviisti paalin ympäri. Nykyisiä muovilaatuja käytettäessä ei ole syytä ylittää 55 % venytysastetta.

Skotlannissa kehitetty kietoin, Tube-Line, ei kiedo paaleja yksitellen vaan pitkäksi "makkaraksi". Paali sijoitetaan koneen syöttöpöydälle, joka työntää paalia sen akselin suuntaisesti ja siirtää sitä pyörivän kehän läpi, jossa on kalvorulla. Kun paaleja syötetään peräkkäin laitteen läpi, muodostuu halutun pituinen, kiedottu paalirivi, "makkara". Pilaantumisen ehkäisemiseksi on syöttönopeuden oltava riittävä makkaran avaamisen jälkeen.

Muovin väri ja laatu

Jos paaleja varastoidaan ulkona ilman auringonsuojaa on tärkeää, että niin säkit kuin kiristemuovikin ovat valkoisia. Sekä muovi että pintarehu lämpenevät huomattavasti enemmän, jos muovi on tummaa tai läpinäkyvää. Lämmitessään muovi "harvenee" ja läpäisee enemmän ilmaa. Kiristemuovin lämmitessä voivat myös kerrokset irrota toisistaan. Suojaamaton varastointi ei olekaan yleensä suositeltavaa.

Paalit olisi aina suojattava niin auringolta ja linnuilta kuin tuulelta ja sateeltakin. Tällöin ei muovin värilläkään ole varsinaista merkitystä. Toinen asia on, että väri saattaa eri valmis-teissa olla kytkeyty muihin laatuominaisuuksiin. Säkkien ja kiris-temuovin on oltava riittävän kestäviä. Toistaiseksi säilöntämuoveil-la ei ole virallisia standardeja.

Muovitusmenetelmien vertailu

Kiedontaa voidaan yleensä pitää säilöntävarmuudeltaan säkitystä parempana. Sellaisten käymisen laatua kuvaavien tekijöiden osalta kuin pH, ammoniakki ja hapot, ei tosin ole todettu merkitseviä menetelmien välisiä eroja. Home-esiintymät ja hävikit ovat kuitenkin usein olleet pienemmät kiedotuissa kuin säkitetyissä paaleissa. Varastoitaessa paaleja suojaamatta on tiivistymisveden määrä ollut pienempi ja pintarehun lämpötila alhaisempi kiedotuissa kuin säkity-tyissä paaleissa. Tämä johtuu siitä, että paalin ja säkin väliin muodostuva tila helposti toimii ikään kuin kasvihuoneena. Kiris-temuovi asettuu tiukemmin paalin ympärille, jolloin tällaista tilaa ei synny. Näin ollen ainakin säkitetyt paalit on peitettävä tai varastoitava katon alla.

Kun lisäksi kiedonta on halvemman muovin sekä usein pienemmän hävikin ja pienemmän työnmenekin ansiosta halvempaa kuin säkitys, on kiedonnalle nykyisellään annettava etusija. Jos pyöröpaali-säilörehua tehdään niin vähän, ettei oman kietoimen hankinta ole kannattavaa, olisi syytä ensi kädessä vuokrata kietoin ja vasta toissijaisesti käyttää säkkejä.

PAALIEN VARASTOINTI

Paaleja on tarkkailtava koko varastoinnin ajan, jotta syntyneet vauriot ehditään korjata ajoissa. Valvonta helpottuu ja tulee varmemmin tehdyksi, jos varastopaikka on talouskeskuksessa. Varas-to ei kuitenkaan saa olla liian lähellä kuivuria tai muuta sellaista rakennusta, jossa oleva syötävä vilja tai jäte houkuttelee hiiriä, rottia ja lintuja. Paalien alustan on oltava jyrksijoiden takia niin "steriili" kuin mahdollista. Sen on oltava traktorilla hyvin

kantava ja pintavesien poiston on oltava kunnossa. Hyvä pintakerros tehdään hienosta hiekasta. Siinä jyrsijät eivät viihdy eivätkä paalit rikkoudu. Asfaltoidut tai betonoidut alueet tai laajat kalliot ovat tietenkin hyviä alustoja. Paalit voidaan varastoida myös irtolavoille. Lavamenekki saattaa kuitenkin muodostua suureksi.

