



Luomuvihannesten viljelykiertojen hallinta

Onko viljelykiertosi nousukierre vai syöksykierre?

Anne Nissinen, Petri Vanhala (toim.), Tapio Salo,
Timo Lötjönen, Pia Outa ja Anne Piirainen



MTT:n selvityksiä 47,
39 s.

Luomuvihannesten viljelykiertojen hallinta

Onko viljelykiertosi nousukierre vai syöksykierre?

Anne Nissinen, Petri Vanhala (toim.), Tapio Salo, Timo Lötjönen,
Pia Outa ja Anne Piirainen

ISBN 951-729-809-9 (Verkkajulkaisu)

ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu)

www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts47.pdf

Copyright

MTT

Anne Nissinen, Petri Vanhala (toim.), Tapio Salo,

Timo Lötjönen, Pia Outa ja Anne Piirainen

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

2003

Kannen kuva

Janne Pulkkinen

Luomuvihannesten viljelykiertojen hallinta

Onko viljelykiertosi nousukierre vai syöksykierre?

Anne Nissinen^{1,2)}, Petri Vanhala²⁾, Tapio Salo³⁾, Timo Lötjönen⁴⁾, Pia Outa⁵⁾ ja Anne Piirainen⁶⁾,

¹⁾Kuopion yliopisto, Ekologisen ympäristötieteen laitos, PL 1627, 70211 Kuopio

²⁾MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen

³⁾MTT, Ympäristöntutkimus, Maaperä ja ympäristö, 31600 Jokioinen

⁴⁾MTT, Maatalousteknologian tutkimus, Maatalousteknologia, Vakolantie 55, 03400 Vihti

⁵⁾MTT, Taloustutkimus, Luutnantintie 13, 00410 Helsinki

sähköpostit etunimi.sukunimi@mtt.fi

⁶⁾Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Lönnrotinkatu 3-5, 50100 Mikkeli

anne.piirainen@helsinki.fi

Tiivistelmä

Luomuvihannesviljelyssä viljelykierrolla on monta keskeistä tehtävää. Viljelykierron avulla ylläpidetään maan kasvukuntoa, varmistetaan ravinteiden riittävyys sekä pyritään kasvintuhoojien hallintaan, siten että viljelijä saisi riittävän toimeentulon. Luomuviljelykierrat ovat kuitenkin pitkiä, ja erilaisia kasviyhdistelmiä sekä viljelytoimia ajoituksineen on runsaasti, joten viljelykiertoja on hankalaa ja kallista tutkia kokeellisesti.

Rikkakasvien määrää ja lajistosuhteita voidaan hallita viljelykasvin valinnalla, viljelytekniikalla sekä torjuntatoimenpiteillä kierron eri vaiheissa. Viljelykiertomallit tehostaisivat ongelmallisimpien rikkakasvien kurissapitoa sekä auttaisivat suuntaamaan voimavarat niihin kohteisiin, joissa on odotettavissa suurin hyöty.

Riittävä ravinteiden saanti voi olla ongelma, varsinkin jos tilalla ei ole käytettävissä kompostoitua lantaa. Kasvinjätteissä peltoon jäävien ravinteiden säilyttäminen seuraaville viljelykasveille ja ravinnehävikkien vähentäminen on tärkeää. Lyhytaikaisista kokeista kerättyä tietoa voidaan hyödyntää arvioitaessa erilaisten viljelykiertojen ravinnetaseita ja ravinteiden vapautumisnopeutta.

Tilan viljelykiertoa suunniteltaessa, kannattavuutta arvioitaessa tai uutta työkonetta hankittaessa tarvitaan laskelmia ja arvioita tilan työvoimatarpeesta. Dynaamisen mallin avulla saadaan vuosittaisen työntarpeen lisäksi ennakoitua päivittäiset työmenekit ja töiden kausautuminen.

Luonnonmukaisesti tuotettujen puutarhatuotteiden tuotantokustannuksista ja viljelyn taloudesta on hyvin vähän tutkimuksia. Myös kierron välikasvien viljelykustannukset on katettava puutarhakasveista saatavilla tuotoilla. Julkaisussa esitetään esimerkki luomukierron talouslaskelmasta 25 hehtaarin tilalla, jossa on kuusivuotinen viljelykierto.

Vaikka viljelykierto suunnitellaan harkiten, voivat esimerkiksi kevään ja syksyn epäedulliset sääolot ja muuttunut markkinatilanne aiheuttaa muutoksia laadittuun viljelykiertoon. Vuosittain laadittava tuotantosuunnitelma päivittää viljelykiertosuunnitelman muuttuneiden tilanteiden tasalle.

Avainsanat: luonnonmukainen viljely, vihannekset, viljelykierto, ravinteet, ravinnetase, rikkakasvit, työmenekki, mallintaminen, talous

Managing crop rotations in organic vegetable production Is your rotation spiralling upward or gone into a tailspin?

Anne Nissinen^{1,2}, Petri Vanhala², Tapio Salo³, Timo Lötjönen⁴, Pia Outa⁵ & Anne Piirainen⁶,

¹)University of Kuopio, Department of Ecology and Environmental Science, P.O.Box 1627, FIN-70211 Kuopio

²)MTT Agrifood Research Finland, Plant Production Research, Plant Protection, FIN-31600 Jokioinen

³)MTT Agrifood Research Finland, Environmental Research, Soils and Environment, FIN-31600 Jokioinen

⁴)MTT Agrifood Research Finland, Agricultural Engineering Research, Agricultural Engineering, Vakolantie 55, FIN-03400 Vihti

⁵)MTT Agrifood Research Finland, Economic Research, Luutnantintie 13, FIN-00410 Helsinki

email firstname.lastname@mtt.fi

⁶)University of Helsinki, Mikkeli Institute for Rural Research and Training, Lönnrotinkatu 3-5, FIN-50100 Mikkeli

email anne.piirainen@helsinki.fi

Abstract

Crop rotation has several essential functions in organic vegetable production. Rotation is used to maintain soil productivity, to ensure sufficiency of nutrients and to manage pests, so as to provide the farmer with a sufficient income. Organic crop rotations are often of long duration, and different crop combinations, cultivation practices and timing patterns exist in abundance. As a consequence, studying crop rotations in the form of field experiments is inconvenient and expensive.

The amount of weeds and composition of weed flora can be managed by careful choice of crop species, cultivation techniques and control measures during the rotation. Crop rotation models should be designed to intensify on the management of the most problematic weeds and to help in allocating the resources to those areas from which the highest benefit is expected.

Sufficient supply of nutrients may be a problematic issue, particularly when composted manure is not available on the farm. It is important to retain the nutrients in plant residues for the next crop and simultaneously reduce nutrient losses. Knowledge gathered from short-time experiments can be utilised when nutrient balance and nutrient release rates in different crop rotations are evaluated.

Calculations and estimates of labour requirement on the farm are needed for planning crop rotation, evaluating profitability or acquiring new machinery. With dynamic models it is possible to anticipate both annual and daily labour use, and accumulation of work.

Only little research has been conducted on production costs and economy of organically grown horticultural crops. In crop rotation, the production costs of intermediate crops need also to be covered with the return gained from the vegetable crops. A sample economic calculation is presented on an organic crop rotation on a 25 ha farm with a six-year rotation.

Even if the crop rotation is well planned in advance, unfavourable weather in spring or autumn and a changed market situation, among other things, may call for changes in the planned crop rotation. An annually prepared production plan updates the crop rotation plan to correspond to the changed situation.

Keywords: organic agriculture, vegetables, crop rotation, nutrients, nutrient balance, weeds, labour use, modelling, economy

Alkusanat

Viljelykiertojen suunnittelu ja toteutus vaikuttaa ratkaisevasti luomuvihannesviljelyn onnistumiseen ja taloudelliseen kannattavuuteen pitkällä tähtäimellä.

Aiheen laajuuden ja monimutkaisuuden vuoksi hyvän viljelykierron rakentaminen vaatii monipuolista asiantuntemusta. Eri alojen teoreettisen ja käytännön asiantuntemuksen koaamiseksi järjestettiin muutama vuosi sitten viljelykiertotyöpajoja, joissa tutkijat, neuvot, viljelijät ja muut alan asiantuntijat pyrkivät yhdessä kokoamaan sellaisia luomuvihannesten viljelykiertoja, joissa otettaisiin eri näkökulmat huomioon.

Tämä julkaisu on jatkoa näissä työpajoissa alkaneelle työlle. Tähän on pyritty kokoamaan perehtyneiden eri alojen tutkijoiden näkemyksiä viljelykiirroista ja niiden suunnittelusta sekä mallintamisesta.

Aihepiiri on kuitenkin niin laaja, että sen perusteellinen käsittely edellyttäisi kunnan tutkimushanketta, joka mahdollistaisi paneutumisen näin laajaan, monimutkaisia vuorovaikutuksia sisältävään kokonaisuuteen.

Toivomme, että tämä lyhykäinen esityskin avaa ymmärryksiä viljelykierron mahdollisuuksille ja haasteille.

Syyskuussa 2003

Tekijät

Sisällysluettelo

1	Viljelykierron tehtävät ja haasteet luomuvihannesviljelyssä, <i>Anne Nissinen</i>	7
2	Rikkakasvien hallinta viljelykierrolla, <i>Petri Vanhala</i>	9
3	Ravinnetaseet ja typen vapautuminen viljelykierron aikana, <i>Tapio Salo</i>	17
4	Työnkäyttö luomuvihannestiloilla ja sen mallintaminen, <i>Timo Lötjönen</i>	24
5	Viljelykierron taloudellisen tuloksen arviointi, <i>Pia Outa</i>	27
6	Viljelykierto elää markkinoiden ja toimintaympäristön muutoksen mukaan, <i>Anne Piirainen</i>	38

1 Viljelykierron tehtävät ja haasteet luomuvihannesviljelyssä

Anne Nissinen, MTT Kasvinsuojelu

Luomuvihannesviljelyssä viljelykierrolla on monta keskeistä tehtävää. Viljelykierron avulla ylläpidetään maan kasvukuntoa, varmistetaan ravinteiden riittävyys sekä pyritään kasvintuhoojien hallintaan, siten että viljelijä saisi riittävän toimeentulon. Viljelykierto on toki merkittävä myös tavanomaisessa vihannesviljelyssä maan kasvukunnan ylläpitäjänä ja kasvitautien ennaltaehkäisijänä, mutta tavanomaisessa viljelyssä lannoitus ja kasvinsuojelu voidaan hoitaa kemiallisia lannoitteita ja kasvinsuojeluaineita käyttäen, mikä pienentää viljelykiertoon kohdistuvia vaatimuksia. Esimerkiksi kasvitautiongelmiin ennaltaehkäisemiseksi tavanomaisessa viljelyssä vihannesten välikasvit voidaan valita viljelykierrossa vapaammin kuin luomuviljelyssä, jossa lannoitus hoidetaan pääasiallisesti nurmipalkokasvien avulla. Luomuviljelyssä viljelykierron suunnittelu on siis vielä suurempi haaste kuin tavanomaisessa viljelyssä.

