



Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten

2. korjattu painos

Katri Pahkala, Mika Isolahti, Anneli Partala, Antti Suokannas,
Anna-Maija Kirkkari, Mika Peltonen, Mia Sahramaa,
Tuulikki Lindh, Teuvo Paappanen,
Esa Kallio ja Martti Flyktman



Maa- ja elintarviketalous 1
31 s.

Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten

2. korjattu painos

Katri Pahkala, Mika Isolahti, Anneli Partala, Antti Suokanas, Anna-Maija Kirkkari, Mika Peltonen, Mia Sahramaa, Tuulikki Lindh, Teuvo Paappanen, Esa Kallio ja Martti Flyktman

ISBN 951-729-942-7 (Painettu)
ISBN 951-729-943-5 (Verkkajulkaisu)

ISSN 1458-5073 (Painettu)
ISSN 1458-5081 (Verkkajulkaisu)

www.mtt.fi/met/pdf/met1b.pdf

Copyright

MTT

Kirjoittajat

Julkaisija ja kustantaja

MTT, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, Tietopalvelut, 31600 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339

sähköposti.julkaisut@mtt.fi

Julkaisuvuosi

2005

Kannen kuva

Antti Suokannas

Painopaikka

Vammalan Kirjapaino Oy

Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten

2. korjattu painos

Katri Pahkala¹⁾, Mika Isolahti²⁾, Anneli Partala³⁾, Antti Suokannas⁴⁾, Anna-Maija Kirkkari⁵⁾, Mika Peltonen⁵⁾, Mia Sahramaa¹⁾, Tuulikki Lindh⁶⁾, Teuvo Paappanen⁶⁾, Esa Kallio⁶⁾ ja Martti Flyktman⁶⁾

¹⁾ MTT, Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, katri.pahkala@mtt.fi, mia.sahramaa@mtt.fi

²⁾ MTT, Alueellinen yksikkö, Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, mika.isolahti@mtt.fi

³⁾ Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus, PL 310, 00023 Valtioneuvosto, anneli.partala@mmm.fi

⁴⁾ MTT, Maatalousteknologian tutkimus, Vakolantie 55, 03400 Vihti, antti.suokannas@mtt.fi

⁵⁾ Työtehoseura, Tutkimus- ja koulutuskeskus, Maatalousosasto, PL 13, 05201 Rajamäki, annamaija.kirkkari@tts.fi, mika.peltonen@tts.fi

⁶⁾ VTT Prosessit, PL 1603, 40101 Jyväskylä, etunimi.sukunimi@vtt.fi

Tiivistelmä

Ruokohelpi on monivuotinen heinäkasvi, jota on viljelty rehuksi. Tässä julkaisussa kuvataan ruokohelven viljely- ja korjuutekniikka energian tuotantoa varten. Ruokohelpi kylvetään puhtaana kasvustona Etelä-Suomessa viimeistään kesäkuun viimeisellä viikolla, pohjoisempana aikaisemmin. Typpilannoitukseksi kylvön yhteydessä riittää 40-60 kg/ha ja satovuosina 60-90 kg/ha maalajista ja sijainnista riippuen. Fosfori- ja kaliumlannoitus tehdään maan viljavuusanalyysin perusteella. Länsi-Suomessa parhaiten menestyvät lajikkeet Palaton, Lara, Vantage ja Venture, Pohjois-Suomessa lisäksi Barphal 050 -lajike. Kun ruokohelven biomassa korjataan keväällä kuloheinänä, kylvöjen väli voi olla yli 10 vuotta. Ensimmäisen satovuoden jälkeen biologinen kuiva-ainesato on 6-8 t/ha. Mahdolliset korjuutappiot pienentävät satoa. Ruokohelpi niitetään aikaisin keväällä matalaan sänkeen ja paalataan mahdollisimman tiukkoihin pyörö- tai suurkantipaaleihin. Paalit kuljetetaan aumalle erillisellä traktorilla/kuormaajalla tai traktori-perävaunu -yhdistelmällä. Paalausta tehostetaan leveän niittokoneen tekemällä karholla. Paalit säilyvät pilaantumatta, kun ne varastoidaan aumaan ja peitetään. Ruokohelpi voidaan korjata suoraan silpuksi irtokorjuumenetelmää käyttäen. Viljelyn lopettamisen jälkeen ruokohelpikasvusto hävitetään glyfosaatilla ja kynnetään syksyllä. Kahtena seuraavana vuonna viljellään kevätviljaa. Ruokohelven siemensato vaihtelee riippuen kasvuston iästä. Siementuotantokokeissa ensimmäisinä vuosina satoa saatiin enimmillään noin 300 kg/ha. Neljän vuoden keskimääräinen siemensato oli noin 100 kg/ha. Siemensadon paras korjuuaika on 15 päivää kukinnan päättymisestä. Keväällä korjattu ruokohelpi soveltuu seospolttoon sekoitettuna turpeeseen, hakkeeseen tai kuoren ja purun seokseen. Konekustannukset lannoitteiden ohella ovat merkittävimmät kustannuserät ruokohelven viljelyssä. Jos ruokohelven energiasisältö hinnoitellaan energiaturpeen mukaan, ruokohelpi pärjää hyvin kannattavuusvertailussa rehuohran viljelyn kanssa.

Asiasanat: ruokohelpi, Phalaris arundinacea, viljely, siementuotanto, sadonkorjuu, lannoitus, lajikkeet, tuotantokustannukset

Sisällysluettelo

1	Johdanto	5
2	Ruokohelven kasvutapa	5
3	Kasvupaikkavaatimukset.....	6
4	Ruokohelvi biomassakasvina	7
5	Ruokohelpiviljelyksen perustaminen	8
6	Kasvinsuojelu.....	9
7	Lajikevalinta.....	9
8	Ravinnetaseet	10
9	Lannoitus.....	11
9.1	Perustamisvuoden lannoitus.....	11
9.2	Satovuosien lannoitus	12
9.3	Suopohjan kalkitus ja lannoitus	13
10	Korjuu	14
10.1	Paalaus	15
10.2	Irtokorjuu silpuksi.....	16
10.3	Varastointi.....	17
10.4	Korjuutappiot.....	17
11	Sadon käyttö.....	18
12	Siementuotanto.....	19
13	Viljelyn lopettaminen.....	20
14	Ruokohelven viljelykustannukset	21
15	Viljelyn ympäristövaikutukset	23
16	Kirjallisuus	23
17	Liitteet	25

1 Johdanto

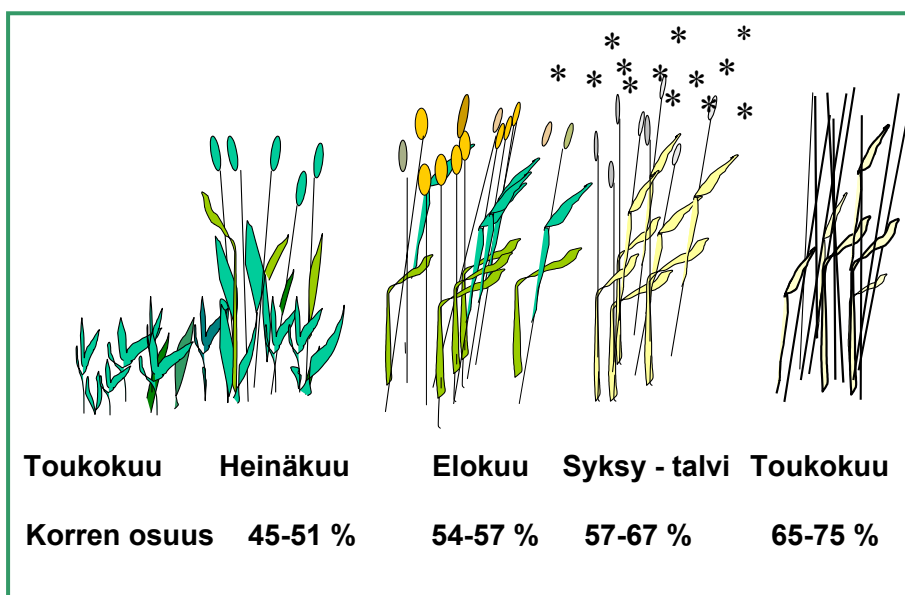
Ruokohelven (*Phalaris arundinacea* L.) biomassaviljelyä on kehitetty koko 1990-luvun ajan. Kehitystyössä on ollut mukana useita tutkimuslaitoksia (MTT, Työtehoseura, VTT, KCL), energiayrityksiä (Vapo, Pohjolan Voima Oy, Imatran Voima) ja paikallisia kehittämishankkeita (Myllylä & Myllylä 2000, Koskimies & Uola 2001, Aalto 2005). Ruokohelven viljelyä ja energiakäyttöä on kehitetty myös Ruotsissa (Burrvall & Hedman 1994, Landström 2000). Ruokohelven viljelyohjeisto on laadittu vuonna 2001 päättyneen Biomassaprojektin tutkijoiden yhteistyönä. Korjattuun 2. painokseen on päivitetty viljelyohjeiston lisäksi kustannuslaskelmia ja tietoja viljelytuista vuoden 2004 tietojen perusteella seuraavasti: 1) viljely Katri Pakkala, Anneli Partala, Mia Sahramaa, Mika Isolahti 2) korjuu ja sadon käyttö Antti Suokannas, Tuulikki Lindh, Esa Kallio, Teuvo Paappanen, Martti Flyktman 3) talouslaskelmat Anna-Maija Kirkkari, Mika Peltonen, Mika Isolahti.