Kaikki kasvillisuus on poistettava varaston läheisyydestä, etteivät esimerkiksi jyrsijät pääse korkean ruohon suojassa lähelle paaleja. Myös lumen tallettaminen varastoalueella voi olla hyödyksi. Karkotteita ja myrkyllisiä syöttejä voidaan myös käyttää. Jos esimerkiksi rotanmyrkyä käytetään, on se pantava vaikkapa salaojaputkiin tai erityisiin ruokinta-automaatteihin niin, etteivät muut eläimet pääse sitä syömään. Paalien päälle on varottava panemasta mitään sellaista, joka voi vahingoittaa muovia. Muunmuassa öljyt syövyttävät muovia.

Paalit peitetään auringon, lintujen ja tuulen varalta. Hyvä ratkaisu on vaalea peite, joka ulottuu maahan saakka paalिकासan joka puolelta. Varjoisa tila peitteiden alla saattaa tosin olla jyrsijöille houkuttelevampi kuin peittämätön paalivarasto. Ainakin säkitetyt paalit on kuitenkin aina peitettävä pintalämpötilan ja tiivistymisveden muodostumisen pienentämiseksi. Jyrsijät on torjuttava muilla keinoilla. Ellei paaleja peitetä, on ainakin lintuverkkoa käytettävä. Petolintukuvilla ja silmien maalamisella säkkeihin on yleensä vain hetkellinen vaikutus lintuihin. Lapset eivät saisi kiipeillä paaleilla. Alue on syytä aidata kotieläimien ja hirvien varalta.

Pyöröpaalivarasto vaatii suhteellisen paljon tilaa. Sadalle paalille tarvitaan n. 250 m², ellei paaleja pinota. Pinoamista olisi kuitenkin syytä välttää. Sen haittana on se, ettei alempia säkkejä päästä tarvittaessa vaihtamaan. Myös muovivaurioitten korjaaminen on hankalampaa. Alimmaisat paalit muuttavat myös helposti muotoonsa, mistä on haittaa silloin kun syötettäessä käytetään purkainta. Paalin muuttaessa muotoaan saattaa muoviin syntyä venymiä, jotka voivat aiheuttaa ilmavuotoja. Nämä ongelmat voitaisiin tosin suureksi osaksi välttää käyttämällä sellaista kahmainta, jolla paalit voidaan pinota seisomaan päädylleen. Jos on käytettävissä kylmä, katettu tila, voidaan paalit varastoida myös sinne, edellyttäen että hiiret ja rotat voidaan pitää poissa.

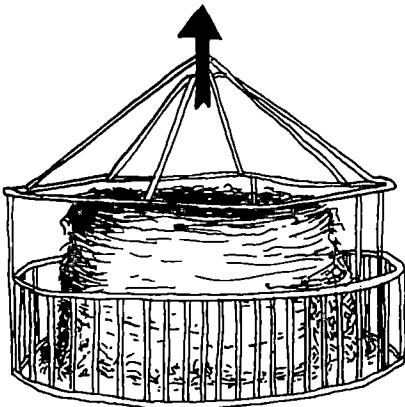
RUOKINTA

Kokonaisena syöttäminen

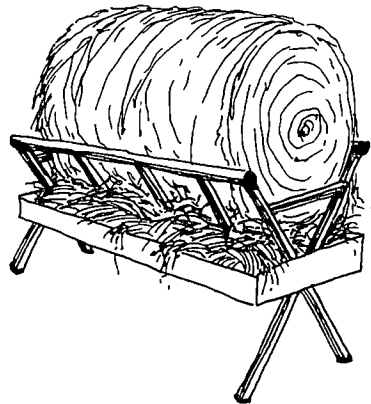
Yksinkertaisinta on syöttää kokonaisia paaleja. Tämä voi tulla kysymykseen esimerkiksi kesäruokinnassa jaloittelutilassa ja ylipäättänsä ulkona, sekä pihatoissa, suurissa nuorkarjan karsinoissa ja lampoloissa. Paali sijoitetaan ruokintapöydälle tai häkkiin (kuviot 10 - 11). Ruokintahävikki voi kuitenkin muodostua suurehkoksi.