Viljelykierron tärkeimmäksi tehtäväksi mielletään usein ravinteiden tuotto typensitojakasvien avulla kierron pääkasveille, mutta ravinteiden tuottaminen viherkesannon avulla ei ole yksinkertaista. Vihanneksiin erikoistuneella kasvinviljelytilalla, jolla ei ole karjanlantaa käytettävissään, saattaa kierron aikana esiintyä niukkuutta jopa pääravinteista, koska monet vihanneskasvit käyttävät runsaasti kaliumia ja kaalit tyypeä. Erityisesti hivenravinteiden riittävyyteen on syytä kiinnittää huomioita. Silloinkin, jos maassa on riittävästi ravinteita, ne eivät välttämättä vapaudu viljelykasvin kannalta oikeaan aikaan.

Syväjuuristen nurmipalkokasvien tehtävänä on ylläpitää maan kasvukuntoa. Niistä jäävä juurimassa lisää orgaanisen aineen määrää maassa, mikä puolestaan lisää maamikrobien aktiivisuutta. Juurieritteet ja mikrobitoiminta parantavat maan mururakennetta, syvälle tunkeutuvat juurikanavat helpottavat veden liikkumista maassa ja ehkäisevät maan tiivistymistä.

Viljelykierron avulla pyritään ennaltaehkäisemään ja hallitsemaan kasvintuhoojia. Oleellista on arvioida kiertoon sisältyviä kasvitautiriskejä etukäteen, ja suunnitella kierto siten, että vältetään samojen kasvitautien isäntäkasvien viljelyä samoilla lohkoilla vuodesta toiseen. Nurmipalkokasvien käyttö viherkesannossa saattaa aiheuttaa ongelmia, koska monet nurmipalkokasvit ylläpitävät pahkahometta, joka esiintyy useilla vihanneskasveilla varas-tautina. Vihanneksia viljeltäessä kiertoon tulee varata riittävän usein mahdollisuus kesto-rikkakasvien torjuntaan kesannon tai pikakesannon avulla. Kun huomioon otetaan vielä tuholaisien liikkeet ja pyritään sijoittamaan uudet lohkot mahdollisimman kauas entisistä, joudutaan kierron suunnittelussa ottamaan aika-akselin lisäksi huomioon myös etäisyydet tilan sisällä, jopa tilojen välillä.

Jotta rikkakasvien ja kasvitautien hallinta onnistuisi, viljelykierron pitäisi olla melko pitkä. Kasvitautien ennaltaehkäisy rajoittaa saman kasvin viljelyä samalla lohkolle 4-6 vuoden välein tapahtuvaksi. Toisaalta viljelijän talouden kannalta väli vuosien määrä pitäisi saada mahdollisimman pieneksi ja ”rahakasveja” peltoon mahdollisimman usein, jotta toiminta olisi taloudellisesti kannattavaa. Toisaalta kannattavuuteen vaikuttaa oleellisesti rikkakasvien torjunnan onnistuminen. Jos rikkakasvien ennaltaehkäisy epäonnistuu, vaatii niiden torjunta helposti suurimman yksittäisen työpanoksen kasvukauden aikana. Käsin kitkettä käytettyjen työtuntien määrän on arvioitu vaihtelevan rikkakasvien tiheydestä riippuen 124–420 tuntiin hehtaaria kohti luomuporkkanalla (Laine & Kaila 1994). Lisäksi tilalle

sopivan viljelykierron valintaan vaikuttavat ainakin maalaji, käytettävissä oleva työvoima ja aputyövoiman saatavuus sekä työhuippujen ajoittuminen ja tilan valitsema markkinointi-strategia.

Luomuviljelykierron avulla pyritään siis vastaamaan hyvin monenlaisiin ja jopa keskenään ristiriitaisiin haasteisiin. Eri tavoitteiden yhteensovittamiseksi ja näkemysten syventämi-seksi järjestettiin vuonna 2001 kolme kertaa viljelykiertotyöpajoja, joissa pohdittiin luomuvihannestilan viljelykiertoja. Viljelykiertotyöpajoissa, joita järjestettiin Kauttualla, Mikkelissä ja Jokioisilla, kokoontuivat yhteen eri alojen tutkijat, neuvojat, opettajat ja vil-jelijät. Ensimmäisen työpajan tuloksena saatiin viisi esimerkkiviljelykiertoa luomuvihan-nestilalle, jossa pääkasvina on kaali (Nissinen ym. 2001). Seuraavissa työpajoissa laskettiin näistä kahden viljelykierron ravinnetaseita sekä vaikutusta viljelijän talouteen. Nämä olivat ensimmäiset yritykset laskea koko kierron kannattavuutta.

Viljelijät ovat olleet eturintamassa kehittämässä uusia tekniikoita, kuten keskikesän pika-kesantoa ja pyydyskasvien käyttöä pienentääkseen kasvitautiriskiä ja parantaakseen rikka-kasvien hallintaa. Näitä tekniikoita on jo testattu kestorikkakasvihankkeessa, jossa on saatu uusia tutkimustuloksia mm. muokkausten ajoituksen vaikutuksesta rikkakasvimääriin ja typen vapautumiseen viherlannoituskasvustosta. Luomuviljelykierrat ovat kuitenkin pitkiä, erilaisia kasviyhdistelmiä, viljelytoimia ja niiden ajoituksia tiloilla on käytössä runsaasti, joten viljelykiertoja on hankalaa ja kallista tutkia kokeellisesti. Tästä syystä viljelykierto-työpajojen jatkoksi syntyi ajatus viljelykiertojen mallintamisesta. Tietokonemallin avulla kierto voitaisiin käydä useampaakin kertaan läpi ja ennakoida esimerkiksi ravinnepuutos-ten tai rikkakasviongelmien ilmeneminen kierron aikana.

Kirjallisuus

Laine, A. & Kaila, E. 1994. Kemikaalittoman rikkakasvitorjunnan menetelmät ja kustannukset. Työtehoseuran maataloustiedote 2/1994 (439). 6 s. ISSN 0782-6788.

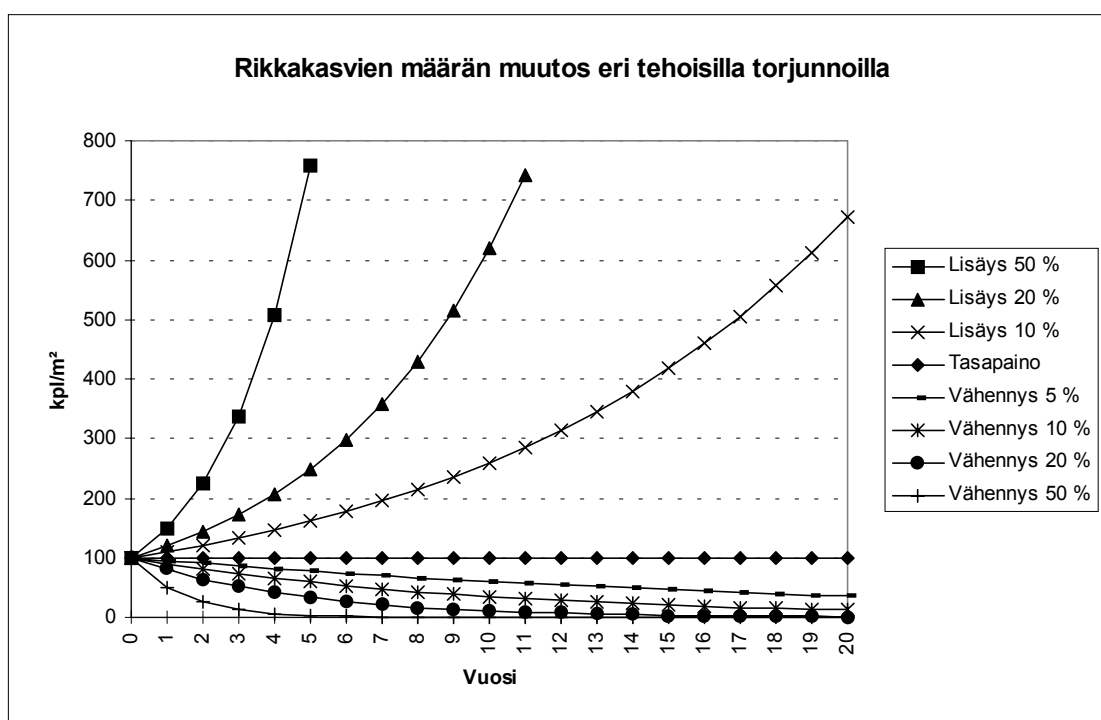
Nissinen, A., Suojala, T. & Kallela, M. 2001. Luomukaalin viljelykiertoja pohdittiin Kauttualla. Puu-tarha & kauppa 5, 14: 4–5.

2 Rikkakasvien hallinta viljelykierrolla

Petri Vanhala, MTT Kasvinsuojelu

Johdanto

Rikkakasvit ovat yksi luomuviljelyn pahimmista ongelmista. Rikkakasvien torjunta on työlästä ja sillä on suuri vaikutus tuotantokustannuksiin ja tuotannon taloudelliseen kannattavuuteen. Epäonnistunut rikkakasvien torjunta lisää siemenpankkia ja täten työn käyttö rikkakasvien torjuntaan lisääntyy useiksi vuosiksi, kuten vanha englanninkielinen sanonta tietää: ”one year’s seeding is seven years’ weeding” (Zweep 1982), eli ”yhden kesän siemenet tietävät seitsemän vuoden kitkentää”. Toisaalta pienikin vuosittainen muutos parempaan tai huonompaan suuntaan voi ajan myötä kertautua suureksi muutokseksi (Kuva 1).