Pääosa noin 4500 hehtaarilla (Tike 2004, <http://matilda.mmm.fi>) tuotetusta ruokohelvestä käytetään tällä hetkellä energian raaka-aineeksi. Korsibiomassa yhdessä turpeen tai hakkeen kanssa poltettuna on nykypäivän käyttömuoto. Ruokohelppi on todettu myös koivun veroiseksi lyhytkuituraaka-aineeksi paperin valmistuksessa (Paavilainen ym. 1996, 1999), mutta sitä ei ole otettu vielä teollisuuden käyttöön.

2 Ruokohelven kasvutapa

Ruokohelppi on monivuotinen heinäkasvi, joka kasvaa Suomessa luonnonvaraisena Lappiin saakka. Se muodostaa luonnossa tiheitä, pitkäikäisiä noin 1,5 - 2 metrin korkuisia kasvustoja. Ruokohelpikasvustoon kehittyy uusia versoja aina lokakuulle asti, eniten kuitenkin keväällä ja syksyllä. Versot jatkavat kasvuaan ja uusien lehtien muodostamista myöhään syksyyn saakka. Kukintoja (röyhyjä) alkaa kehittyä kasvustoon vasta kylvää seuraavana vuonna, kun kasvin juuristo on riittävästi kehittynyt. Siemenet ovat pieniä (1000 siemenen paino on 0,9 - 1 g). Ne irtoavat helposti ja varisevat pian kypsymisen jälkeen kukinnon kärjestä alkaen. Loppukesästä röyhyllisten versojen solmuihin kehittyy haaroja, jotka säilyvät vihreinä talven tuloon saakka. Kun ruokohelpeä käytetään non-food tarkoituksiin, sen arvokkain osa on korsi (Kuva 1), joka sisältää vähemmän kivennäisaineita ja enemmän selluloosaa kuin lehdet.

Ruokohelven juurakot sijaitsevat pääasiassa noin 2 - 8 cm syvyydessä maksimisyvyyden ollessa noin 15 cm. Juuret, jotka kasvavat juurakoista ulottuvat yli metrin syvyyteen. Uusia juurakoita muodostuu eniten kesäkuukausina, jolloin versojen muodostuminen on vähäistä. Kasvu-kauden päätteeksi ruokohelpi siirtää maanpäällisestä osasta ravinteita juurakkoonsa. Juurakoista ravinteet siirtyvät seuraavana keväänä uusi- en versojen käyttöön heti kasvun alettua. Koska maanpäällistä kasvus- toa ei poisteta kasvukauden aikana, syntyy toimiva ravinnekiertosys- teemi, joka mahdollistaa pitkäikäisen kasvuston olemassaolon. Kas- vusto säilyy tällöin myös tiheänä. Ruokohelpi tarvitsee kaksi kesää juuristonsa ja täysimittaisen kasvuston kasvattamiseen, mikä vaikuttaa myös kasvin viljelyaikatauluun (Taulukko 1).



Kuva 1. Ruokohelven kasvutapa ja korren osuus biomassasadosta. (Kuva: Katri Pahkala)

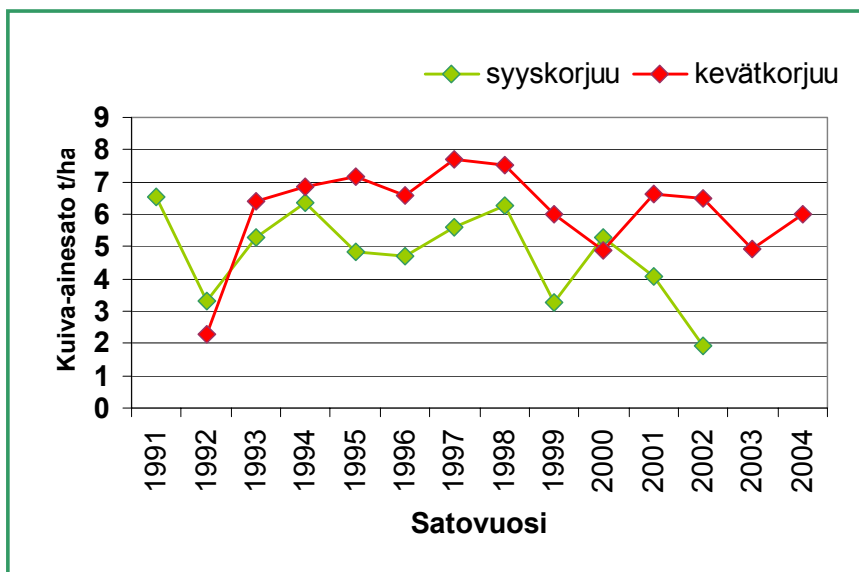
3 Kasvupaikkavaatimukset

Ruokohelven luontaisia kasvupaikkoja ovat meren, järvien ja jokien rannat, ojat ja tienpientareet. Rannoilla se kasvaa tavallisesti juuri tulvarajan yläpuolella, mutta joskus myös vedessä ja vesijättömaalla. Tällöin se näyttää kestävän hyvin jopa kuukauden vesipeiton. Kasvi sietää nuoruusvaiheesta selvittyään hyvin myös kuivuutta. Viljeltynä ruokohelpi soveltuu kaikille maalajeille, mutta suurimmat sadot saadaan multa- ja turvemailta. Myös suot, joilta turpeen nosto on lopetettu tai

tuotantovaiheessa olevat turvesuot näyttävät viime vuosien kokemusten perusteella soveltuvan hyvin ruokohelven kasvatukseen.

4 Ruokohelpi biomassakasvina

Ruokohelpi on osoittautunut satoisimmaksi energia- ja kuitukäyttöön kasvatetuista heinäkasveista. Ruokohelpi tuottaa hyvin satoa vähintään 10 - 12 vuotta, jos se korjataan keväällä kuloheinänä (Kuva 2). Ensimmäinen sato non-food tarkoituksiin voidaan korjata kahden vuoden kuluttua kylvästä (Taulukko 1). Se on 20 - 40 % pienempi kuin seuraavien vuosien sato.



Kuva 2. Ruokohelven biologinen kuiva-ainesato Jokioisissa savimaalla vuosina 1991-2004. Vuotuinen typpilannoitus 100 kg/ha.

Toisesta satovuodesta lähtien ruokohelven biologinen kuiva-ainesato on keväällä korjattuna noin 6 - 8 tonnia hehtaarilta. Jos edellinen kesä on ollut kuiva, sato voi olla pienempi. Sadon laatuominaisuudet keväällä korjattaessa ovat energiakäytön kannalta hyvät, sillä korren osuus biomassasadosta on silloin suuri. Korren tuhkapitoisuus on pienempi ja kuitupitoisuus suurempi kuin lehtien, lehtituppien ja kukintojen. Korsiin osuus biomassasta on 45 - 75 % riippuen kasvin kehitysvaiheesta (Kuva 1). Korsiisuus lisääntyy kasvuston iän myötä. Suurimmillaan (65 - 75 % kuiva-aineesta) se on 6. tai 7. satovuonna.

Taulukko 1. Ruokohelven viljely energiatuotantoa varten. Viljelytoimenpiteet ja niiden ajoittaminen.

Ruokohelven 0 vuosi

1. Ruokohelven viljelyä edeltävänä vuonna hävitetään monivuotiset rikkakasvit ja nurmikasvit kemiallisesti. Tehdään viljavuustutkimus

Ruokohelven 1. vuosi

1. Lannoitus + kylvö toukokuussa ilman suojaviljaa
 2. Rikkakasvitorjunta ruokohelven 2–4 -lehtivaiheessa
- Kasvuston korkeus 60 – 80 cm kasvukauden päättyessä
-

Ruokohelven 2. vuosi

1. Lannoitus toukokuussa, kun maa kantaa
- Kasvuston korkeus 150–190 cm kasvukauden päättyessä
-

Ruokohelven 3. vuosi – 13. vuosi

1. Kulo korjataan matalaan sänkeen heti, kun maa kantaa
 2. Lannoitus toukokuussa korjuun jälkeen
- Kasvuston korkeus 150 – 190 cm kasvukauden päättyessä
-

Viljelyn lopettaminen

1. Niitto kesä-heinäkuussa. Sato soveltuu esim. säilörehuksi.
2. Glyfosaattiruiskutus elo-syyskuussa, kun odelma on 30-60 cm
3. Syyskyntö, kun kasvusto on ruskettunut

Seuraavana keväänä alueelle kylvetään kevätilja

5 Ruokohelpiviljelyksen perustaminen

Ruokohelpi tulisi kylvää Etelä-Suomessa viljan kylvön aikaan tai viimeistään kesäkuun viimeisellä viikolla, pohjoisempana vielä aikaisemmin, jotta kasvusto ehtii kehittyä riittävästi syksyyn mennessä. Ruokohelpi kylvetään vantaiden kautta 12,5 cm:n rivivälillä noin 1 - 2 cm:n syvyyteen. Turvemaat ja kevyet kivennäismaat kannattaa jyrätä ennen kylvöä ja kylvön jälkeen. Kylvömäärä hyväkuntoisella pellolla on vähintään 1000 kpl itäviä siemeniä/m². Kylvön myöhästyessä ja uudismailla kylvömäärä on suurempi 1200 - 1500 itäviä siemeniä/m².

Käytännössä siemenmäärä on 11 - 16 kg/ha, jos siemenen itävyys on 90 % ja 1000 siemenen paino 1 g. Ruokohelven siementä on saatavissa useista siemenliikkeistä, joiden yhteystietoja on liitteessä 1.