Käsinruokinta

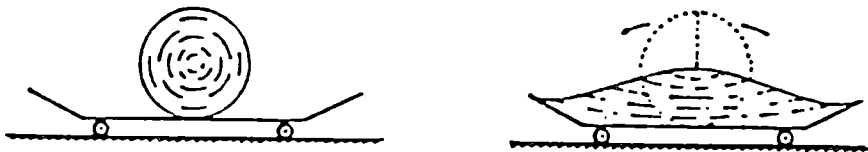
Kun pyöröpaaleja syötetään vain vähän, riittävät useimmiten yksinkertaiset ja halvat menetelmät. Paali voidaan asettaa päädylleen, ja rehukerrokset kuoritaan irti hangolla. Paali voidaan myös halkaista leveällä kirveellä vaipasta yttimeen. Kun paali tällöin makaa vaipallaan, aukenee se useimmiten kuin kirja. Kerrokset



Kuvio 10. Ruokintahäkki, missä paali makaa maassa. Häkki voidaan helposti siirtää etukuormaimella häkin yläosassa olevan koukun varassa.



Kuvio 11. Kourulla varustettu ruokintahäkki.



Kuvio 12. Pyöröpaalin halkaisu sen ollessa ruokintakärryllä.
(GAILLARD 1986)

irrotetaan ytimeistä alkaen. Jos navetan kulkuväylät sallivat, on käytännöllisintä asettaa paali kokonaisuena melko matalaan ruokintakärryyn, halkaista se siinä, ja työntää sitten kärryä ruokintapöytä pitkin rehua jaettaessa (kuvio 12).

Paalien nostoon ja siirtoon sisätiloissa voidaan käyttää myös taljaa, jota vedetään kattoon asennettua kisko pitkin. Jos varasto lähellä navettaa, kisko voidaan myös rakentaa paalivarastolle asti ja mahdollisesti useampihaaraisena niin, että se ulottuu paremmin varaston eri puolille.

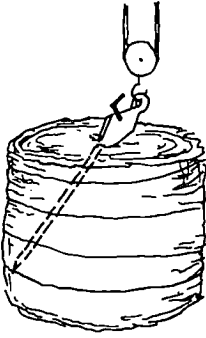
Koneellinen ruokinta

Yllä mainittua kiskokuljetusta on helpompaa käyttää motorisoituna, yhtä kisko pitkin kulkevana tai siltanosturina. Esimerkkejä paalin kiinnitysmahdollisuuksista taljaa tai motorisoitua vastinetta käyttäen esitetään kuviossa 13.

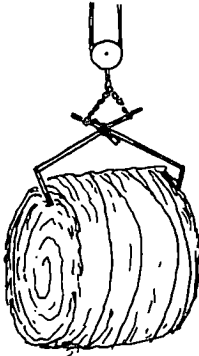
Paalit halkaistaan ja paloittelaa helpoiten konekäyttöisellä rehuleikkurilla. Kuviossa 14 on käsinohjattava sahaleikkuri. Se voi olla joko sähkö- tai hydraulikäyttöinen.

Pyörivät paalipiikit (kuvio 15) kytketään traktorin nostolaitteeseen tai etukuormaimeen, jolloin niitä voi myös käyttää kuormaukseen. Niillä paali keritään kätevästi auki suoraan ruokintapöydälle tai ruokintakärryyn.

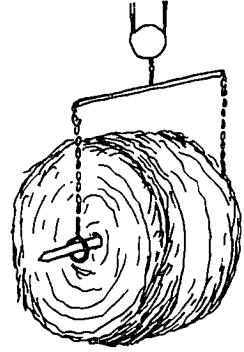
A. Väkäsellinen piikki



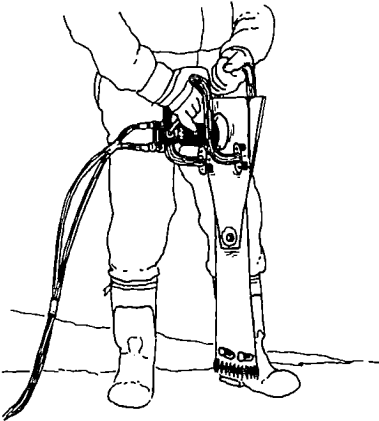
B. Sakset



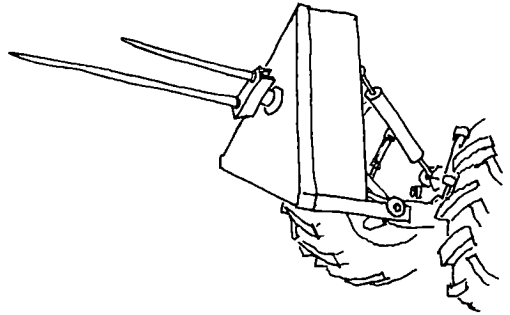
C. Omatekoinen piikki,
rautakanki tms.