Kuva 1. Rikkakasvien siemenpankkiin ja tätä kautta kasvien määrään vaikuttaa oleellisesti torjunnan tehokkuus. Rikkakasviongelma kasvaa nopeasti, mikäli määrä lisääntyy vuodessa 20 % tai enemmän (Koskimies ym. 1999).

Rikkakasvien torjunnan onnistumiset ja epäonnistumiset vaikuttavat seuraaviin vuosiin, sillä rikkakasvit ovat sängen paikkasidonnaisia. Yhtenä vuonna tietyllä lohkolle tai lohkon osalla kasvavat rikkakasvit sekä maassa olevat rikkakasvien siemenet ovat seurausta edellisten vuosien rikkakasvillisuudesta ja vaikuttavat tulevien vuosien rikkakasvillisuuteen. Vain pieni osa rikkakasveista kasvaa viimeisen vuoden kuluessa paikalle kulkeutuneista siemenistä tai juurenaloista. Paikkasidonnaisuuden vuoksi viljelykierrolla on rikkakasveihin voimakas vaikutus. Viljelykasvin valinnalla, kuhunkin kasviin liittyvällä viljelytekniikalla sekä torjuntatoimenpiteillä kierron eri vaiheissa voidaan hallita rikkakasvien määrää ja lajistosuhteita.

Erityisen tärkeää rikkakasvien kurissapito on vihanneskierrossa, sillä useimmat vihannekset ovat huonoja kilpailemaan rikkakasveja vastaan, ja pienetkin rikkakasvimäärät voivat

aiheuttaa sadon määrä- ja laatutappioita. Rikkakasvimäärän lähtötason pudottaminen parantaa myös torjunnan kokonaistulosta, sillä lähtötason ollessa alhainen saadaan samalla torjuntatehoperosentilla lopullinen rikkakasvimäärä alhaisemmaksi.

Vuorotellen erilaisia viljelykasveja ja vaihtelevaa viljelytekniikkaa

Rikkakasvien hallintaan pätee viljelykierron yleinen kasvintuhoojien torjunnan periaate, jonka mukaan kierrossa viljeltävien kasvien tulee poiketa mahdollisimman paljon toisistaan (Karlen ym. 1994). Kuten yleisesti suositellaan (esim. Källander 1993, Koskimies ym. 1999), viljelykierrossa tulisi rikkakasvien kurissa pitämiseksi viljellä vuoroin erilaisen kasvurytmin omaavia kasveja: syyskylvöisiä, kevätkylvöisiä ja monivuotisia kasveja. Kasvien tulisi olla myös vuoroin harattavia, niitettäviä, varjostavia, jne.

Näin toimimalla voidaan ehkäistä tiettyntyyppisten viljelykasvien joukossa viihtyvien rikkakasvien lisääntyminen. Esimerkiksi pelkkiä vihanneksia ja kevätiljaa viljeltäessä on vaarana kevätitoisten rikkakasvien (mm. jauhosavikka, pillikkeet) runsastuminen, yksi-puolisessa nurmenviljelyssä taas lisääntyvät monivuotiset, nurmessa viihtyvät rikkakasvit (mm. voikukka). Onnistuneessa, monipuolisessa viljelykierrossa eivät minkään tyyppiset rikkakasvit pääse lisääntymään kohtuuttomasti. Tosin jotkin ongelmalajit, esimerkiksi juolavehna, voivat vaatia erityistoimenpiteitä.

Viljelykasvin valinta luo kuitenkin vain perustan rikkakasvien hallinnalle. yhta oleellisia ovat ne viljelytekniset toimenpiteet ja suora torjunta, jotka kohdistuvat rikkakasveihin: perusmuokkaus ja sen ajoitus, kylvömuokkaus, kylvöaika, maan ravinnetila ja ravinteiden vapautuminen suhteessa viljely- ja rikkakasvien kasvurytmiin, kasvuston tasaisuus tai aukkoisuus, torjuntatoimenpiteet sekä niiden ajoitus ja käsittelykertojen määrä, torjunnan teho jne.

Rikkakasvien ryhmittely ominaisuuksien mukaan

Rikkakasvit voidaan ryhmitellä useilla eri perusteilla, mm. kasvuajan ja lisääntymistavan tai muokkauksensiedon mukaan. Kunkin ryhmän rikkakasvit menestyvät tiettyntyyppisten viljelykasvien joukossa, mutta voivat vähentyä muuntyyppisten viljelykasvien joukossa (Taulukko 1).

Jaottelua voidaan tarkentaa sen mukaan, miten kukin rikkakasvilaji hyötyy tai kärsii eri viljelytoimenpiteistä, ja mitkä sen muut ominaisuudet ovat. Eri rikkakasvilajit sietävät muokkausta eri määrässä, ja samakin laji eri muokkauksia eri tavoin. Jotkin lajit kestävät rikkakasviäestystä, mutta eivät harausta; toiset lajit kestävät kyntöä ja äestystä paremmin kuin toiset. Liekitys tehoa huonommin lajeihin, joiden kasvupiste on maan rajassa, kuin lajeihin, joiden kasvupiste on ylempänä. Myös rikkakasvilajien kyky kilpailla valosta, vedestä ja ravinteista vaihtelee. Rikkakasvin tarvitsema kasvuaika vaikuttaa sen selviämismahdollisuuksiin. Esimerkiksi kylänurmikka kasvaa siemeniä tuottavaksi parissa kuukaudessa (Raatikainen 1991), minkä ansiosta se ehtii lisääntyä olosuhteissa, joissa moni muu kasvi ei vielä ehtisi tuottaa siementä.

Rikkakasvien ”vaarallisuuteen” vaikuttaa myös niiden siementuotantopotentiaali, joka esim. pihatattarella on pieni, vain 125–200 siementä/kasvi, mutta saunakukalla hyvin suuri, jopa 10 000–200 000 siementä/kasvi (Raatikainen 1991). Viljelykierron kannalta tärkeä on myös siementen pitkäikäisyys, joka vaihtelee muutamasta vuodesta useisiin vuosikymmeniin.

Taulukko 1. Rikkakasvien jaottelu elämänkulun ja muokkauksensiedon perusteella.

Rikkakasviluokka	Esimerkkilaji	Menestyy seuraavien viljelykasvien joukossa	Vähenee seuraavien viljelykasvien joukossa
<i>Yksivuotiset siemenrikkakasvit</i>			
- kevätyksivuotiset	jauhosavikka	kevätiljat, peruna, vihannekset ym. kevätkylvöiset	syysviljat, monivuotiset nurmet
- syysyksivuotiset	saunakukka	syysviljat (+ 1. vuoden nurmet)	monivuotiset nurmet, (kevätkylvöiset kasvit)
<i>Kaksivuotiset siemenrikkakasvit</i>	koiranputki	(Suomessa näiden merkitys peltoviljelysten rikkakasveina on vähäinen)	yksivuotiset kasvit
<i>Monivuotiset juuririkkakasvit</i>			
- muokkausta kestävät	juolavehnä	useimmat viljelykasvit	rikkakasvilajista riippuen monivuotinen nurmi tai avokesanto voi tehota
- muokkaukselle arat	voikukka	monivuotiset nurmet	kaikki yksivuotiset kasvit, joiden viljelyyn liittyy kyntö tai muu muokkaus

Myös eri rikkakasvilajien kilpailukyky – ja sitä kautta satoa alentava vaikutus – on erilainen; myöhään taimettuva ja pieneksi jäävä savijäkkärä ei ole läheskään yhtä haitallinen kuin monivuotiset, suureksi kasvavat peltovalvatti ja juolavehnä (Lötjönen ym. 2002).

Varsinkin vihannesviljelyssä varteenotettava seikka on, että monet rikkakasvit toimivat myös kasvitautien isäntäkasveina. Lutukka, taskuruoho ja muut ristikukkaiset rikkakasvit ylläpitävät möhöjuurisaastunutta; pelto-orvokki puolestaan on porkkananmustamädän isäntäkasvi. Rikkakasvien ylläpitämänä kasvitaudit saattavat säilyä lohkollla ja jopa lisääntyä niinäkin vuosina, jolloin taudin isäntäkasveja ei lohkollla viljellä. Taudinaiheuttajien lisäksi rikkakasvit voivat toimia tuho- ja hyötyeläinten isäntinä.

Kierron suunnittelu rikkakasvillisuuden perusteella

Viljelykiertoa suunniteltaessa on otettava huomioon monia asioita, jotka saattavat vaikuttaa jopa vastakkaisiin suuntiin. Viljelyn ensisijainen tavoite ei ole rikkakasvien torjunta, vaan viljelijän toimeentulon turvaaminen. Viljelykiertoa ei siis aleta rakentamaan lohkollla ja koko tilalla esiintyvien rikkakasvien perusteella, vaan sillä perusteella mitä tilalla voidaan ja halutaan tuottaa. Kierron pääkasvi (tai pääkasvit) valitaan tämän tavoitteen mukaan.

Rikkakasvillisuus vaikuttaa kuitenkin merkittävästi siihen, mitä muita kasveja (pääkasvin lisäksi) kierto on kannattaa ottaa, ja missä järjestyksessä kasvit kierto on sijoitetaan. Jos lohkollla esimerkiksi on pääasiassa kevätyksivuotisia rikkakasveja, voidaan niiden määrää vähentää (tai ainakin lisääntymistä hillitä) lisäämällä kierto on syysviljoja ja monivuotisia nurmia. Jo ennaltaehkäisevänä toimenä kannattaa kierto on ottaa kasveja, jotka ovat tyypiltään erilaisia kuin kierron taloudellisesti tärkein pääkasvi (tai pääkasvit). Näin ehkäistään rikkakasviongelmien syntymistä tämän kasvin viljelyvuosiksi. Kierron suunnittelussa voidaan käyttää apuna oheista tarkistuslistaa (Taulukko 2).

Taulukko 2. Tarkistuslista rikkakasvien hallinnan huomioimiseksi viljelykiertoa suunniteltaessa. Listasta rastitetaan ne kohdat, jotka on jo otettu huomioon.