Ruokohelpi itää kosteissa oloissa kolmessa viikossa. Se on taimivaiheessa poudanarka, ja varsinkin savimaalla kasvustot ovat ensimmäisenä kesänä aukkoisia. Suojaviljan käyttö hidastaa kehitystä ja pienentää ensimmäistä satoa. Ruokohelven suorakylvö on onnistunut multailla mailla. Viljan sängin äestys edellisenä syksynä on auttanut taimettumista. Ruokohelpeä ei saa niittää kylvövuonna, sillä kasvuston katkaiseminen syyskesällä hidastaa seuraavana vuonna kasvuston kehittymistä huomattavasti.

Pellon pinnan muotoiluun ja kivien yms. poistamiseen ennen kylvöä on kiinnitettävä erityistä huomiota. Ruokohelpi pyritään korjaamaan mahdollisimman lyhyeen sänkeen, ja pellon pinnan epätasaisuudet aiheuttavat vaihtelua leikkuukorkeuteen, mikä lisää korjuutappioita. Kivet, kannot yms. voivat aiheuttaa vaurioita korjuukoneisiin. Niiton yhteydessä kivistä lähtevät kipinät voivat pahimmassa tapauksessa sytyttää kuivan kasvuston tuleen.

6 Kasvinsuojelu

Kasvinsuojelutoimenpiteet ruokohelven viljelyssä rajoittuvat rikkakasvitorjuntaan. Juolavehnan kemiallinen torjunta on tehtävä ehdottomasti kylvöä edeltävänä vuonna. Ruokohelven itäminen ja alkukehitys on hidasta, ja juolavehna saattaa silloin helposti vallata viljelyksen. Ruokohelven taimettumisen jälkeen ilmaantuneet rikkakasvit torjutaan heinän siemenviljelyksille hyväksytyillä rikkakasvien torjunta-aineilla (esim. MCPA-valmisteet), kun ruokohelvessä on 2 - 4 lehteä. Seuraavina vuosina torjuntaa ei yleensä tarvita, sillä ruokohelpi kilpailee tehokkaasti rikkakasvien kanssa. Tuhohyönteisistä on ollut haittaa toistaiseksi vain siementuotannossa, jossa kaskaat ovat ajoittain tuhonneet kehittyviä siemeniä. Mainittavia kasvitauteja ei ole havaittu toistaiseksi. Keväthallat saattavat joskus vikuuttaa kasvamaan lähtenyttä ruokohelpeä hidastaen sen kehitystä.

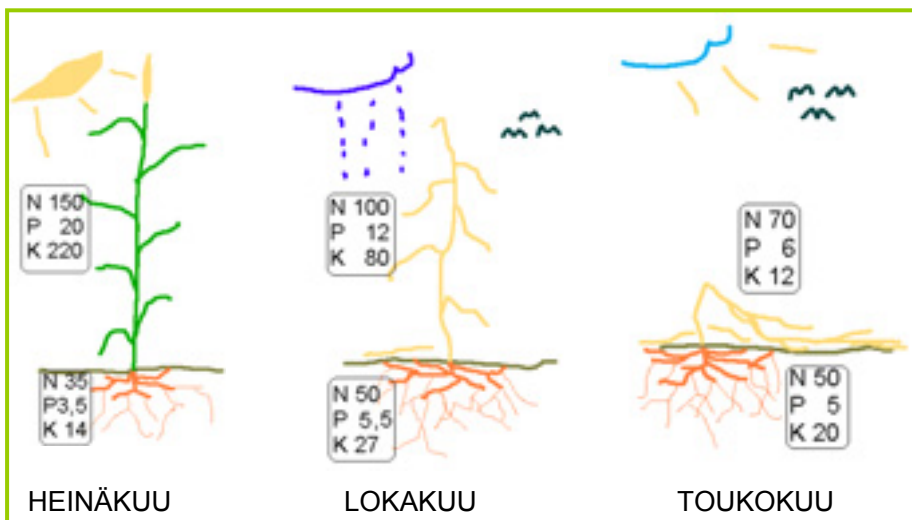
7 Lajikevalinta

Kaikki energia- ja kuitutarkoituksiin kokeillut ruokohelpilajikkeet on jalostettu rehukäyttöön. Nykyisin saatavissa olevat ulkomaiset rehula-

jikkeet menestyvät aina Oulun korkeudelle saakka. Keväällä korjattuna satoisimpia ovat olleet Vantage, Venture, Palaton, Lara ja Pohjois-Suomessa myös Barphal 050. Suurimmat keväällä kokeista korjatut kuiva-ainesadot olivat 11 - 14 t/ha vuodessa. Myös Chiefton lajike on osoittautunut talvenkestäväksi ja satoisaksi virallisissa lajikekokeissa. Kotimaista energia- ja kuitukäyttöön paremmin soveltuvaa lajiketta kehitetään parhaillaan Boreal Kasvinjalostus Oy:n toimesta. Ensimmäistä kotimaista non-food lajiketta odotetaan markkinoille vuoden 2010 tienoilla.

8 Ravinnetaseet

Ravinnetaseselvitykset ovat olleet tukena ruukohelven lannoitus-suositusten teossa. Ravinnetaseissa tarkastellaan lannoitteena annettujen ja sadon mukana poistuvien ravinteiden, kuten typen, fosforin ja kaliumin määriä. Ruukohelpi ottaa juuriensa kautta maasta kasvukauden aikana paljon ravinteita (Kuva 3, heinäkuu). Keväällä korjattu kuloheinäsato sisältää enää pienen osan tästä määrästä.



Kuva 3. Ruukohelven maanpäällisen osan ja juuriston ravinnesisältö (kg/ha) kolmena vuodenaikana, kun maanpäällisen biomassan sadoksi on arvioitu 7 t/ha ja juuriston 4 t/ha. (Kuva: Anneli Partala)

Monivuotisena kasvina ruukohelpi varautuu seuraavaa kasvukautta varten ja siirtää osan ravinteista syksyllä juurakkoon. Sekä maassa liukoisena olevat että lannoitteena annetut ravinteet ovat ruukohelven käytettävissä. Vaikka lannoitus yleensä lisää satoa, on huomattava osa kasvin sisältämistä ravinteista peräisin maan omista ravinnevaroista.

Kokeissa on todettu, että sadon typpimäärästä vain noin 20 % on peräisin käytetystä lannoitteesta. Satotasoa säätelevät siksi pääasiassa maan omat ravinnevarat.

9 Lannoitus

Ruokohelven viljelyä aloitettaessa selvitetään maan ravinnetila viljavuustutkimuksella. Lannoitussuunnitelman teossa otetaan huomioon maan viljavuusanalyysien lisäksi kulloinkin voimassa olevat ympäristötukiehdot ja käytetään tarvittaessa asiantuntijapalveluita. Taulukossa 2 ja 3 annetut lannoitussuositukset on tarkoitettu maille, joissa satota-voite on 6 - 8 t/ha. Osa väkilannoitteiden ravinteista voidaan korvata myös puun tuhalla, mutta tällöin tuhkan ravinnekoostumus on oltava selvillä. Erityisesti raskasmetallien joutumista peltomaahan on varottava. Kuivike- ja lietelanta, turkiseläinten lanta sekä muut orgaaniset lannoitteet soveltunevat myös lannoitteiksi. Kokeissa niiden vaikutusta ei kuitenkaan ole testattu. Jos sadosta saatava hinta on alhainen, on sadonlisän oltava suhteellisen korkea, jotta lannoituskustannukset kate-taan. Siksi varsinkin väkilannoitteiden käytössä maltti on valttia.

9.1 Perustamisvuoden lannoitus

Ruokohelven hitaan kasvuun lähden johdosta kylvövuoden typpilannoitukseksi riittää 40-60 kg/ha (Taulukko 2). Koska perustamisvuonna lannoitteet voidaan sijoittaa maahan, on fosforin antaminen varastolannoitteena mahdollista (Taulukko 3). Kaliumlannoitus tehdään viljavuusluokituksen perusteella. Viljelylohko kannattaa perustamisvaiheessa myös kalkita, jos sitä ei ole tehty muutamaan vuoteen.

Eloperäisiä lannoitteita, kuten kotieläinten lantoja voidaan käyttää ruokohelven viljelyssä. Niitä voidaan tarvittaessa helposti täydentää väkilannoitteilla. Lantoja on teknisesti helpointa käyttää ruokohelpiviljelmää perustettaessa, jolloin lannan sisältämät ravinteet saadaan mullattua maahan, ja niiden hyväksikäyttö on myös tehokkaampaa. Ruokohelpi kykenee hyödyntämään lannan ravinteita vielä seuraavinakin satovuosina. Varastolannoitusmahdollisuutta kannattaa hyödyntää etenkin fosforin osalta. Se sitoutuu maahan turvemaita lukuun ottamatta hyvin, jolloin se ei ole myöskään huuhtoutumiselle tai muille häviöille alttiina. Ympäristötukiehtojen mukaan fosforilannoitus voidaan tasata neljän vuoden aikana.

Lannoitussuunnitelmaa varten teetetään käytettävästä karjanlannasta ravinneanalyysi, jota käytetään suunnittelun pohjana. Lannoituksen suunnittelemisessa on huomioitava ympäristötukiehtojen lisäksi myös kaikkea viljelyä koskeva EU:n nitraattidirektiivi, jonka mukaan karjanlannan mukana hehtaarille tullut kokonaistypin määrä voi olla korkeintaan 170 kg vuodessa. Nitraattidirektiivin mukaan myös kaikesta käytetystä lannasta on tehtävä typpianalyysi.