Kuvio 13. (A - B HEMMING ja HEMMING 1984, C BARDALENin 1987 mukaan).



Kuvio 14. Käsinohjattava rehu-
leikkuri.



Kuvio 15. Pyörivät paalipiikit
(BENGTSSON 1985)

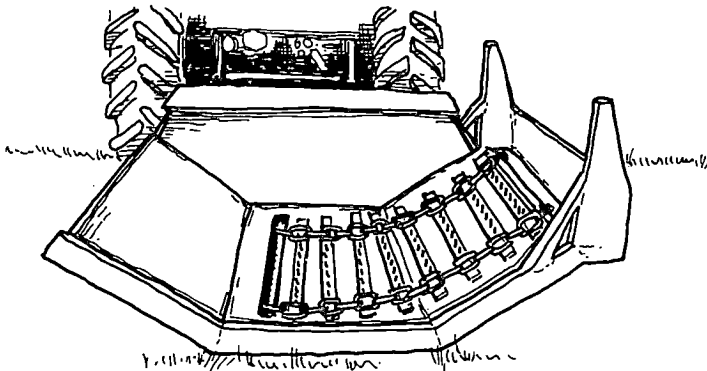
Säilörehun jakeluvaunua voidaan käyttää myös pyöröpaalisäilörehun jakeluun, mikäli vaunu pystyy jakelemaan pitkää säilörehua. Yleensä paali on purettava ennen vaunuun sijoittamista.

Monitoimiperävaunua, jossa on kalteva purkauselevaattori takapäässä, voidaan myös käyttää pyöröpaalien purkamiseen. Vaunua kallistetaan sen verran taaksepäin, että paali koko ajan painautuu purkauselevaattoria vasten. Koliin voi olla syytä hitsata muutama ylimääräinen piikki tehostamaan purkua.

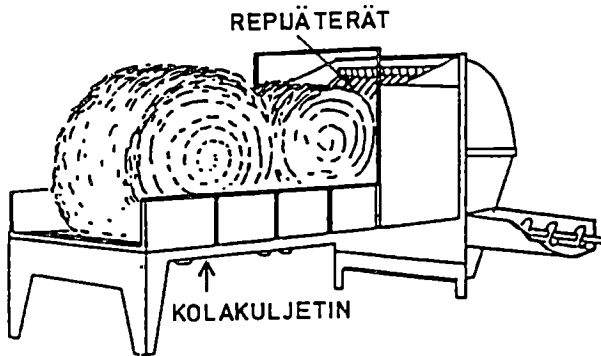
Pyöröpaalipurkaimia on ulkomaiden markkinoilla lukuisia eri tyyppisiä. Myös Suomessa myydään muutamaa mallia. Useimmissa on V-muotoisen pohjan toisessa kyljessä kolakuljetin repijäpiikkeineen. Jotkut ovat sähkökäyttöisiä ja tarkoitettu paikalliskäyttöön, toiset ovat traktoritoimisia ja niillä voidaan purkaa suoraan ruokintapöydälle (kuvio 16). Jäisiä paaleja ne eivät kuitenkaan pysty yleensä purkamaan.

Myös alunperin latokuivureiden ja säilörehutornien täyttöön tarkoitetuilla syöttöpöydillä voidaan purkaa pyöröpaaleja.

Pyöröpaalisilppurit on suunniteltu lähinnä oljen silppuamiseen kuivikkeeksi, rehuksi tai polttoaineeksi. Kokeilut viittaavat siihen, että jotkut näistä soveltuisivat myös säilörehupyöröpaalien silppuamiseen. Tehontarve on suuri. Koneen tekemää hienoksi silputtua rehua on helppo käsitellä koneellisilla ruokintalaitteilla. Tehon tarpeen, hinnan ja koon vuoksi nämä soveltuvat lähinnä suurille tiloille, joilla olkeakin silputaan ja ruokinta perustuu pääasiallisesti pyöröpaaliheinään ja -säilörehuun.