- Lohkon rikkakasvilajisto tiedossa.
Valtalajit?
 - Tiedetään mihin ryhmiin pääosa rikkakasveista kuuluu elämänkulun ja muokkauksensiedon perusteella.
Millaisten viljelykasvien seurassa nämä eivät menesty?
 - Kierto on valittu viljelykasveja, joiden viljely pitää rikkakasvien valtalajit kurissa.
Mitä kasveja?
 - Mekaaninen torjunta (esim. haraus, rikkakasviäestys) kasvustosta on mahdollista.
Mitä torjuntaa käytetään? Millä kierron kasveilla?
 - Keksitty muita toimenpiteitä rikkakasvien torjumiseksi.
Mitä toimenpiteitä?
-

Viljelytekniikka

Viljelytekniikalla on oleellinen vaikutus rikkakasvien menestymiseen. Vaikka yksittäisen toimenpiteen vaikutus ei välttämättä olisi kovin suuri, voi useiden toimenpiteiden yhteisvaikutus merkittävä. Kaiken lisäksi monasti kyse on sellaisesta toiminnan hienosäädöstä, joka ei aiheuta lisää kustannuksia, vaan hyöty on saavutettavissa yksinkertaisilla toimintatapojen muutoksilla.

Perusmuokkaus

Perusmuokkaus (kyntö, kultivointi tai muokkaamatta viljely) ja sen ajoitus vaikuttavat useisiin rikkakasveihin. Kestorikkakasvien torjuntaan suositellaan yleensä sadonkorjuun jälkeistä sänkimuokkausta ja sitä seuraavaa myöhäistä kyntöä. Sänkimuokkaus irrottaa yhteyttävät maanpäälliset kasvinosat maanalaisista juurista ja juurakoista sekä yllyttää rikkakasveja kuluttamaan vararavintoa uusien versojen kasvattamiseen. Kyntö hautaa nämä heikentyneet juuret tai juurakot. Sänkimuokkaus tuhoaa myös vielä kasvussa olevat yksivuotiset rikkakasvit, jotka voisivat tuottaa siemeniä. Toisaalta jo varisseet siemenet säilyvät maahan mullattuina paremmin kuin maan pinnalla, jossa erilaiset hyönteiset, nisäkkäät ja linnut käyttävät niitä ravinnokseen (Westerman ym. 2002). Tässäkin tapauksessa lohkon rikkakasvilajisto vaikuttaa siihen, mikä muokkaustapa on torjunnan kannalta edullisin.

Kylvöaika ja kylvötiheys

Kylvömuokkauksen ja kylvön ajoitus vaikuttavat siihen, kuinka paljon rikkakasveja taimettuu. Esimerkiksi myöhäinen kylvö tai istutus ensimmäisen taimettumishuipun jälkeen vähentää rikkakasvien määrää normaaliin kylvöaikaan verrattuna. Joidenkin vihannesten viljelyssä myöhäinen kylvö on muutenkin eduksi.

Kylvö- tai istutustiheys puolestaan vaikuttaa sekä viljelykasvin kilpailukykyyn että torjuntamahdollisuuksiin. Tiheämpi rivi- ja taimiväli lisää viljelykasvin varjostavuutta. Toisaalta kuitenkin suurempi riviväli lisää sitä pinta-alaa, jolta rikkakasvit voidaan torjua, esimerkiksi mekaanisesti haraamalla riviväleistä.

Ravinteet

Maan viljavuus ja ravinteiden saatavuus vaikuttavat sekä viljely- että rikkakasvien kasvuun. Ravinteiden vaikutus ei ole yksioikoinen. Esimerkiksi typen runsaampi saatavuus edistää yleensä rikkakasvien kasvua, mutta typen lisääminen voi myös vähentää rikkakasvien kasvua, jos viljelykasvi, joka on riittävän tiheä ja varjostava, hyötyy lisätypestä enemmän kuin rikkakasvit (Erviö 1972).

Kasvien kilpailu

Useille vihanneksille on tyypillistä huono kilpailukyky. Kahdestakymmenestäkuudesta viljelykasvista, jotka Heemst (1985) listasi kilpailukyvyn mukaan, sipuli ja porkkana olivat kaikkein huonoimmat kilpailemaan rikkakasvien kanssa. Huono kilpailukyky asettaakin vihannesviljelylle suuremmat vaatimukset sekä rikkakasvien kurissa pitämiselle viljelykierron aikana, että vihannesvuoden aikaiselle torjunnalle. Mitä vähemmän rikkakasveja vihannesvuonna taimettuu, sitä pienempiä ovat torjunnan – myös kalliin käsinkitkennän – tarve sekä rikkakasvien aiheuttamat satotappiot. Toisaalta, vaikka itse viljelykasvi olisi huono kilpailija, voi se kuitenkin antaa hyvät mahdollisuudet rikkakasvien mekaaniseen torjuntaan tai liekitykseen.

Suora torjunta

Vihannesviljelyssä on käytettävissä useita rikkakasvien torjuntamenetelmiä, mm. liekitys, haraus ja harjaus. Niillä on suora vaikutus siihen, kuinka paljon rikkakasveja selviää torjunnasta ja täytyy siksi torjua käsityönä, ja täten niillä on hyvin suuri vaikutus tuotannon kannattavuuteen. Pelkkä menetelmän (esim. liekitys) ei kuitenkaan takaa tiettyä torjuntatulosta, vaan mm. laitetyyppi, laitteen säädöt ja ajonopeus vaikuttavat lopputulokseen. Oikeaa teknologiaa voidaan siis käyttää myös väärin, jolloin tulos ei ole toivotunlainen.

Rikkakasvien hallinnan taloudesta

Rikkakasvien torjuntavaihtoehtojen taloudellinen vertailu on tarpeen sekä menneen arvioinnissa että tulevaisuuden suunnittelussa, esimerkiksi eri vaihtoehtojen vertailussa torjunnasta päätettäessä. Rikkakasvit ja niiden torjunta vaikuttavat viljelyn talouteen – ja taloudelliset seikat siihen, millä keinoin rikkakasveja kannattaa torjua. Taloudelliseen tulokseen vaikuttavat mm. sato, satotappiot ja niiden minimointi tai optimointi, torjunnan välittömät kustannukset, rikkakasvillisuuden sekä torjunnan lyhyt- ja pitkäaikaiset vaikutukset, sekä itse kierrosta aiheutuvat kustannukset ja hyödyt.

Ennakoiva torjunta viljelykierrossa on usein edullisempaa kuin suora torjunta kasvukauden aikana. Esimerkiksi syysmuokkauksen ajoitus ei sinänsä aiheuta lisäkustannuksia, mutta vaikuttaa joidenkin rikkakasvien määrään tulevina vuosina.

Viljelykierron mallintaminen rikkakasvien kannalta

Erilaisten viljelykasvien ja niillä tehtävien torjunta- sekä muiden viljelytoimien yhdistelmiä on lukemattomia. Kukin toimenpide voi lisäksi vaikuttaa useaan eri osatekijään ja näiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin. Seuraavassa on esimerkki vuorovaikutussuhteista; yksittäinen riviväliharaukerta vaikuttaa:

- 1) hävittämällä rikkakasveja
- 2) peittämällä (tai muuten vahingoittamalla) joitakin viljelykasveja

- 3) maan kuohkeutumisen ja ilmastumisen kautta
 - a) viljelykasvin kasvuun
 - b) jäljelle jääneiden rikkakasvien kasvuun
 - c) ravinteiden vapautumiseen maasta
- 4) ravinteiden kautta viljely- ja rikkakasveihin
- 5) pieneliöstöön – sekä hyödyllisiin että haitallisiin
- 6) itse toimenpiteen kustannuksina talouteen
- 7) ravinteiden ja rikkakasvien kautta viljelykasvin kasvuun ja sitä kautta talouteen

Kun eri toimenpideyhdistelmien ja vuorovaikutusten määrä kerrotaan erilaisten mahdollisten rikkakasvilaji-yhdistelmien määrällä, voimme pian todeta, että kaikenkattava viljelykiertotutkimus on mahdotonta toteuttaa kenttäkokeissa. Tämän vuoksi kannattaa koota ymmärrystä niistä mekanismeista, jotka vaikuttavat rikkakasvipopulaatioiden muutoksiin erilaisissa viljelykierroissa. Näistä mekanismeista ja periaatteista koottujen mallien avulla olisi mahdollista ennakoita huonot ja rikkakasvien kurissapidon kannalta parhaat viljelykierrot ja torjunnan kannalta keskeisimmät toimenpiteet. Mallien avulla olisi mahdollista ainakin karkeasti arvioida eri viljelystrategioiden vaikutusta ja välttää pahimpia erehdyksiä jo etukäteen. Yksinkertaistettu esimerkki mallissa huomioon otettavista tekijöistä on esitetty taulukossa 3.

Mallin ei tarvitse olla kellontarkka ennuste esimerkiksi rikkakasvien taimettumisen ja kehitysrytmin suhteen. Sen on kuitenkin kyettävä selvästi erottamaan mitkä ovat rikkakasvilisyyden ryöstäytymisriskit eri vaihtoehdoissa, miten nämä riskit voidaan hallita, ja mitä tämä riskien hallinta maksaa. Näin mallin avulla voitaisiin vertailla eri vaihtoehtojen (sekä eri kiertojen välillä että saman kierron eri toteutustapojen välillä) paremmuutta sekä biologisen tehon että taloudellisen kannattavuuden kannalta.