Ruokohelpi ei perustamisvuonna vaadi voimakasta typpilannoitusta, joten kuivikelanta tai komposti on oivallinen perustamislannoite. Kuivikelannoissa on runsaasti fosforia, kohtalaisesti kaliumia ja melko vähän liukoista typpeä suhteessa kokonaistypin määrään. Fosforia pyritään antamaan kuivikelannoilla ja kompostilla mahdollisimman paljon varastoon, jolloin useina seuraavina satovuosina voidaan käyttää pelkkää typpilannoitetta, joka on väkilannoitteista selvästi halvin vaihtoehto.

9.2 Satovuosien lannoitus

Typpilannoitusta lisätään perustamisvuoden määrästä eli kivennäismailla suositus on 80 - 90 kg/ha (Taulukko 2). Multamailla orgaanisesta aineksesta vapautuu kasvukaudella runsaasti typpeä, joten noin 60 kg/ha on riittävä määrä. Fosforin osalta tyydyttävässä viljavuusluokassa 10 kg/ha ja kaliumin osalta 30 kg/ha ovat suositeltavia määriä (Taulukko 3). Lannoituksen voi jättää joinakin vuosina kokonaan tekemättä, mutta silloin on syytä lisätä lannoitusta muina vuosina. Hyvässä kasvukunnossa olevan nurmen satomäärä ei lannoituksen puuttumisen vuoksi välttämättä laske, koska ruokohelpi voi siirtää juurakkonsa avulla osan edellisen vuoden ravinteista seuraavan vuoden kasvuun. Rehevissä kasvustoissa kannattaa käyttää pienempiä typpilannoitusmääriä, sillä lakoontuminen pienentää satotasoa liian rehevissä kasvustoissa.

Lietelantoja voidaan käyttää ruokohelven lannoitukseen sekä viljelmän perustamisen yhteydessä että satovuosina. Virtsassa liukoisen typen osuus kokonaistypin määrästä on suurin ja vastaavasti fosforipitoisuus on matala muihin lantalajeihin verrattuna. Kaliumia on varsinkin nautaan virtsassa runsaasti. Virtsoja ei juurikaan kannata käyttää monivuotisen kasvuston perustamisen yhteydessä, mutta satovuosina ne ovat erinomaisia lannoitteita.

Käytettäessä virtsaa tai lietelantaa satovuosina ruokohelven lannoitukseen paras levitysväline on letkulevittimellä varustettu lietevaunu, jolla levitystasaisuus on parempi kuin hajotinlevyllä. Maan pintaan sängen tai lyhyen kasvuston sisään johdetusta virtsasta tai lietelannasta tapahtuva typen kaasumainen hävikki jää myös selvästi vähäisemmäksi kuin hajotinlevyä käytettäessä. Kuivikelantojen ja kompostien lannoitusvaikutus satovuosina ruokohelpikasvuston pintaan levitettynä on verrattain heikko. Ravinteet ovat pintalevityksessä myös alttiina huuhtoutumiselle.

Taulukko 2. Ruokohelven typpilannoitus (kg/ha) kylvö- ja satovuosina eri maalajeilla.

Maalaji	Etelä- ja Keski-Suomi		Pohjois-Suomi	
	Kylvövuosi	Satovuosi	Kylvövuosi	Satovuosi
Savi- ja hiesumaat	60	90	60	80
Karkeat kivennäismaat	60	80	50	80
Eloperäiset maat	40	60	40	60

Taulukko 3. Fosfori- ja kaliumlannoitus (kg/ha) eri viljavuusluokissa kylvö- ja satovuosina.

Viljavuusluokka	Fosfori kg/ha		Kalium kg/ha	
	Kylvövuosi	Satovuosi	Kylvövuosi	Satovuosi
Huono	50	30	90	60
Huononlainen	40	20	75	50
Välttävä	30	15	55	40
Tyydyttävä	20	10	40	30
Hyvä	10	5	20	20
Korkea	0	0	10	10
Arveluttavan korkea	0	0	0	0

9.3 Suopohjan kalkitus ja lannoitus

Turvetuotannosta poistuneet suopohjat ovat hyvin happamia ja ravinneköyhiä kasvualustoja, joten niiden lannoitus ja kalkitus on välttämätöntä. Nurmikasvien viljelyssä sietorajana happamuudelle pidetään pH-arvoa 5,4, mutta ruokohelpi muiden viljelykasvien tavoin hyötyy kor-

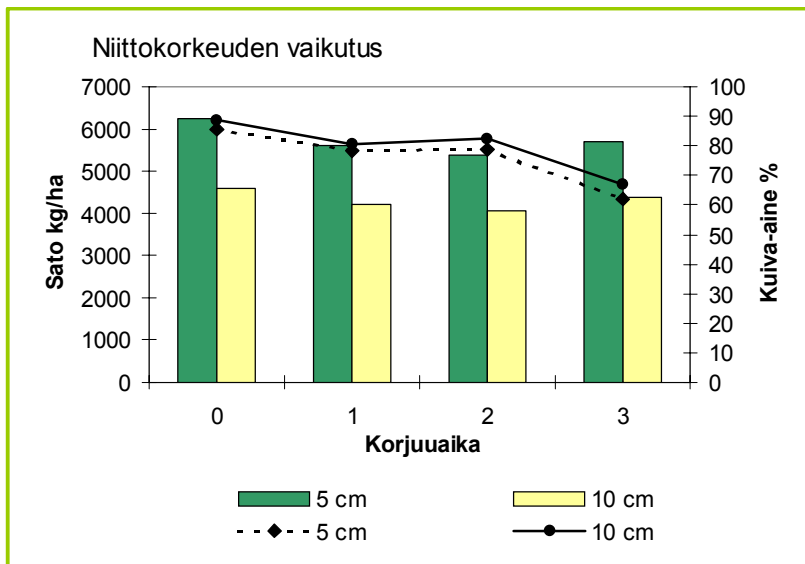
keammasta pH:sta. Ruokohelven viljelyn kannalta olisi eduksi, jos turpeenoton jäljiltä turvetta jäisi ainakin 10 - 20 cm:n kerros viljelyalustaksi. Kalkitukseen voidaan käyttää perinteisten kalkkikivijauheiden lisäksi myös terästeollisuudessa syntyviä kuonia ja puun tuhkaa. Puun tuhka on osoittautunut tehokkaaksi kalkitusaineeksi. Sen sisältämillä ravinteilla, lähinnä fosforilla ja kaliumilla, voidaan osittain korvata muuta lannoitusta näiden ravinteiden osalta.

Varastolannoitusta ei fosforin ja kaliumin osalta kannata tehdä turvemaiden heikon ravinteiden pidätyskyvyn vuoksi. Perustamisvaiheessa fosforin käyttömääräksi riittää 50 kg/ha ja satovuosina 30 kg/ha. Myöhemmin voidaan fosforilannoituksen vuotuista määrää edelleen laskea. Kaliumlannoitus kannattaa tehdä vuosittain. Kaliumin vuotuiseksi käyttömääräksi satovuosina riittää 60 kg/ha. Tyypeä ei kannata käyttää yli 60 kg/ha vuodessa, koska turpeen orgaanisesta aineksestä vapautuu kasvukauden aikana tyypeä.

10 Korjuu

Ruokohelven korjuu on parasta aloittaa aikaisin keväällä heti, kun pelto kantaa koneita. Tällöin saadaan eniten satoa, jonka kuivaainepitoisuus on jopa 90 %. Jos korjuu myöhästyy 2 - 3 viikkoa, sato pienenee. Kun vihreiden versojen pituus on yli 20 cm, ja ne ovat selvästi pitempiä kuin korjattava kasvusto, sadon kosteus lisääntyy ja kuivaus on tarpeen. Ruokohelpeä on korjattu turvemaidella hyvällä menestyksellä myös maan ollessa roudassa. Kasvuston pitää tällöin olla kuitenkin kuivaa ja lumetonta. Korjaamalla ruokohelppi matalaan sänkeen saadaan suurin sato (Kuva 4). Leikkuukorkeuden nostaminen 5 cm:stä 10 cm:iin aiheutti noin 25 %:n sadon menetyksen.

Ruokohelppi voidaan korjata paalaamalla pyörö- tai suurkanttipaalainta käyttäen tai irtokorjuuna tarkkuussilppuria käyttäen. Korjuun työvaiheina ovat kasvuston niitto, paalaaminen tai silppuaminen perävauvuun ja kuljetus lohko kohtaiseen varastoon tai suurempaan keskusvarastoon.



Kuva 4. Niittokorkeuden (5 cm ja 10 cm) vaikutus ruokohelven kuiva-ainesatoon (pylväät) ja kuiva-ainepitoisuuteen (viivat). Korjuuaika viikkoina ensimmäisestä mahdollisesta korjuupäivästä (=0). Jokioinen, savimaa 1994-1998.

10.1 Paalaus

Ruokohelven paalauskorjuun vaiheita ovat kasvuston niitto, paalaus, paalien kuljetus aumalle erillisellä traktorilla, kuormajalla tai traktori-perävaunu -yhdistelmällä. Ruokohelppi paalataan joko pyöröpaalainta tai suurkanttipaalainta käyttäen. Uusissa paalaimissa on mahdollista käyttää silppuavia vastateriä. Korjuukokeissa vastaterät lisäsivät kuitenkin merkittävästi korjuutappioita, ja samalla paalin tiheys ei kasvanut kuten olisi oletettu. Tulokset olivat parempia paalattaessa ilman vastateriä. Suomessa pyöröpaalaimia on käytössä paljon. Se on urakoitsijoiden suosima karkearehun korjuukone. Muuttuvakammioista pyöröpaalainta käytettäessä paalien tiheys on ollut suurempi ja korjuutappiot hieman pienempiä kuin kiinteäkammioisella paalaimella.