Kuvio 16. Traktoritoiminen pyöröpaalipurkain. (LARSSON 1986)



Kuvio 17. Paikalliskäyttöinen pyöröpaalisilppuri. (BRENNDÖRFER, ref.SCHOULZ ja MITTERLEITNER 1986)

REHUN LAATU

Suurin pyöröpaalisäilönnän ongelma on ollut rehun laatu. Pyöröpaalisäilörehun kemiallinen ja hygieeninen laatu on sekä kokeissa että maataloilla usein ollut huono. Myös rehun tuotantovaikutus on joissakin kokeissa ollut heikko. Syy on monessa tapauksessa ollut rehun valmistustavassa: rehu on esimerkiksi säilötty liian kosteana, tai säilöntäainetta on käytetty liian vähän tai ei ollenkaan. Teko-ohjeita ei ehkä aina muiltakaan osin ole noudatettu.

Jos korjuuolot ovat suotuisat ja jos kaikissa vaiheissa ollaan hyvin huolellisia ja tarkkaan noudatetaan ohjeita, voidaan myös pyöröpaalaten saada aikaan hyväksyttävää säilörehua. Pyöröpaalisäilöntää on kuitenkin vielä pidettävä tavanomaisia säilöntämenetelmiä epävarmempana. Meillä on vielä liian vähän tätä menetelmää koskevaa tietoa. Lisätutkimusta tarvittaisiinkin esimerkiksi kiedontamenetelmää, kuiva-aineeltaan alle 40 %:sen rehun korjuuta ja säilöntäaineen käyttöä selvittämään.

Tämänhetkisen tietämyksen valossa pyöröpaalisäilörehua ei voida vielä suositella tilan päärehuksi. Varsinkin maidontuotantotiloilla rehun huono hygieeninen laatu heikentää myös maidon laatua. Paremmiin menetelmiä sopii lihakarjatilaille, joilla rehun huonompi laatu ei näy sinänsä lopputuotteessa, vaikkakin mahdollisesti tuotantovai-
kutuksessa. Taulukossa 1 on esitetty eri säilöntämenetelmin tuotetun maidon itiöpitoisuuksia 200:lta tilalta Norjassa.

Taulukko 1. Maitonäytteiden itiösisällön mukainen prosentuaalinen jakauma (BÆVRE 1988).

Anaerobisten bakteerien itiöt kpl/100 ml maitoa	Torni- säilö %	Laaka- säilö %	Valkoinen säkki %	Vihreä säkki %	Valkoinen kelmu %
0	41	32	31	28	60
1 - 10	28	27	29	26	27
11 - 100	25	34	29	32	13
101 - 1000	5	6	8	11	1
> 1000	1	1	3	3	0

Hapettomissa oloissa viihtyvien (=anaerobisten) bakteereiden itiöitä saa olla korkeintaan 200 kpl/ 100 ml maitoa, ettei juustonvalmistuksessa syntyisi ongelmia. Taulukosta 1 näkyy, että säkitetyllä paalirehulla tuotetun maidon itiöpitoisuudet ovat suuremmat kuin siilorehuilla tuotetun maidon. Kiedotussa paalirehussa itiöitä on ollut vähiten.

Toisaalta tutkituissa siilorehuissa valkuainen oli säilynyt hajomattomana selvästi paremmin kuin säkitetyssä tai muoviin kiedotussa paalirehussa. Suurin osa paaleista oli säilötty lähes niittotuoreina ilman säilöntäaineita. Jos ne olisi säilötty ohjeiden mukaisesti, olisivat tulokset mahdollisesti olleet paremmat.

Taulukossa 2 näkyy eri säilörehuja syöneiden lihamullien kasvu Helsingin yliopiston kokeessa. Pyöröpaalit oli säkitetty. Pyöröpaali- ja noukinvaunurehut olivat sulavuuden ja eläinten kasvun osalta tilastollisesti huonompia kuin tarkkuussilppurirehu. Ilmeisesti paalirehu oli liian kosteaa, 23 - 25 % ka, ja säilöntäainemäärä, 4 l AIV 2 rehutonnille, liian pieni. Koe osoitti myös, ettei eläinten rehunsyönti suinkaan riitä rehun laadun mitaksi, sillä eläimet söivät kaikkia rehuja yhtä hyvin. Tanskalaisessa kokeessa, jossa paalirehut olivat selvästi kuivempia, saatiin sama maidontuotanto ja norjalaisessa kokeessa, jossa paalirehut olivat osittain kuivempia, sama lisäkasvu sekä pyöröpaali- että siilorehua syötettäessä.