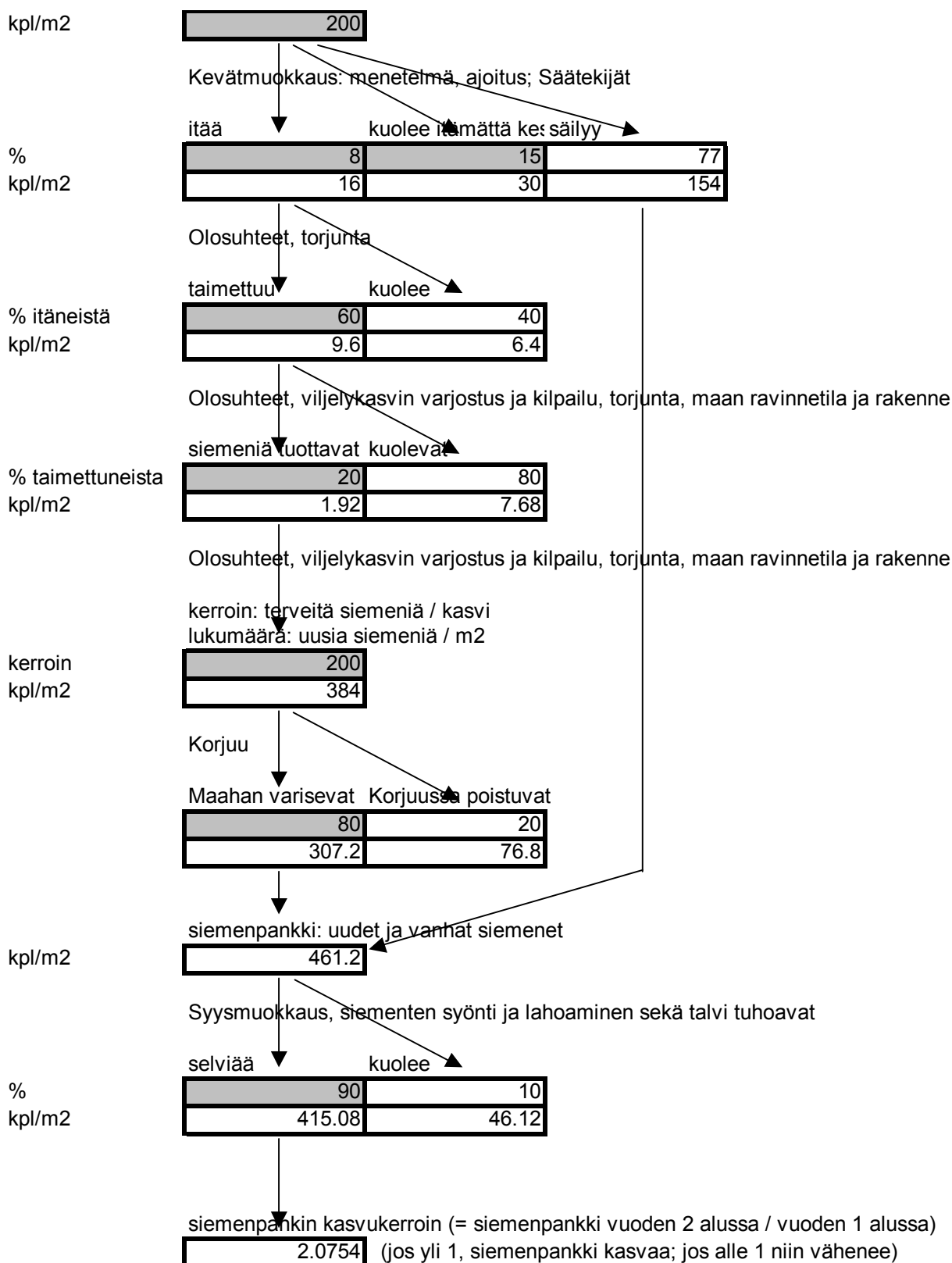
Pitkälle kehitettyjä, monipuolisia malleja rikkakasvipopulaatioiden kehityksestä luomuviljelykierroissa ei juuri ole olemassa. Uusi tanskalainen rikkakasvimalli (Rasmussen ym. 2002) onkin merkittävä edistysaskel tällä saralla. Vaikka malli rajoittuikin vasta muutama vuosi rikkakasvilajeihin, ja sen kehittäminen on vielä kesken, tarjoaa se hyvän pohjan vastaiselle tutkimus- ja mallinnustyölle.

Lopuksi

Rikkakasvien torjunta on luomuvihannestuotannossa biologinen ja teknologinen kysymys, jolla on suuri taloudellinen merkitys. Rikkakasvien hallinnan onnistumista edistäisi hyvin jäsenneily, tietokoneella toteutettava viljelykiertomalli, johon olisi koottu ainakin keskeisimmät viljelykierrossa vaikuttavat tekijät: viljelykasvit, rikkakasvilajisto, muokkaus, ravinteet, torjuntamenetelmät ja -laitteet sekä näiden talousvaikutukset. Mallin avulla voitaisiin arvioida eri viljelystrategioiden vaikutusta ja välttää pahimmilta virheratkaisuilta sekä suunnata voimavarat niihin kohteisiin, joissa on odotettavissa suurin hyöty.

Monipuolinen viljelykiertomalli, jonka avulla kyettäisiin hahmottamaan eri tekijöiden yksittäisiä ja yhteisvaikutuksia rikkakasveihin, vastaisi niitä vaatimuksia, jotka Bärberi (2002) näkee luomuviljelyn rikkakasvien hallinnalle. Hän painottaa, että suora rikkakasvien torjunta voi olla menestyksekkästä vain, kun viljelyksellisiä ja ennaltaehkäiseviä toimia käytetään vähentämään rikkakasvien taimettumista ja parantamaan viljelykasvin kilpailukykyä. Siksi rikkakasvien pitkän aikavälin hallinta tulee pyrkiä integroimaan muihin viljelytoimiin, tavoitteena koko viljelyjärjestelmän optimoiminen.

Taulukko 3. Esimerkki rikkakasvilajin X lukumäärän kehityksestä ja siemenpankin muutoksesta yhden kasvukauden kuluessa (Vanhala 2002). Käytetyt luvut ovat suuntaa-antavia esimerkkejä. Taulukon lopussa on ilmoitettu siemenpankin muutoskerroin, joka kertoo muutoksen suunnan ja suuruuden yhden kasvukauden aikana.



Kirjallisuus

- Bärberi, P. 2002. Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues?. *Weed Research* 42: 177–193.
- Erviö, L-R. 1972. Growth of weeds in cereal populations. *Journal of scientific agricultural society of Finland* 44: 19-28.
- Heemst, H. D. J. van. 1985. The influence of weed competition on crop yield. *Agricultural Systems* 18(2): 81–93.
- Karlen, D.L., Varvel, G.E., Bullock, D.G. & Cruse, R.M. 1994. Crop rotations for the 21st century. *Advances in Agronomy* 53: 1–45.
- Koskimies, H. Ahlfors, K. & Teräväinen, H. (toim.) 1999. Luomupellon kasvinsuojelu. Tieto tuottaamaan 84. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto. 132 s. + 3 liitettä. ISSN 0357–7295. ISBN 951-808-077-1.
- Källander, I. 1993. Luonnonmukainen maanviljely. (suom. toim. Koskimies, H.). Helsinki: Kirjayhtymä. 536 s. ISBN 951-26-3603-4.
- Lötjönen, T., Jalli, H., Vanhala, P., Kakriainen-Rouhiainen, S., Salonen, J. 2002. Kestorikkakasvit kevätiljantuoannon uhkana. *Maa- ja elintarviketalous* 9: 115 s. + 1 liite. ISBN 951-729-679-7 (Painettu). <http://www.mtt.fi/met/pdf/met9.pdf>. ISBN 1458-5081 (Verkkajulkaisu).
- Raatikainen, M. 1991. Rikkakasvikuvasto. (toim. Sillanpää, J.) *Kasvinsuojeluseuran julkaisuja n:o 82*. Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. 136 s. ISBN 951-9029-38-9.
- Rasmussen, I.A., Holst, N., Petersen, L. & Rasmussen, K. 2002. Computer model for simulating the long-term dynamics of annual weeds under different cultivation practices. *Proceedings 5th EWRS Workshop on Physical Weed Control, Pisa, Italy, 11–13 March 2002*. p. 6–13. Saatavissa: http://www.ewrs-et.org/pwc/2002_meeting.htm
- Vanhala, P. 2002. Rikkakasvit - niiden elinkaari sekä torjunta harjaamalla ja liekittämällä. *Luentomoniste*. 22 s.
- Westerman, P.R., Werf, W. van der & Kropff, M.J. 2002. Epigaeic weed seed predation in organic cereal field in The Netherlands and the impact on weed population dynamics. Teoksessa *Proceedings EWRS 12th symposium, Wageningen 24–27 June 2002*. Wageningen: European Weed Research Society. ISBN 90-6754-671-2. s. 272–273
- Zweep, W. van der. 1982. Golden words and wisdom about weeds. Teoksessa: Holzner, W. & Numata, M. (toim.). *Biology and ecology of weeds. Geobotany 2*. The Hague (The Netherlands): Dr. W. Junk Publishers. ISBN 90-6193-682-9. s. 61–69.

3 Ravinnetaseet ja typen vapautuminen viljelykierron aikana

Tapio Salo, MTT Maaperä ja ympäristö

Johdanto

Riittävä ravinteiden saanti voi olla usein ongelmana luonnonmukaisessa vihannesviljelyssä. Varsinkin jos tilalla ei ole käytettävissä kompostoitua lantaa orgaaniseksi lannoitteeksi, viljelykierron merkitys pääravinteidenkin riittämiseksi on olennaista. Vihannesviljelyssä pellosto poistuu sadon mukana huomattavia määriä muun muassa kaliumia esimerkiksi viljeltäessä kaalia, porkkanaa tai perunaa. Toisaalta kasvinjätteissä peltoon jäävien ravinteiden säilyttäminen seuraaville viljelykasveille ja samalla ravinnehävikkien vähentäminen on tärkeää onnistuneelle viljelylle.

Viljelykierron tutkiminen kenttäkokeissa on kallista, joten ensiksi on pyrittävä keräämään lyhytaikaisista kokeista saatu tieto. Tämän tiedon avulla voidaan arvioida erilaisten viljelykiertojen ravinnetaseita ja ravinteiden vapautumisnopeutta käyttäen avuksi joko yksinkertaista taulukkolaskentaa tai monimutkaisempia dynaamisia simulointimalleja.

Ravinnetaseet viljelyn ohjaamisessa

Ravinteiden taselaskelmat ovat väline arvioida viljelyssä käytettyjen ravinnepanosten oikeaa suhdetta niin talouden kuin ympäristönkin kannalta. Varsinkin typpitasetta käytetään maatalouden ympäristöindikaattorina (OECD 2002). Ravinnetaseissa voidaan erottaa kolme päätyyppiä 1) tilan porttitase 2) peltotase tai 3) karjatase (Pirttijärvi 1998). Tässä kirjoituksessa tarkastellaan ainoastaan peltotasetta, joka kuvaa viljelijän pellolle lisäämää ja sieltä poistamaa ravinmäärää. Jos taselaskelman tuloksena on positiivinen luku, ravinnetta kertyy maahan ja/tai poistuu erilaisten hävikkien myötä. Peltotaseen laskemiseen voidaan myös lisätä arviot ravinteeseen kohdistuvista hävikeistä. Hävikkejä on tutkittu lähinnä typen ja fosforin osalta. Hävikit tapahtuvat suurelta osin maan vesitalouden tapahtumien seurauksena, ja tällöin maalajin, viljelykasvin ja ilmastotekijöiden yhteisvaikutukset vaikeuttavat hävikkien arviointia.