Suurkanttipaalaimia on maassamme vähän, mutta niiden käyttö tulee yleistymään. Suurkanttipaalaimen paali on suorakaiteen muotoinen; sen leveys ja korkeus riippuvat paalinmerkistä ja -mallista. Paali on yleensä säädettävissä noin 1,2 - 2,5 metrin pituiseksi. Kanttipaalien tiheys on huomattavasti pyöröpaaleja suurempi, ja paalit ovat kuljetuksessa tilankäytön kannalta hyvänmallisia. Suurkanttipaalain on raskas ja kallis, ja paalaimen kustannusten kuolettaminen edellyttääkin sen käyttöä urakointiin. Paalien sidontaan käytettävän narun materiaali

(muovi/sisal) riippuu polttolaitoksesta, ja se mainitaan yleensä viljelijän ja polttolaitoksen välisessä viljelysopimuksessa.

Pyöröpaalien ja suurkanttipaalien käsittelyyn käytetään normaaleja maataloudessa paalien käsittelyyn tarkoitettuja laitteita kuten paalipiikkejä ja -kouria sekä etukuormaajalla varustettua traktoria. Paalipiikit ja -kourat voidaan kytkeä myös kurottajaan. Pyörö- ja suurkanttipaalien kuormaukseen, kuljetukseen ja tyhjennykseen on myös suunniteltu ja valmistettu erityisiä paalivaunuja. Urakointimaisessa toiminnassa ja pitkillä kuljetusmatkoilla paalivaunun käyttö on järkevää, kun kuormakokoja voidaan lisätä merkittävästi metsäperävaunuun verrattuna, ja paalit voidaan tarvittaessa kuljettaa viljelmäkohtaista suurempiin keskusvarastoihin.

10.2 Irtokorjuu silpuksi

Kun ruokohelpi korjataan irtokorjuumenetelmällä suoraan silpuksi, saadaan valmista polttoainetta seostettavaksi pääpolttoaineisiin, kuten turpeeseen ja hakkeeseen. Kun silppuaminen on tehty jo korjuun yhteydessä, voidaan seostaminen muihin polttoaineisiin tehdä periaatteessa missä tahansa varastointi-toimitus -ketjun vaiheessa tai vasta käyttölaitoksella.

Irtokorjuun työvaiheita ovat kasvuston niitto, silppuaminen perävaunuun (Kuva 5) ja kuljetus aumavarastoon silppuri-perävaunuyksiköllä. Silppuaminen karholta voidaan tehdä tarkkuussilppurilla, jolla saadaan riittävän lyhyttä silppua seospolttoainekäyttöön. Työvaihetta voidaan tehostaa suorittamalla silppuaminen yhdistelmäkarholta. Niittokarhoja yhdistetään joko leveällä karhottimella tai joskus kytkemällä silppuamis-lähikuljetusyksikön vetotraktoriin etukarhotin, joka yhdistää kaksi niittokarhoa.

Karhottaminen voi aiheuttaa korjuutappioita, joten sitä tulisi tehdä vain järeitä tarkkuussilppureita käytettäessä, jos täyden silppuamiskapasiteetin käyttö nostaa ajonopeuksia liian korkeiksi. Kahden perävaunun käyttö lisää tuotannon kapasiteettia ja on kannattavaa varsinkin urakointimaisessa toiminnassa, jos ajomatkat ovat pitkiä. Korjuutappioiden pienentämiseksi tulisi perävaunun laidat tiivistää, jotta helpeä ei tipu laitojen välistä.



Kuva 5. Ruukohelven korjuuta toukokuussa 1997 tarkkuussilppurilla etukarhottimen tekemältä yhdistelmäkarholta. Korjuualue on turvetuotannosta pois jääneellä alueella Vapo Oy:n Hirvinevalla (Lindh ym. 2001). (Kuva: VTT Energia)

10.3 Varastointi

Ruukohelpipaalien käsittely pitää varastoitaessa olla rationaalista, yksinkertaista ja tehokasta, sillä kevät on tiloilla muutenkin kiireistä aikaa. Koska paalien tilantarve on suuri, paalit kannattaa varastoida ulkoamaan. Pyöröpaalien tilavarastointi onnistuu peitetyssä pilariau-massa tai vaakasuuntaan ladotuissa peitetyissä kasoissa, jotka eristetään maasta esim. trukkilavoilla. Mikäli tilalla on ylimääräistä katettua varastotilaa, kannattaa se luonnollisesti hyödyntää. Kanttpaalit varastoidaan suorakaiteen mallisiin peitettyihin kasoihin. Irtokorjattu ruukohelpisilppu varastoidaan korjuualueen läheisyyteen aumoihin, jotka tiivistetään ja peitetään säilörehuauman tavoin.

10.4 Korjuutappiot

Ruukohelven korjuutappiot vaihtelivat kevätkorjuukokeissa 20 - 30 %:iin kuiva-ainesadosta, kun sato niitettiin niittomurskaimella ja korjattiin pyöröpaalaimella. Niittomurskaimen leikkuukorkeuden ja murskainosan oikeilla säädöillä pystytään vähentämään merkittävästi niitos-

ta aiheutuvia korjuutappioita. Vertailuna olleen irtokorjuumenetelmän kuiva-ainetappiot olivat selvästi pienempiä kuin paalausmenetelmien.

Lautasniittokone aiheuttaa vähemmän korjuutappioita kuin niittomurskain, jos ei ole tarvetta kaventaa karhoa korjuukoneeseen sopivaksi. Niittomurskaimen säätämiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota korjuutappioiden pitämiseksi kohtuullisina. Niittomurskaimen murskainosan kierrosluku tulisi säätää mahdollisimman pieneksi (Myllylä & Myllylä 2000). Kierrosluku säädetään murskaimen voimansiirron välityksiä muuttamalla konemallista riippuen joko hihnapyörien järjestyksestä tai hammasrattaita muuttaen. Murskain tulisi säätää mahdollisimman väljäksi. Niittomurskaimen vastapelti tai vastakampa pitää ottaa pois tai säätää niin, että murskausteho on mahdollisimman pieni. Terän kohtauskulma maahan nähden säädetään jyrkemmäksi, ei kuitenkaan koneen rikkoutumisen kustannuksella. Jos mahdollista käytetään terälappuja, jotka aiheuttavat ylöspäin suuntautuvan ilmavirran, esimerkiksi kierreterä (Myllylä & Myllylä 2000). Korjuutappioita voidaan pienentää myös niittämällä vastalakoon, mikäli työn tuottavuus ei siitä liiaksi kärsi. Vastalakoon niitto jättää lyhyemmän sängen kuin myötälakoon niittoon.

Pyöröpaalien sidonnassa verkon käyttö vähentää sidontavaiheen korjuutappioita. Tappioita voidaan myös vähentää paalaimen oikeilla säädöillä ja kohtuullisella ajonopeudella. Silppuavien vastaterien käyttäminen on lisännyt korjuutappioita jopa 25 %. Tavoitteena pidetään alle 15 %:n kuiva-ainetappioita sadosta. Satotappioita syntyy joka tapauksessa aina jonkin verran, jos heinän kosteus on vain 10 %.

11 Sadon käyttö

Keväällä korjatun ruokohelven polttoaineominaisuudet ovat paremmat kuin syyskorjatun, joka soveltuu huonosti energiakäyttöön osaksi kosteuden ja osaksi haitallisten alkuaineiden vuoksi. Nykyiset kattilat on mitoitettu polttoaineille, joiden kosteus on vähintään 40-50 %. Kevätkorjattu ruokohelpi soveltuu nykyisissä laitoksissa seospolttoon silloin, kun kattilaa ei kuormiteta täydellä teholla. Ruokohelpisilpun pitää olla tasalaatuista ja pituudeltaan alle 4 cm. Yksinään käytettynä ruokohelpi, jonka kosteus on tyypillisesti noin 10-20 %, palaa nopeasti kehittäen korkean lämpötilan. Lisäksi muihin kiinteisiin polttoaineisiin verrattuna helpisilppu on hyvin kevyttä; kuutiometri silppua painaa vain 60-70 kg. Poikkeavien ominaisuuksiensa takia ruokohelpi on sekoitettava pääpolttoaineeseen huolella, koska seoksen tasaisuus vaikuttaa olen-

naisesti polttoaineen käytettävyyteen. Ruukohelven osuus polttoaineseoksen energiasisällöstä voi olla noin 10 %:ia. Mahdolliseen ruukohelven energiaosuuteen vaikuttaa olennaisesti laitoksen polttoaineen varasto- ja käsittelyjärjestelmän laiteratkaisut. Ruukohelpipolttainetta voidaan jalostaa pelleteiksi, briketeiksi, ja sen polttoa on kokeiltu myös jauhemaisena (Olsson 1996, Burvall 1997). Raaka-aineen on tällöin oltava erittäin kuivaa ja silpun lyhyttä. Keväällä korjattu ruukohelpi soveltuu myös hienopaperin lyhytkuituiseksi raaka-aineeksi samaan tapaan kuin koivu.