Taulukko 2. Lihamullien säilörehunsyönti ja lisäkasvu (ALASUUTARI 1988)

Syönti ja kasvu	Tarkkuus-silppuri (AIV 2)	Noukin-vaunu (AIV 2)	Pyörö-paalain (AIV 2)	Pyörö-paalain (ei säil.ain.)
<u>Syönti</u> kg ka/pv	4,7	4,6	4,9	5,1
<u>Lisäkasvu</u> g/pv	1340	1290	1110	1050

Laaturiskin takia pyöröpaalisäilöntää on parasta käyttää lähinnä täydennysmenetelmänä esimerkiksi silloin, kun siilotila ei riitä tai kun on tarvetta säilöä pieniä rehumääriä. Vähäiseen korjuutarpeeseen pyöröpaalimenetelmä on omin konein liian kallista. Silloin kun pyöröpaalisäilörehua tehdään muun säilörehun lisäksi, eikä pyöröpaalainta varsinaisesti tarvita heinän tai oljen korjuuseenkaan, on järkevintä hankkia koko laitteisto usean tilan yhteiskäyttöön tai käyttää vuokrakonetta.

TYÖNMENEKKI

Paalauksen tyypillinen työsaavutus on 25 - 35 paalia tunnissa. Verkkokiedontaa ja etukammioaalainta käyttäen paalaaminen on nopeampaa narukiedontaan ja tavallisiin pyöröpaalaimiin verrattuna, mutta tekniikka on myös kalliimpaa. Joka tapauksessa työketjun hitain vaihe on useimmiten kuljetus tai säkitys/kiedonta eikä paalaaminen.

Työtehoseuran selvityksessä (PELTOLA ja SALONEN 1986) saatiin säkitysmenetelmälle seuraavat kokonaistyönnemenkit:

Menetelmä 1

3 henkilön työryhmä
Kuljetus perävaunulla,
8 paalia/kuorma

Yhteensä 9,8 min/paali
6,2 paalia/tunti

Menetelmä 2

2 henkilön työryhmä
Kuljetus paalipiikillä

Yhteensä 12,5 min/paali
4,8 paalia/tunti

Häiriölisä ja valmistelut mukaanluettuina :

15,2 henkilömin/paali
30,4 henkilömin/tonni

18,0 henkilömin/paali
36,0 henkilömin/tonni

Ryhmän kolmannelle henkilölle, joka oli mukana vain säkityksessä, jäi runsaasti odotusaikaa, jota ei ole otettu huomioon kokonaisajassa.

Molemmissa tapauksissa ajomatka pellolta varastopaikalle oli 500 m ja rehun ka-pitoisuus 35 %. Työnormin mukaan esikuivaus - tarkkuus-silppurimenetelmän työnmenekki on 23,7 min/tonni. Pyöröpaalisäilönnän työnmenekki oli siis 30 - 50 % suurempi kuin tarkkuus-silppurimenetelmän. Myös ruotsalaisissa mittauksissa tulos on samansuuntainen.

Pyöröpaalisäilönnän työnmenekki on sensijaan usein pienempi kuin sellaisen tuoresäilönnän, jossa käytetään kelasilppuria. Esimerkiksi yllä mainitun menetelmä 1:n työnmenekki on vajaa 70 % 3 miehen tuoresäilöntäketjun työnmenekistä, silloin kun käytetään 110 cm kelasilppuria, 2 traktorilla, 2 kippivaunua ja laakasiiloa, eikä myöskään odotusaikoja lasketa. Paalisäilönnän suurempi tehokkuus johtuu nimenomaan esikuivauksesta: mitä suurempi on rehun ka-pitoisuus, sitä vähemmän sen kuljetus ja muu käsittely vaativat työtä. Jos paaleissa on alle 25 - 30 % kuiva-ainetta, työnmenekki on usein suurempi kuin tuoresäilönnän.

Paalien kiedontamenetelmän työnmenekistä ei ole vielä virallisia tietoja. Ilmeisesti se on usein pienempi kuin säkityksen, kiedontalaitetyypistä ja työnjärjestelyistä riippuen, mutta tuskin tehokkaimmillaankaan pienempi kuin esikuivaus - tarkkuussilppurimenetelmän työnmenekki. Käytettäessä laitteita, joilla paali sijoitetaan pyörityspöydälle omalla haarukalla tai puomilla,

kiedonta on ilmeisesti vähän nopeampaa, kuin jos paali sijoitetaan pöydälle toisen traktorin kuormaimella.