Negatiivinen tulos taselaskelmasta kertoo, että sato on käyttänyt maan ravinnevaroja. Maan kokonaisravinnevarat ovat kasvien tarpeeseen nähden runsaat, mutta käyttökelpoisten liukoisten ravinteiden määrät ovat usein vähäiset. Muutaman vuoden välein tehtävän viljavuusanalyysin avulla voidaan seurata liukoisten ravinteiden pitoisuuksien kehitystä.

Useilla ravinteilla taselaskelman tulopuolella ei ole muita merkittäviä tekijöitä kuin viljelijän toimenpiteistä aiheutuvat. Poikkeuksena on typpi, jonka kohdalla laskeuma ilmasta on 5-10 kg/ha vuodessa ja lisäksi biologinen typensidonta voi tuottaa kymmeniä kiloja typensitojakasveilla (Taulukko 1).

Taulukko 1. Ravinnetaseen tulot ja menot.

Tulot	Menot
Lannoitus	Korjattu sato
Muut ravinteita sisältävät materiaalit	Hävikit
<i>Muut lähteet</i>	<i>(huuhtoutuminen, kaasumaiset...)</i>
<i>(laskeuma, typen sidonta, siemenet...)</i>	

Ravinnetaseen laskeminen

Kenttäkoeaineistoista voidaan koota taulukoita, joihin on kerätty eri kasvilajien satotonna kohden keskimäärin sisältämät ravinteet (Taulukot 2 ja 3). Muiden kasvilajien ravinnepitoisuuksia saadaan esimerkiksi rehutaulukoista (Tuori ym. 2002). Koska usein on hyödyllistä tietää myös satoon kuulumattomien osien sisältämät ravinnemäärät, myös ne on esitetty seuraavissa taulukoissa. Satoon kuulumattomien osien ravinteet jäävät yleensä pellon ravinnereserveiksi, mutta on muistettava että kasvukaudella niihin sisältyvä ravinnemäärä on pystyttävä ottamaan pellolta.

Taulukko 2. Vihannesten tuoretta satotonna tai satoon kuulumatonta kasvinosaa kohden sisältämät makroravinteet (kg/tonni tuoremassaa) lukuunottamatta kalsiumia. Taulukko on koottu Erkki Auran laatimista lannoitus suunnittelun ohjeista vuodelta 1985.

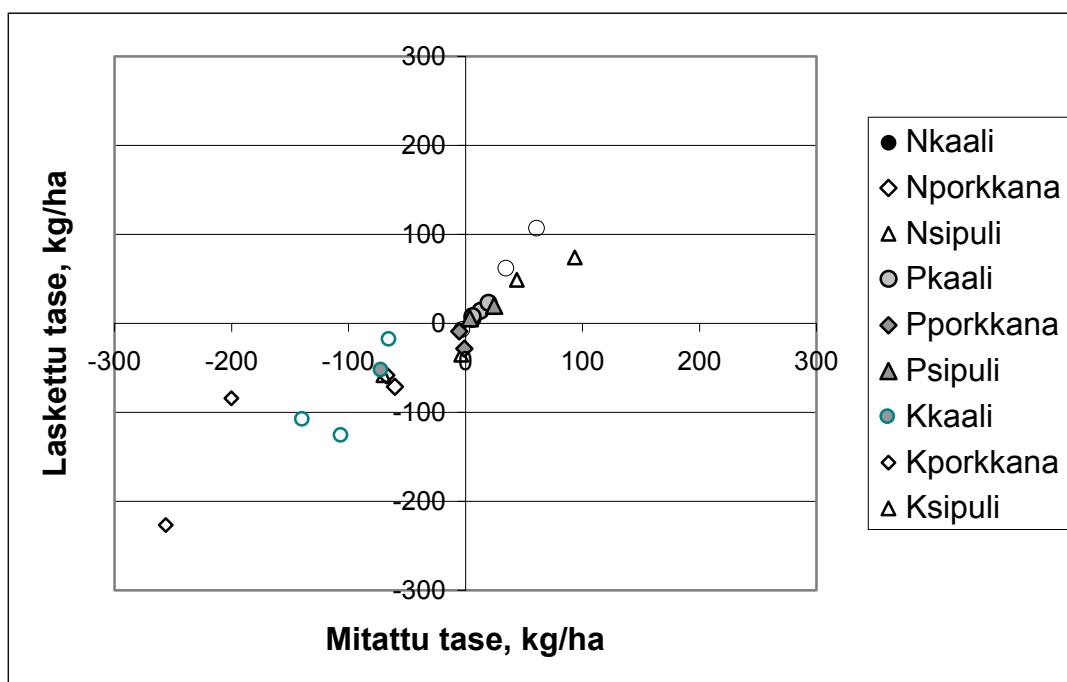
		N	P	K	Mg	S	ei-sato/sato
Avomaan kurkku	Sato	1.6	0.24	1.6	0.16	0.16	
	ei-sato	3.0	0.50	4.0	0.80	0.70	0.20
Keräkaali	Sato	1.8	0.32	2.7	0.18	0.54	
	ei-sato	3.0	0.35	3.0	0.30	0.60	0.90
Kiinankaali	Sato	2.0	0.30	1.5	0.15	0.40	
	ei-sato	2.0	0.30	1.5	0.25	0.40	1.00
Kukkakaali	Sato	2.4	0.36	2.8	0.16	0.56	
	ei-sato	2.8	0.28	2.8	0.40	0.56	2.30
Lanttu	Sato	1.3	0.35	2.5	0.15	0.40	
	ei-sato	3.0	0.35	4.0	0.30	0.50	0.40
Porkkana	Sato	1.7	0.35	3.5	0.17	0.17	
	ei-sato	3.5	0.35	4.6	0.58	0.58	0.35
Punajuuri	Sato	2.5	0.42	4.2	0.21	0.21	
	ei-sato	3.6	0.36	4.8	0.36	0.60	0.45
Sipuli	Sato	2.4	0.42	2.1	0.14	4.20	
	ei-sato	3.6	0.36	3.6	0.24	0.60	0.20
Tarhaherne	Sato	8.8	0.88	2.6	0.33	0.33	
	ei-sato	6.0	0.30	3.0	0.60	0.50	1.30
Varhaisperuna	Sato	2.1	0.32	3.5	0.24	0.24	
	ei-sato	4.6	0.35	5.8	0.69	0.58	1.00

Kun suhteutetaan näiden taulukoiden luvut esimerkiksi Viljavuuspalvelun talvikaalin lannoitus suositukseen tyydyttävän viljavuusluokan hietamaalla ja 50 tn/ha satotasolla (N 190 kg/ha, P 50 kg/ha ja K 140 kg/ha), voidaan laskea makroravinteiden peltotaseen jättävän kohtuullisen runsaasti typpeä ja fosforia peltoon (sadossa N 90 kg/ha, P 16 kg/ha ja K 135 kg/ha). Nämä ravinteet ovat satojätteissä, joista esimerkiksi typpeä voidaan arvioida vapautuvan seuraavalle viljelykasville noin 50% (Dragland ym. 1995).

Yksi peltotaseen laskemisen suurimmista ongelmista liittyy saman satotason sisältämään ravinnemäärään, joka voi vaihdella sadon ravinnepitoisuuden myötä runsaasti. Kasvi pystyy yleensä sopeutumaan ravinteiden tarjontaan tuottamalla saman sadon tietyissä rajoissa vaihtelevalla ravinnepitoisuudella. Ravinnetaseen tarkkuutta voidaan tarkastella Piikkiössä MTT:n Puutarhantuotannossa tehtyjen kokeiden pohjalta (Suojala ym. 2001 ja Salo ym. 2001). Kuvassa 1 vertailtujen mitattujen ja laskettujen ravinnetaseiden pohjalta laskennallinen pellon ravinnetase vaikuttaa käyttökelpoiselta välineeltä ravinnevirtojen seurantaan.

Taulukko 3. Vihannesten tuoretta satotonnia tai satoon kuulumatonta kasvinosaa kohti sisältämät mikroravinteet (g/tonni tuoremassaa) lukuun ottamatta klooria. Taulukko on koottu Erkki Auran laatimista lannoitus suunnittelun ohjeista vuodelta 1985.

		Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
Avomaan kurkku	Sato	24	10	12	4	20	0.4
	ei-sato	40	100	50	15	60	2.0
Kaali	Sato	45	27	23	5	23	0.5
	ei-sato	60	40	50	5	25	0.6
Kiinankaali	Sato	30	15	15	4	18	0.3
	ei-sato	40	35	25	4	18	0.5
Kukkakaali	Sato	56	24	16	5	40	1.6
	ei-sato	56	40	24	6	40	0.8
Lanttu	Sato	30	15	25	3	20	0.5
	ei-sato	40	70	50	8	30	1.0
Porkkana	Sato	58	40	35	7	40	0.2
	ei-sato	230	115	58	9	69	1.2
Punajuuri	Sato	98	70	28	11	56	0.7
	ei-sato	120	120	120	10	24	1.2
Sipuli	Sato	56	28	21	6	42	1.4
	ei-sato	120	84	42	10	36	1.2
Tarhaherne	Sato	187	33	22	15	66	2.2
	ei-sato	15	100	40	7	30	1.0
Varhaisperuna	Sato	56	24	16	8	32	0.8
	ei-sato	17	115	35	6	58	0.6