12 Siementuotanto

Ruukohelven siementuotanto on osoittautunut melko ongelmalliseksi. Siemenet (Kuva 6) tuleentuvat röyhyssä epätasaisesti ja tuleennuttuaan varisevat helposti. Tuleentumisen epätasaisuus vaikeuttaa oikean korjuuajankohdan määrittämistä, ja siemensato jää usein pieneksi ja siemenen itävyys heikoksi.

Ruukohelven Palaton -lajikkeen keskimääräinen siemensato (kokeissa 86 - 304 kg/ha) on parhaimpinakin satovuosina pienempi kuin muilla pienisiemenisillä nurmikasveilla Suomessa. Palatonin siementuotantominaisuuksien vaihtelu on suurta vuodesta ja korjuuajasta riippuen. Siemensato, tuhannen siemenen paino ja itävyys ovat korkeimmat ensimmäisenä ja toisena satovuonna. Palatonin optimaalinen korjuuajankohta on tällöin 15 päivää kukinnan päättymisestä. Siemensadon puinti ensimmäisenä vuonna perustamisen jälkeen vähentää siemensadon määrää seuraavana vuonna. Siemensadon määrä saattaa myös nopeasti laskea kolmantena ja neljäntenä satovuonna.

Sertifioidun siemenen tuotannossa ruukohelven itävyyden tulisi olla vähintään 75 % ja puhtauden 96 %. Optimaalinen korjuuajankohta on siten kompromissi siemensadon, siementen varisemisen, tuhannen siemenen painon ja itävyyden välillä. Ruukohelven siementuotanto on Suomessa mahdollista, mutta siementuotannon tekniikasta (siemenviljelyn perustaminen, korjuu ja käsittely, talvehtiminen, satovuosien lukumäärä) tarvitaan lisää tietoa.



Kuva 6. Ruukohelven siemen on pientä ja varisee herkästi. (Kuva: Magnus Scharmanoff/MTT:n arkisto)

13 Viljelyn lopettaminen

Ruukohelpikasvusto voidaan hävittää kemiallisesti tai mekaanisesti. Jos kasvusto halutaan hävittää kemiallisesti, kasvusto korjataan kesällä käyttötarkoituksesta riippuen ennen tähkälle tuloa tai täysimittaisena heinäkuussa. Kun odelma on 30-60 cm pitkä, se ruiskutetaan glyfosaatilla, jonka käyttömäärä ja tapa on sama kuin juolavehnan torjunnassa. Kasvusto kynnetään myöhään syksyllä. Kevätkylvöisen kasvin esim. kauran tai ohran viljely ja hyvin onnistunut syyskyntö vähintään kahtena vuonna ruukohelven viljelyn lopettamisen jälkeen varmistavat, että ruukohelpi ei jää rikkakasviksi pelloille. Pellavaa ei suositella lohkolle seuraavana vuonna (Kuva 7). Myöskään syysvilja ei kilpaile kyltin tehokkaasti ruukohelven kanssa.

Ruukohelpi voidaan hävittää myös mekaanisesti ilman torjunta-aineita, mutta silloin sen häviäminen on hitaampaa. Ruukohelpi korjataan myöhään syksyllä ja alue kynnetään. Kolmena seuraavana vuonna viljellään yksivuotisia kasveja, ja alue kynnetään vuosittain syksyllä. Avokesannointi ja kevytmuokkaus eivät ole tehokkaita keinoja ruukohelven hävittämiseen. Ruukohelven siemenet säilyvät maassa itämiskykyisinä ainakin 3 vuotta. Siemenistä viljakasvustoon kehittyvät taimet ovat kuitenkin hentoja ja tuhoutuvat syyskynnössä.



Kuva 7. Ruokohelven jälkeen pellava ei ole riittävän kilpailukykyinen kasvi. (Kuva: Katri Pahkala)

14 Ruokohelven viljelykustannukset

Ruokohelven pitkä, jopa yli kymmenen vuotta kestävä kasvuston kiero ja maltillinen lannoitus, pitävät ruokohelven muuttuvat viljelykustannukset kohtuullisina. Eniten kustannuksia aiheutuu korjuusta. Konekustannukset ovatkin lähes 25 prosenttia ruokohelven viljelyn kokonaiskustannuksista.

Ruokohelpikasvusto korjataan non-food tarkoituksiin keväällä, jolloin ei tarvita kuivatusta. Kevätkorjuussa ruokohelpi paalataan tai korjataan irtosilppuna. Normaalilla paalausketjulla (niittomurskain 3,2 m, pyöröpaalain, etukuormain ja paalipiikit), jolla vuosittaista käyttöä on kohtuullisesti (esim. paalajalla yli 200 h/vuosi) korjuukustannus on n. 110 €/ha. Irtokorjuussa korjuukustannukset vaihtelevat 84 – 100 €/ha riippuen koneketjusta. Ruokohelven viljelyn vaatima työmäärä hehtaaria kohden (5,19 h/ha) on reilusti alle puolet viljan vaatimasta työmäärästä. Liitteissä 2 – 4 on esitetty Työteho-seuran ja MTT:n laatimat ruokohelven tuotantokustannuslaskelmat sekä paalikorjuussa että irtokorjuuta käytettäessä.

Ruokohelpi pärjää hyvin kannattavuusvertailussa rehuohran viljelyn kanssa. Liitteissä 2 ja 3 esitetyssä kannattavuuslaskelmassa ruokohelven hintana on käytetty ns. pellonreunahintaa pyöröpaaleihin korjatulle sadolle. Pellonreunahinnalla tarkoitetaan viljelijän saamaa hintaa ilman kuljetus- ja silputuskustannuksia. Laskelmassa ruokohelven hinnassa on myös mukana CO₂-päästökauppalisä. Vuoden 2006 kustannusver-

tailussa on näkyvässä myös mahdollinen sähköntuotannon tuesta ruokohelvelle tuleva lisähinta.

Ruokohelven lopullinen tuottajahinta vaihtelee huomattavasti. Viljelijän saamaan hintaan vaikuttaa eniten kuljetusetäisyys loppukäyttöpaikkaan, pitkän kuljetusmatkan aiheuttamat kulut alentavat hintaa. Voimalaitosten välillä on myös eroja valmiudessa käsitellä paalattua ruokohelpeä. Mikäli laitoksella pystytään toteuttamaan ruokohelven silppuaminen polttoa varten pienin kustannuksin, myös viljelijälle maksettava hinta on korkeampi. Ruokohelven laadulla on myös merkitystä, parhaimman hinnan saamiseksi korjatun sadon kosteuden pitäisi olla alle 17 %. Myös paalien koko ja mahdollisesti myös tyyppi (pyöröpaali/suurkanttipaali) vaikuttavat hintaan polttolaitoksesta ja ostajasta riippuen.

Lyhyemmillä kuljetusetäisyyksillä on ruokohelven kuljettaminen myös silppuna mahdollista. Tällöin ruokohelvestä saatava hinta on korkeampi kuin paalattuna toimitetusta. Silppu on hienojakoista, mutta toisaalta irtosilpun aumaaminen on tehtävä huolella. Silputusta ruokohelvestä polttolaitokselta saatava hinta on lähellä turpeen hintaa. Turpeen hinta sähköntuotannossa on tällä hetkellä 8,5 €/MWh. Kun ruokohelven energiasisältö on 4,5 MWh/t, ruokohelven hinnaksi muodostuu 38 €/t (3,8 snt/kg kuiva-ainetta) polttolaitoksella. Keskimääräisen puupolttoaineen hinta vaihtelee välillä 4 - 10 €/MWh, joten puuhun verrattaessa ruokohelven hinnaksi tulisi 18 - 45 €/t (1,8 - 4,5 snt/kg kuiva-ainetta).

Irtokorjuun tai paalauksen valinnalle ei ole yksikäsitteistä vastausta, koska toiminta pienien volyymien vuoksi on vielä vakiintumatonta. Irtosilppukin joudutaan sekoittamaan polttoaineeseen huolellisesti ja paalien murskaukseen ei ole löydetty täysin teknisesti ja taloudellisesti toimivaa ratkaisua. Mikäli silppu voidaan sekoittaa esim. turpeeseen, on silpun kuljetus kannattavaa pidemmilläkin matkoilla.

Tuet huomioon ottaen ruokohelven viljely on kannattavampaa kuin rehuohran viljely (Liite 3 ja 5). Lisäksi ruokohelven viljelyssä säästetään työaikaa. Ruokohelven monivuotisuudesta johtuen työajan säästöllä on merkittävä vaikutus kannattavuuteen.

15 Viljelyn ympäristövaikutukset

Huhtoutuvien ravinteiden määrä on tärkeä viljelyn ympäristövaikutusten mittari. Ruokohelven viljelyn ympäristö-vaikutusten merkitys korostuu, jos ruokohelven viljelyala laajenee huomattavasti. Biomassaviljelyssä ruokohelven korjuuajankohta (kevät) ja pitkä kasvipeitteisyysaika (10 - 12 vuotta) edistävät tehokkaan ravinteiden kierrätyksen kasvin ja maan välillä. Toisaalta kyntämätön, juuriston valtaama maa suojaa ja kuohkeuttaa pintamaata. Nämä tekijät yhdessä alhaisen lannoitustarpeen kanssa pienentävät ravinteiden huhtoutumisriskiä ruokohelpinurmelta.