Yleensä pyöröpaalisäilöntä tulee työnmenekiltään kilpailukykyisemmäksi myös tarkkuussilppurimenetelmään verrattuna, jos pellot ovat hyvin kaukana talouskeskuksesta ja hajallaan. Jos silloin kunnostetaan paalivarasto pellon reunaan, tai jätetään paalit kiedottuina pellolle ja kuljetetaan ne kotiin rauhallisempaan aikana, hetkellinen työvoimantarvehuippu korjuuaikana alenee. Sama etu saavutetaan tosin yhtä helposti silppurimenetelmissäkin, jos tehdään auma pellolle. Jos pellot ovat hyvin pienet ja vielä hyvin kaukana toisistaan, joudutaan kuitenkin tekemään monta pientä aumaa, joissa hävikit voivat tulla melko suuriksi. Kerralla ei voida myöskään kuljettaa kovin suuria aumarehueriä kotiin, koska ne alkavat pilaantua. Siinä tilanteessa kiedottu paalirehu on kätevämpää. Kokonainen paalikuorma voidaan kerralla kuljettaa kotiin, koska paalit säilyvät kauemmin kuin aumasta otettu rehu - edellyttäen että paalimuovi pysyy kuljetuksessa ehjänä.

KUSTANNUKSET

Neuvontajärjestön RETU-nimistä atk-ohjelmaa käyttäen on tehty kustannusvertailu viidelle karkearehukorjuumenetelmälle:

Menetelmä	säilörehu	heinä
A)	kelasilppuri, laakasiilo	kovapaalain
B)	kelasilppuri, auma	kovapaalain
C)	esikuivaus, tarkkuussilppuri, laakasiilo	kovapaalain
D)	pyöröpaalain, säkitys	pyöröpaalain
E)	pyöröpaalain, kiedonta	pyöröpaalain

Kaikissa säilörehuala on 8 ha ja heinäala 4 ha. Laskelmassa on otettu huomioon kunkin menetelmän kone-, rakennus-, työ-, säilöntäaine-, muovi- ja narukustannus, sekä kunkin menetelmän keskimää-

Taulukko 3. Vertailtavien karkearehuvalmistusmenetelmien nettosato-
tosuhteet kenttä- ja varastohävikkien jälkeen, sekä
työnmenekit ja muuttuvat kustannukset. (HELANDER 1988).

Menetelmä	Sadon suhde- luku	Työn- menekki h/ha	Muuttuvat kustannukset, mk/ha			
			säil. aine	muovi	narut	yht.
A) -säilörehu	100	30	660	50	-	710
-heinä		30			120	120
B) -säilörehu	95	30	660	100	-	4)960
-heinä		30			120	120
C) -säilörehu	101	20	210	50	-	260
-heinä		30			120	120
D) -säilörehu	95	26	350	1)750	120	1300
-heinä		15		3) 80	100	100
E) -säilörehu	100	23	350	2)340	120	890
-heinä		15		3) 80	100	100

1)säkit
2)kiedontamuovi
3)peitemuovi
4)sisältää 200 mk/ha
puristemehun talteen-
tosta

Taulukko 4. Eri karkearehukorjuumenetelmien rehukustannukset.
Säilörehua 8 ha, heinää 4 ha. (HELANDER 1988)

	A) kelas. laakas.	B) kelas. auma	C) tarkk.s. laakas.	D) pyöröp. säkitys	E) pyöröp. kiedonta
Kokon.rehukust. mk/tila/v.	180200	183200	179600	186800	181400
Kustannus/ rehuyksikkö, p					
- säilörehu	199	208	184	223	204
- heinä	253	253	252	232	232
- pain.keskiarvo	212	219	200	225	210
- - ero A:han, %		+3,3	-5,7	+6,1	-0,9

räinen hävikki. Taulukon 3 työnmenekkeihin sisältyy myös nurmen perustaminen ja lannoitus. Heinän nettosatoja ei ole pantu tauluk-
koon, koska ne on oletettu samoiksi kaikissa menetelmissä. Tulokset
on esitetty taulukossa 4.