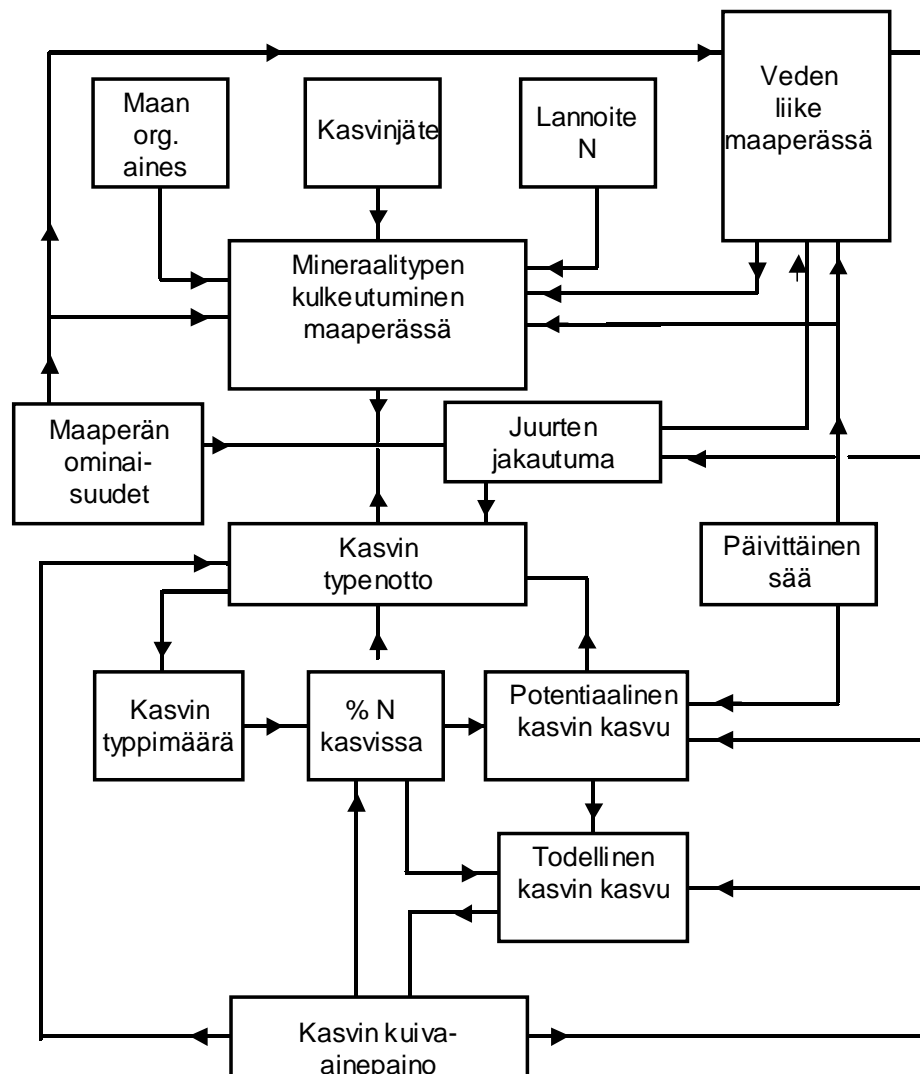
Kuva 1. Mitattujen ja laskettujen ravinnetaseiden suhde MTT:n Puutarhatuotannon vihanneskoikeissa 1998-1999.

Typen vapautuminen kasvinjätteestä

Typen vapautumisnopeus ja vapautuva määrä ratkaisevat usein vihannesten kasvuedellytykset. Maan orgaanisesta aineksesta vapautuu typpeä vuosittain jonkin verran sääolosuhteista riippuen, mutta kasvinjätteiden tyyppi on merkittävä vuosittaisen vaihtelun aiheuttaja. Kasvinjätteiden typen vapautumisnopeuteen vaikuttavat kasvinjätteen laatu, maan kosteus ja lämpötila sekä typpeä vapauttavien mikrobien määrä ja laatu.

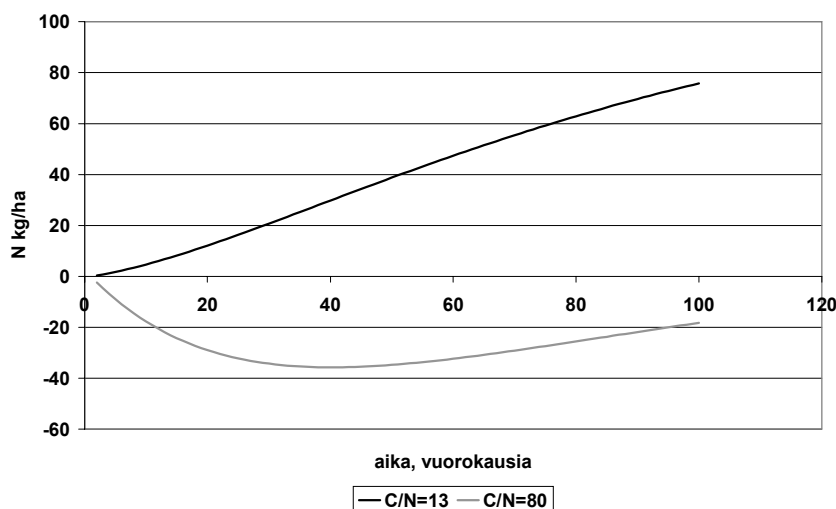
Kasvinjätteen laadun mittarina voidaan käyttää hiili- ja typpipitoisuutta. Alhaisen hiili-typpisuhteen kasvijätteet hajoavat nopeammin ja korkean suhteen jätteet hitaammin. Kasvinjätteen hiiliyhdisteet voidaan fraktioida myös tarkemmin esimerkiksi neutraalissa liuoksessa liukenevaan kuituun (NDF), selluloosaan ja ligniiniin.

Koska typen kiertoon vaikuttavat useat tekijät (Kuva 2), mallinnus on luonnollinen keino erilaisten yhdysvaikutusten ymmärtämiseksi. Jopa Euroopan unionin tasolla on käynnistynyt EU-Rotate_N tutkimusprojekti, jossa pyritään kehittämään vihannesviljelykierroille typpimalli (www.hri.ac.uk/eurotate).



Kuva 2. Typen kierto WELL_N typpimallin mukaan (suomennettu julkaisusta, Rahn ym. 2001).

Esimerkiksi ruotsalaisen CoupModel-mallin (Jansson 2000) yhtälöiden avulla voidaan tarkastella runsaasti typpeä sisältävien kukkakaalin satojätteiden nopeaa typen vapautumista (40 tn/ha tuoremassaa, 123 kg/ha N, C/N=13) ja olkien hajaantumisen aiheuttamaa typen sitoutumista mikrobeihin ja orgaaniseen ainekseen (3 tn/ha kuivaa olkimassaa, 15 kg/ha N, C/N=80) (Kuva 3). Kuvan esimerkkilaskelmassa lämpötila on vakioitu 10° C:een.



Kuva 3. Erilaisten kasvimateriaalien hajaantumisen vaikutus maan liukoiseen typeen.

Viljelykiertojen ravinnetaseet

Viljelykiertotyöpajoissa (Nissinen ym. 2001) esitettyjen viljelykiertojen ravinnehuollon suunnittelusta on esimerkki taulukossa 4. Kirjoituspöydän ääressä tehtävässä suunnittelussa eivät ole rajoitteena orgaanisten lannoitteiden saatavuus tai niistä aiheutuvat kustannukset. Talouslaskelmissa voidaan kuitenkin tarkastella erilaisten lannoitevaihtoehtojen kannattavuutta. Tanskassa vihannesviljelykierrasta on saatu hyviä kokemuksia jopa ilman lannan käyttöä, mutta Tanskan ilmastossa typensitojakasveja voidaan hyödyntää tehokkaasti vielä viljelykasvin sadonkorjuunkin jälkeen (Thorup-Kristensen 1999). Kuuden vuoden kierrossa typpeä poistui sadossa keskimäärin 70 kg/ha vuotta kohden ja tämän kulutuksen arveltiin korvautuvan yhdellä viherlannoitus- ja yhdellä hernevuodella sekä kahdella aluskasvina kylvetyllä apilanurmella (Thorup-Kristensen 1999). Lohkon viljelyhistoria vaikuttaa viljelykierron ravinnetaseen yli- tai alijäämäisyyden seurauksiin. Runsaasti ravinteita sisältävällä multavalla lohkolla ravinnetaseet voivat olla jonkin aikaa alijäämäisiä. Karulla, vähäravinteisella lohkolla ravinnetaseiden on sen sijaan oltava jonkin verran yli- tai alijäämäisiä. Luonnonmukaisen viljelyn etuna on, että viljelykierrossa maahan tulee runsaasti orgaanista ainesta, jolloin maan omien ravinnereservien ei pitäisi kulua vaan pikemminkin lisääntyä. Tällöin muutamien vuosien ylijäämäisten taseiden ei pitäisi johtaa herkästi ravinnehävikkeihin.

Taulukko 4. Esimerkki viljelykierrosta ja lasketuista pääravinteiden ravinnetaseesta.

Vuosi	Kasvi/lannoite	Sato/lannoite (kg/ha)	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)
1	sipuli + aluskasvina apila-nurmi	20000	-62	-10	-56
	biotiitti	10000			+500
2	apilanurmi	21000 (jätetään peltoon)	+109		
3	apilanurmi, kynnetään heinäkuussa ja ohra kerääjäkasviksi	11000 (jätetään peltoon)	+90		
4	syyskaali	45000	-81	-14	-122
	kompostoitu karjanlanta	30000	+126	+19	+63
	kananlanta	10000	+106	+46	+56
5	peruna	25000	-84	-4	-132
6	herne ja kaura viherlannoituksena		+44		
	Yhteensä		+119	+7	+117

Kirjallisuus

- Dragland, S., Riley, H. & Berentsen, E. 1995. N fertilizer value of cabbage residues. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 9: 163–176.
- Jansson, P.E. (toim.) 2000. Coupled heat and mass transfer model for soil-plant-atmosphere system. <http://amov.ce.kth.se/Hemsidan/Vara%20Datorprogram/CoupModel/Index.htm>
- Nissinen, A., Suojala, T. & Kallela, M. 2001. Luomukaalin viljelykiertoja pohdittiin Kauttualla. *Puutarha & kauppa* 5, 14: 4–5.
- OECD 2002. Gross nitrogen balances. Handbook. The 2nd draft. 30 September 2002. <http://webdomino1.oecd.org/comnet/agr/nutrient.nsf>
- Pirttijärvi, R. 1998. Nutrient balances in agrienvronmental policy. Helsinki: Maatalouden taloudellisen tutkimuslaitos. Julkaisuja 88. 1–106.
- Rahn, C., Mead, A., Draycott, A., Lillywhite, R. & Salo, T. 2001. A sensitivity analysis of the prediction of the nitrogen fertilizer requirement of cauliflower crops using the HRI WELL_N computer model. *The Journal of Agricultural Science* 137: 55–69.
- Salo, T., Suojala, T., Kallela, M. & Pulkkinen, J. 2001. Vihannesten ravinteiden otto. Teoksessa: Tahvonen, R., Suojala, T. & Sironen, L. (toim.). Kasvukauden oloihin sopeutuva puutarhaviljely. MTT:n julkaisuja. Sarja A 91. Jokioinen: MTT. s. 54–61.
- Suojala, T., Salo, T., Kallela, M., Pulkkinen, J. & Kaukoranta, T. 2001. Keräkaalin, sipulin ja porkkanan kastelu ja lannoitus. Teoksessa: Tahvonen, R., Suojala, T. & Sironen, L. (toim.). Kasvukauden oloihin sopeutuva puutarhaviljely. MTT:n julkaisuja. Sarja A 91. Jokioinen: MTT. s. 45–53.