Ruokohelpinurmen ravinnehuhtoutumista on verrattu rehunurmen ravinnehuhtoutumien määrään. Nelivuotisessa kokeessa vuotuinen typpilannoitus ruokohelvelle oli 64 kg/ha ja 160 kg/ha rehunurmelle. Ruokohelpinurmi torjui tehokkaasti typen huhtoutumista koekentän saraturvemaasta. Huhtoutumiskenttäkokeen tulosten perusteella voidaan arvioida, että kymmenessä vuodessa liukoista typpeä huhtoutuu 40 % vähemmän ja liukoista fosforia noin 20 % vähemmän kuin suositusten mukaisesti lannoitetusta rehunurmesta (Partala & Turtola 2000).

16 Kirjallisuus

- Aalto, M. 2005. Ruokohelvestä energiaa. MTT:n tutkimustietokanta Tuike. <http://www.mtt.fi/tutkimus/projektit/projektit.html>
- Burvall, J. 1997. Rörflen som bränsleråvara. Fakta Teknik. Nr 1 1997. SLU Publikationstjänst. 4 s.
- Burvall, J. & Hedman, B. 1994. Bränslekaraktärisering av rörflen – resultat från första och andra års vallar. Röbbäcksdalen meddelar. SLU Rapport 5:1994. 27 s.
- Koskimies, H & Uola, J. 2001. Esiselvitys. Ruokohelven viljely energiaksi Etelä-Pohjanmaalla, Keski-Pohjanmaalla ja Pohjanmaalla. Seinäjoki: Etelä-Pohjanmaan Maaseutukeskus. 12 s. + 3 liitettä.
- Landström, S. 2000. Slutrapport för P10976-2. Säkerställande av pågående rörflen försök. SLU. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. 9 s.
- Lindh, T., Sahramaa, M., Hakkarainen, J., Mikkonen, T. & Selin, P. 2001. Peltobiomassojen tuotanto ja käyttö seospolttoaineeksi. Bioenergia Suomessa Finbio 1991 – 2001. Julkaisu 21. Jyväskylä: Finbio. s. 173 – 181.
- Myllylä, K. & Myllylä, M. 2000. Peltosellutehtaan raaka-ainehuolto. Ruokohelpi-hankkeen loppuraportti. Oulu: EMOTR. Peltosellu Oy. 76 s.

- Olsson, R. 1996. Rörflen som energigröda. Ruokohelppi ja pelletit energian tuotannossa. ALTENER- seminaari, Korsholm skolor, Vaasa, 26.7.1996. 4 s.
- Paavilainen, L., Tulppala, J., Finell, M. & Rehnberg, O.1999. Reed canary grass pulp produced on mill scale. Proceedings of TAPPI Pulping Conference 1999. Orlando, FL, USA. Vol. 1. s. 335-341.
- Paavilainen, L., Tulppala, J., Varhimo, A., Ranua, M. & Pere, J. 1996. Agrokuidun tuotanto ja käyttö Suomessa. Tutkimuksen loppuraportti, IV osa. Ruokohelpisulfaattimassa hienopaperin raaka-aineena. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 6. Jokiainen: Maatalouden tutkimuskeskus. 57 s.
- Partala, A. & Turtola, E. 2000. Biomassanurmi estää tehokkaasti typen huuhtoutumista. Koetoiminta ja käytäntö 57, 6 (24.10.2000): 6.

17 Liitteet

Liite1

Taulukko 1. Ruokohelven siementä toimittavat siemenliikkeet

Agrimarket-ketjun myymälät

Naturcom Oy
Koskenkankaantie 325
92400 RUUKKI
Puhelin 08 - 2707200
Telefax 08 - 2707211
Sähköposti: naturcom@naturcom.fi

Peltosellu Oy
Kirkkokatu 2 A 29
90100 Oulu
Puhelin 08 – 373281

Tilasiemen Oy
Jokelantie 346
05430 Nuppulinna
Puhelin 09 - 281 577
Telefax 09 - 279 3445
Sähköposti: Tilasiemen@Tilasiemen.fi

Suorat yhteydet lajikkeiden ylläpitäjiin/toimittajiin ulkomailla:

Palaton: Peterson Seed Co. Inc.
Box 346, Savage
Minnesota 55378, USA

Vantage, Venture:
Iowa Agricultural Experiment Station
Ames
Iowa 50011, USA

Lara: Löken Agricultural Research Station
2942 Volbu, Norge

Rival:
University of Manitoba, Plant Science Department,
Winnipeg MB, Manitoba,
R3T 2N2, Canada

Liite 2

Taulukko 1. Keväällä karjatilatason pyöröpaalaimella korjatun ruokohelven tuotanto-kustannuslaskelma. (Työtehoseura)

	Määrä	a'EUR	EUR/ha	Satovuotta kohti			
				EUR/ha	EUR/t	% h/ha	h/t
Perustaminen	1 krt/kierto						
Ruiskutus ennen viljelyn aloittamista			8,77	0,88	0,15	0,16	
Glyfosaatti	4	4,51	18,04	1,80	0,30	0,32	
Siemenet, kg	12	5,5	66,0	6,6	1,10	1,18	
Lannoitteet, Syysviljan Y 1 (13-7-13)	300	0,24	72	7,2	1,2	1,29	
Herbisidi, Hormo MCPA	1,5	6	9	0,9	0,15	0,16	
Koneet, h	3,37		104,91	10,49	1,75	1,88	0,37
Ihmistyö, h	4,85	8,06	39,09	3,91	0,65	0,70	0,54
Perustaminen yht,			317,81	31,78	4,85	5,68	
Viljelyn lopettaminen							
Ruiskutus			8,77	0,88	0,15	0,16	
Glyfosaatti	4	4,51	18,04	1,80	0,30	0,32	
Viljelyn lopettaminen yht.			26,81	2,68	0,45	0,48	
Hoito	9 krt/kierto						
Lannoitteet, Kevätviljan Y 3 (20-3-8)	325	0,22	71,5	71,5	11,92	12,82	
Koneet, h	0,22		15,63	15,63	2,61	2,80	0,22
Ihmistyö, h	0,34	8,06	2,74	2,74	0,46	0,49	0,34
Hoito yht,			89,87	89,87	14,98	16,06	
Korjuu	9 krt/kierto						
Verkko, 2,5 m/paali	23	0,75	17,25	17,25	2,88	3,098	
Varastointimuovi, m	3	3,6	10,8	10,8	1,8	1,94	
Koneet, h	1,57		109,09	109,09	18,18	19,56	1,57
Ihmistyö, h	4,31	8,06	34,74	34,74	5,79	6,231	4,31
Korjuu yht.			171,88	171,88	28,65	30,72	
Pellon korko	2500	0,05	125	138,89	23,15	24,82	
Salaojituksen kustannukset			112	124,44	20,74	22,24	
Kustannukset yht.			559,55	92,81	100,00		
Koneet yhteensä				135,21	22,54	24,16	2,16
Ihmistyö yhteensä				41,39	6,9	7,40	5,19

- hinnat ovat arvonlisäverottomia
- satotasoksi on oletettu 6000 kg ka

Liite 3

Taulukko 1. Ruukohelven ja rehuohran viljelyn kannattavuusvertailu vuonna 2004 ja 2006 C2-tukialueella.

Ruukohelven ja rehuviljan viljelyn kannattavuus vuonna 2004

Ruukohelpi C2-tukialueella (satotaso 6 tonnia kuiva-ainetta/ha)	
<i>Kulut:</i>	€/ha
muuttuvat kustannukset*	246
työkustannus	23
kiinteät konekustannukset	28
viljelymaan pääomakustannus [□]	263
Kulut yhteensä	560

Rehuohra C2-tukialueella# (satotaso 4 tn/ha)	
<i>Kulut:</i>	€/ha
muuttuvat kustannukset*	335
työkustannus	147
kiinteät konekustannukset	501
viljelymaan pääomakustannus [□]	217
kulut yhteensä	1200

<i>Tuotot:</i>	
sadon myyntihinta**	102
tuot (M-käyttö, kasvinviljelytila)	406
tuotot yhteensä	508

<i>Tuotot:</i>	
sadon myyntihinta (110 €/tn)	440
tuot	561
tuotot yhteensä	1001

Taloudellinen tulos	-52
----------------------------	------------

Taloudellinen tulos	-199
----------------------------	-------------

Ruukohelven ja rehuviljan viljelyn kannattavuus vuonna 2006

Ruukohelpi C2-tukialueella (satotaso 6 tonnia kuiva-ainetta/ha)	
<i>Kulut:</i>	€/ha
muuttuvat kustannukset*	246
työkustannus	23
kiinteät konekustannukset	28
viljelymaan pääomakustannus [□]	263
yhteensä	560

Rehuvilja C2-tukialueella# (satotaso 4 tn/ha)	
<i>Kulut:</i>	€/ha
muuttuvat kustannukset	335
työkustannus	147
kiinteät konekustannukset	501
viljelymaan pääomakustannus [□]	217
yhteensä	1200

<i>Tuotot:</i>	
sadon myyntihinta**	144
tuot (alustava arvio)	593
yhteensä	737

<i>Tuotot:</i>	
sadon myyntihinta (110 €/tn)	440
tuot (alustava arvio)	548
yhteensä	988

Taloudellinen tulos	177
sähköveron palautus***	75

Taloudellinen tulos	-212
----------------------------	-------------

Rehuviljan katelaskelman tiedot, Ari Enroth, ProAgria Maaseutukeskusten liitto.

* Muuttuvat kustannukset sisältävät mm. lannoitteet, muut tarvikkeet, ruukohelven niiton ja paalauksen sekä paalien siirron urakoitsijan tekemänä (viljelijätason koneistuksella).

** Paalien hinta pellonreunassa, enintään 60 km etäisyydellä voimalaitoksesta, sisältäen CO₂-lisän tammi-kuun 2005 päästökauppahinnalla 7 euroa CO₂-päästötönä kohti.