Vaikka pyöröpaalimenetelmissä käytetään samaa korjuukonetta sekä
säilörehulle että heinälle eikä siiloa tarvita, ne eivät kuitenkaan
välttämättä tule edullisemmiksi kuin silppuri- ja siilomenetelmät.
Taulukosta 4 näkyy, että kalleinta on säkitetty pyöröpaalisäilörehu.
Sen ja pyöröpaaliheinän keskikustannus on 6 % korkeampi kuin
kelasilputun siilorehun ja kovapaaliheinän keskikustannus ja 12 %
korkeampi kuin tarkkuussilputun siilorehun ja kovapaaliheinän
keskikustannus. Paalien kiedontamenetelmää käytettäessä karkeare-
hukustannus on suunnilleen sama kuin kelasilppuria ja kovapaalainta
käytettäessä.

Säkitetyn rehun kilpailukykyä heikentää eniten suurempi hävikki ja
muovikustannus siilorehuihin ja kiedottuun rehuun verrattuna. Halvin
karkearehu tuotetaan tarkkuussilppurilla ja kovapaalaimella lähinnä
säilörehun pienen työ- ja säilöntäainekustannuksen takia. Laskelman
lähtöoletuksista pyöröpaalisäilönnän hävikit perustuvat hyvin
vaihteleviin koetuloksiin, joten tuloksia on pidettävä lähinnä
suuntaa antavina.

Pyöröpaalisäilöntämenetelmien taloudellisuutta ja tarkoituksen-
mukaisuutta arvosteltaessa on otettava huomioon yksittäisen tilan
olosuhteet. On perin harvinaista, että karjatilalla ei ole yhtään
karkearehukorjuukonetta ennestään. Olemassa olevat koneet ja raken-
nukset, työvoima, peltojen sijainti ja tuotantosuunnan jatkumisen
varmuus on otettava koko painollaan huomioon rehunsäilöntämenetelmää
valittaessa.

LÄHTEET

Tutkimuksen lähteet on täydellisesti lueteltu Vakolan tutkimusselostuksessa n:o 55. Tässä julkaisussa käytettyjen kuvien ja taulukoiden lähteenä on käytetty seuraavia teoksia:

- ALASUUTARI, S. 1988. Eri menetelmillä valmistetun esikuivatun säilörehun säilönnällinen laatu ja rehuarvo. Pro gradu-työ. Helsingin yliopisto, kotieläintieteen laitos. 97 s.
- ANON. 1986. Rundbalsensilering. Sveriges lantbruksuniversitet. Grovfoder. Rapp. 1: 1-7.
- BAEVRE, L. 1988. Ensilering i rundballer. Buskap og avdrått 2: 100-103.
- BENGTSSON, N. 1985. Sönderdelning av rundbalar. Studier 1983 och 1984. Jordbrukstekniska institutet. Rapp. 69: 1-31.
- GAILLARD, F. 1986. Ensilage balles rondes. Bulletin Technique du Machinisme et de l'Equipment Agricoles 3-4: 23-37.
- HEMMING, J-G. & HEMMING, K. 1984. Rulla stråfoder. Praktiskt lantbruk 43: 1-80.
- JALONEN, P. 1987. 175:s Smithfield: Maatalouskonemyynti palaamassa "normaaliksi". Koneviesti 1: 4-5, 7.
- JÄÄSKELÄINEN, V. 1988. Säilörehutekniikka. Koneviesti 22: 36-41.
- LARSSON, K-Å. 1986. Storbalsupprullare. Lantmannen 7: 41, 43-44.
- OHLSSON, M. 1984. Balensilering. Summary. Sveriges lantbruksuniversitet. Instit. för arb. metodik o. teknik. Seminaariaine. 21s.
- PELTOLA, I. & SALONEN, V. 1986. Säilörehun korjuu pyöröpaalaimella - työnmenekit ja talous. Summary. Työtehoseuran maatal. tiedote 8/1986 (338): 1-6.
- SCHOULZ, H. & MITTERLEITNER, H. 1986. Grossballentechnik. RKL (Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft) 41412: 309-389.

Esitteet

- ABT-PRODUCTS LTD, Alton Road, Ross-on-Wye, Herefordshire HR 9 5 NF, G.B.
- KVERNELAND, Underhaugs fabrikk A.S., N-4350 Nærbo, Norge.
- TRIOPLAST AB, Box 143, S-333 00 Smålandsstenar, Sverige.

.....
HELANDER, J., Maatalouskeskusten liitto 1988. Karkearehukorjuumenetelmien kustannusvertailu RETU-ohjelmalla. (Julkaisematon).

ISBN 951-8909-39-3