*** Mikäli ruukohelvellä tuotettu sähkö saa sähköntuotantotuen metsähakkeen mukaan, tuotetun sähkön osuudeksi oletettu 40 % lämpöarvosta.

□ Viljelymaan pääomakustannuksessa mukana myös salaojituksen kustannus.

Liite 4 (1/2)

Taulukko 1. Tuotantokustannuslaskelmissa käytetyt koneet, niiden työnmenekit ja niillä tehtävän työn hinnoittelu.

Työvaihe	Työkone tai menetelmä	Hankintahinta EUR alv 0 %	Käyttö h/v	Poistoaika, v.	Kone-työ		Kustannus	
					h/ha	Ihmistyö h/ha	€/h	€/ha
Kasvuston perustaminen								
Kyntö	Kaksoisaura, nostolaite 4-teräinen	10410	200	10	1,10	1,62	23,86	38,57
Äestys (3 krt)	Joustopiikkiäes 4,5 m	7460	190	10	1,15	1,53	21,62	33,08
Kylvölannoitus	Kylvölannoitin 3m hinattava	12620	90	10	0,55	0,93	10,86	10,06
Suursäkkien käsittely	Etukuormain ja suursäkkinostin Hinattava jyrä	1500	10	12	0,06	0,07	38,5	2,82
Jyräys	5 m	3930	50	12	0,34	0,43	27,19	11,60
Kasvinsuojeluruisku	Nostolaiteruisku, 1000 l, 14 m	7500	70	12	0,19	0,28	31,71	8,77
					3,37	4,85	153,74	104,91
Kasvuston vuotuinen hoito								
Lannoitus	Keskipakolevitin	2000	10	12	0,22	0,34	46,42	15,63
Kasvuston lopettaminen								
Kasvinsuojeluruisku	Nostolaiteruisku, 1000 l, 14 m	7500	10	12	0,19	0,28	31,71	8,77
Korjuu karjatilatason koneilla								
Pyöröpaalaus								
Niittomurskaus	Niittomurskain 2,8 m, hinattava	13100	70	8	0,50	0,72	52,18	37,66
Paalaus	Pyöröpaalain, verkkosidonta	22000	110	8	0,72	1,09	56,21	61,08
Paalien siirto välivarastoon	Etukuormain ja paalipihti, takana paalipiikki	1500	40	12	0,36	0,50	20,69	10,36
					1,57	2,31	129,08	109,09
Irtokorjuu								
Niittomurskaus	Niittomurskain 2,8 m, hinattava	14510	70	8	0,50	0,72	56,21	40,56
Noukinta, silppuaminen	Tarkkuussilppuri, hinattava	18800	100	8	0,60	1,01	52,35	52,96
Siirto varastoon	Perävaunut rehuvarustuksella, 2 kpl	9700	60	12	0,11	0,14	40,35	5,65
					1,20	1,87	148,91	99,17

Liite 4 (2/2)

Taulukko 1. Tuotantokustannuslaskelmissa käytetyt koneet, niiden työmenekit ja niillä tehtävän työn hinnoittelu.

Työvaihe	Työkone tai menetelmä	Hankintahinta € alv 0 %	Käyttö h/v	Poistoaika, v.	Kone-työ h/ha	Ihmistyö h/ha	Kustannus €/h	€/ha
Korjuu urakoitsijatasen koneilla								
Pyöröpaalaus								
Niittomurskaus	Niittomurskain 3,2 m, hinattava	14700	140	6	0,43	0,64	39,47	25,06
Paalaus	Pyöröpaalain, verkkosidonta	25400	215	6	0,64	0,98	42,65	41,58
Paalien siirto välivarastoon	Etukuormain ja paalipihti, takana paalipiikki	1500	85	8	0,36	0,50	17,63	8,82
					1,43	2,11	99,75	75,47
Irtokorjuu								
Niittomurskaus	2,8 m etunm. + 3,2 m takanm.	25700	80	6	0,23	0,37	91,74	33,64
Noukinta, silppuaminen	Tarkkuussilppuri, hinattava	33400	125	6	0,28	0,56	78,67	44,32
Siirto varastoon	Perävaunut rehuvarustuksella, 2 kpl	15000	120	8	0,11	0,14	39,1	5,47
					0,62	1,07	209,51	83,43
Kanttipaalaus								
Niittomurskaus	2,8 m etunm. + 3,2 m takanm.	25700	80	6	0,23	0,37	91,74	33,64
Paalaus	Kanttipaalaaja		220	6	0,22	0,42	270,44	113,58
Siirto varastoon	Etukuormain ja paalipihti, takana paalipiikki		85	6	0,36	0,50	18,36	9,19
					0,82	1,29	380,54	156,41

Liite 5

Taulukko 1. Ruokohelven tuet EUR/ha non-food -kesannolla vuonna 2004. CAP-kesanto vapaaehtoinen.

CAP –kesanto vapaaehtoinen*	Tukialue					
	A	B	C1	C2	C3	C4
CAP – tuki*	214,2	176,4	176,4	144,9	144,9	144,9
LFA – tuki	150	200	200	210	210	210
Ympäristötuki	-	-	-	-	-	-
Yleinen hehtaarituki	-	-	-	34	50	101
Energiakasvien tuki***	45	45	45	45	45	45
Tuet yhteensä	409	421	421	434	450	501

Taulukko 2. Ruokohelven tuet EUR/ha kesannon ulkopuolella vuonna 2004. Tukikäyttö M (muu käyttö).

Tukikäyttö M, muu käyttö	Tukialue					
	A	B	C1	C2	C3	C4
CAP – tuki	-	-	-	-	-	-
LFA – tuki	150	200	200	210	210	210
Ympäristötuki **						
- kasvinviljelytila	116,89	116,89	116,89	116,89	116,89	116,89
- kotieläintila	140,44	140,44	140,44	140,44	140,44	140,44
Yleinen hehtaarituki	-	-	-	34	50	101
Energiakasvien tuki***	45	45	45	45	45	45
Tuet yhteensä kasvinviljelytila	312	362	362	406	422	473
Tuet yhteensä kotieläintila	335	385	385	429	445	496

* Koskee vapaaehtoista CAP-kesantoa, velvoitekesannolle ei makseta energiakasvien tukea

** Ympäristötuesta mukana perustoimenpiteet ja yksi lisätoimenpide

*** Jos energiakasvien tuelle varattu EU:n enimmäisala 1 500 000 ha ylittyy, tukea leikataan

Alustava arvio tukitasoista vuonna 2006

Taulukko 3. Ruokohelven tuet EUR/ha energiakasvituotannossa vuonna 2006. Tukikäyttö M.

Tukikäyttö M, muu käyttö	Tukialue					
	A	B	C1	C2	C3	C4
CAP-tilatuki (alustava arvio)	253	203	203	177	177	177
LFA – tuki	150	200	200	210	210	210
LFA:n kansallinen lisäosa ****	15	15	10	10	10	10
Ympäristötuki ** (muuttuu 2007)						
- kasvinviljelytila	116,89	116,89	116,89	116,89	116,89	116,89
- kotieläintila	140,44	140,44	140,44	140,44	140,44	140,44
Ympäristötuen kansallinen lisäosa	6	6				
Yleinen hehtaarituki***	-	-	-	34	50	101
Energiakasvien tuki***	45	45	45	45	45	45
Tuet yhteensä kasvinviljelytila	586	586	575	593	609	660
Tuet yhteensä kotieläintila	609	609	598	616	632	683

Maa- ja elintarviketalous –sarjan kasvintuotantoteemassa ilmentyneitä julkaisuja

2005

- 1 Ruukohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. 2. korjattu painos. *Pahkala, K. ym.* 31 s. Hinta 15 euroa.

2004

- 64 Päällekkäisviljely. Lupauksia ja pettymyksiä. *Känkänen, H. ym.* 37 s. (Verkkajulkaisu osoitteessa: www.mtt.fi/met/pdf/met64.pdf)
- 61 European bird-cherry (*Prunus padus* Linnaeus) – a biodiverse wild plant for horticulture. *Uusitalo, M.* 82 s. Hinta 20 euroa.
- 52 Kasvuvoimaa luomuohralle. *Väisänen, J. ym.* 89 s. Hinta 20 euroa.
- 49 Vaihtoehtoja ravinnetalouden ja kasvintuhoojien hallintaan laajamittaisessa luomuvihannesviljelyssä. *Kallela, M. ym.* 62 s. Hinta 20 euroa.
- 48 Rukiin jalostuksen ja viljelyn tehostaminen pohjoisilla viljelyalueilla. *Hovinen, S. ym.* (toim.) 199 s. Hinta 25 euroa.
- 46 Puutarhakasvien tihkukastelu ja kastelulannoitus avomaalla. Viljely, teknologia ja talous. *Suojala, T. ym.* 134 s. Hinta 25 euroa.
- 42 Kiinalaisten ja uhanalaisten rohdoskasvien viljelymahdollisuudet Suomessa. *Jokela, K & Galambosi, B.* 31 s. (verkkajulkaisu osoitteessa: www.mtt.fi/met/pdf/met42.pdf).
- 41 Perunantyyvi- ja märkämädän epidemiologia, diagnostiikka ja hallintakeinot. *Hannukkala, A. & Segerstedt, M.* (toim.). 58 s. Hinta 20 euroa.

Julkaisuviitteet löytyvät sarjojen internetsivuilta www.mtt.fi/julkaisut/sarjathaku.html.