- Thorup-Kristensen, K. 1999. An organic vegetable rotation aimed at self-sufficiency in nitrogen. Teoksessa: Olesen, J.E., Eltun, R., Gooding, M.J., Steen Jensen, E. & Köpke, U. (toim.). Designing and testing crop rotations for organic farming. Proceedings of an international workshop. Tjele: Danish Research Centre for Organic Farming. Report No. 1/1999. 133–140.
- Tuori, M., Kuoppala, K., Valaja, J., Aimonen, E., Saarisalo, E. & Huhtanen, P. 2002 Rehutaulukot ja ruokintasuositukset 2002 [verkkodokumentti]. Jokioinen: MTT. Julkaistu 28.6.2002, [viitattu 12.9.2003]. Saatavissa: <http://www.agronet.fi/rehutaulukot/>.

4 Työnkäyttö luomuvihannestiloilla ja sen mallintaminen

Timo Lötjönen, MTT Maatalousteknologia

Ongelmakenttä

Tavanomaisilla vihannestiloilla viljellään monesti useita eri kasveja, jotta satoa riittäisi tasaisesti markkinoille ympäri vuoden. Tällä pyritään myös vähentämään kasvinviljelyn riskejä ja tasoittamaan työhuippuja, koska eri kasveilla työt ajoittuvat eri aikoihin. Toisaalta tämä edellyttää monipuolisempaa osaamista ja konekantaa kuin mitä vain muutama kasviin keskittyminen vaatisi. Monipuolisella tilalla on vaikea saavuutta suurtuotannon tarjoamia mittakaavaetuja ja siten työtä joudutaan tekemään tunneissa mitattuna enemmän kuin yksipuolista tuotantoa harjoittavilla tiloilla.

Luomuvihannestiloilla edellä esitetty ongelma korostuu. Toimiva viljelykierto edellyttää sellaistenkin kasvien viljelyä, joita ei tavanomaisella vihannestilalla viljeltäisi (esimerkiksi viherlannoitusnurmet ja viljat, Kuva 1). Lisäksi pahimmillaan erittäin työläs rikkakasvien torjunta, tautien ja tuholaisten hallinta sekä orgaanisen lannoituksen järjestäminen lisäävät työmenekkiä selvästi verrattuna tavanomaiseen vihannestilaan.



Kuva 1. Viherkesantojen perustaminen ja hoito on yksi tekijä, joka lisää luomuvihannestilojen työmenekkiä ja kustannuksia verrattuna tavanomaisiin tiloihin

Apila 2001 –näyttelyssä tehdyssä kyselyssä viljelijät nimesivät luomuviljelyn merkittävimmäksi ongelmaksi kasvinsuojelun, erityisesti rikkakasvit. Hallintamenetelmät ovat työläitä ja vaikuttavat siten ratkaisevasti myös tuotannon kannattavuuteen. Rikkakasvien hallinnassa tehdyt virheet vaikuttavat siemenpankin lisääntymisen kautta kasvinsuojelun työmenekkiin ja tuotannon kannattavuuteen useita vuosia tulevaisuudessa. Täysin epäonnistunut rikkakasvien torjunta saattaa johtaa jopa luomutuotannosta luopumiseen.

Tekniikasta apua rikkakasviongelmiin

Tuotantoteknologioiden valinnalla ja oikealla käytöllä voidaan vaikuttaa huomattavasti rikkakasvien määrään ja myös ravinteiden vapautumiseen. Perusmuokkauksella voidaan pitää kestorikkakasveja kurissa, mutta käytetty teknologia ja ajoitus vaikuttaa myös ravinteiden huuhtoutumiseen talven aikana. Samoin viherkesannon hoitotavalla on merkitystä rikkakasvitilanteen kehittymiseen ja toisaalta maahan kertyvään ravinnevarastoon.

Koska vihanneskasvit ovat heikkoja kilpailemaan rikkakasvien kanssa, pelkät viljelykierrolliset ja ennakoivat rikkakasvintorjuntakeinot eivät yleensä riitä. Tarvitaan suoraa kasvukauden aikaista torjuntaa, jotta kitkentätyötä jäisi mahdollisimman vähän. Näitä ovat mm. liekitys, riviväliharaus ja -harjaus. Näillä on suora vaikutus kitkettäväksi jäävien rikkakasvien määrään ja siten hyvin suuri vaikutus viljelyn kannattavuuteen. Kitkentätyön tarve voi vaihdella luomuvihannestiloilla 0-400 tuntia/ha. Esimerkiksi liekittimen tai riviväliharan oikeilla säädöillä voidaan kitkentätyöntarvetta vähentää helposti 50 %. Mahdollisimman kapeisiin käsittelemättömiin kaistoihin pyrkiminen ja laitteiden säätäminen toimimaan tehokkaasti riviväleissä vähentävät kitkentätarvetta. Samoin eri tekniikoiden yhdistäminen tuo yleensä paremman tuloksen kuin vain yhden menetelmän käyttö.

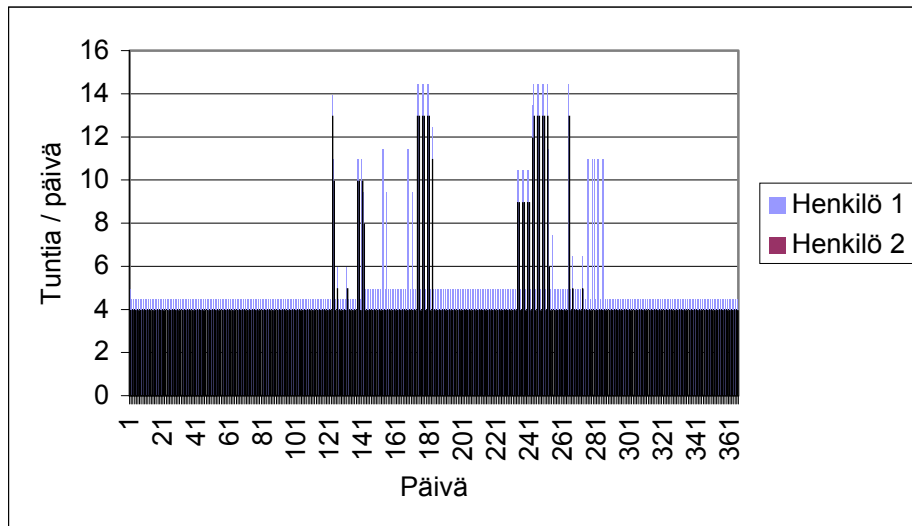
Riviviljelykoneiden tarkkaan ohjaamiseen tanskalaiset ovat kehittäneet digitaaliseen kuvankäsittelyyn perustuvan järjestelmän, joka kykenee näkemään viljelykasvirivit. Kaupallinen sovellus on ollut jo muutamia vuosia markkinoilla ja laitteisto toimii ilmeisen hyvin. Kallis hankintahinta (noin 10 000 e) rajoittaa vielä tämän teknologian yleistymistä, mutta yhteiskäyttöisenä se saattaisi olla Suomenkin vihannestiloilla kannattava ratkaisu. Tanskalais-saksalaisena yhteistyönä on syntymässä kitkentäkone, joka pystyy konenäkönsä avulla käsittelemään myös riveissä olevia viljelykasvien välejä. Toistaiseksi vaatimuksena on, että rikkakasvien ja viljelykasvien välillä on tietty kokoero (esimerkiksi kaalintaimi ja sirkkalehtiasteiset rikkakasvit). Ihmisen korvaavan kitkentärobotin markkinoille tulo lienee kuitenkin vain ajan kysymys, sillä onhan lypsyrobotitkin jo keksitty.

Työntarpeen ennakoiminen mallintamisen avulla

Kuten on huomattu, luomuvihannestilan työvoiman tarpeeseen vaikuttavat hyvin monet asiat, mutta ehkä suurin näistä on onnistuminen tai epäonnistuminen rikkakasvitilanteen hallinnassa. Kokonaisuus on monimutkainen. Tilan viljelykiertoa suunniteltaessa, kannattavuutta arvioitaessa tai uutta työkonetta hankittaessa tarvitaan laskelmia ja arvioita tilan työvoimatarpeesta. Näitä laskelmia voidaan tehdä perinteiseen tapaan kynällä ja paperilla, taulukkolaskimella tai rakentamalla tilan toiminnasta tietokonemalli, joka matkii mahdollisimman tarkasti vuoden aikana tilalla tapahtuvia tapahtumia. MTT:ssä on tähän saakka tehty malleja mm. viljankorjuusta ja –varastoinnista, ravinteiden käyttäytymisestä maassa ja luomukarjatilojen työnkäytöstä.

Käytettävissä olevien pohjatietojen oikeellisuus ja mallintajan perehtyneisyys ko. tuotantosuuntaan ratkaisevat mallin hyvyden. Malli ei voi itse keksiä esimerkiksi kitkentään kuluvaa aikaa, vaan tieto on syötettävä siihen tai mallin on laskettava se muista tiedoista.

Pohjatietoja on saatavissa muutamilta harvoilta vihannesviljelyä harjoittavilta kirjanpitotiloilta ja mm. Työtehoseuran tiloilla tekemistä työmenekkimittauksista. Mallin on oltava riittävän tarkka kuvaus tilan toiminnoista, jotta se antaisi oikeita vastauksia. MTT/Vakolassa käytössä oleva ns. dynaaminen mallinnusohjelma on siitä hyvä, ettei se toimi, jos kaikkia työvaiheita ei ole muistettu ottaa huomioon.



Kuva 2. Esimerkkinä päivittäiset työmenekit luonnonmukaisella 32 lehmän ja 73 ha:n tilalla lypsykarjatilalla.

Dynaamisen mallin etuna on se, että sillä saadaan vuosittaisen työntarpeen lisäksi helposti päivittäiset työmenekit (kts. Kuva 2), jolloin eri vaihtoehtoja mietittäessä voidaan tarkistaa, josko jollekin päivälle tai viikolle näyttäisi tulevan niin paljon töitä, ettei niitä ehditä tekemään. Samoin voidaan kokeilla, mitä säiltään erilaiset kesät tai vaikkapa yllättävät konerikot vaikuttavat päivittäisiin työmenekkeihin ja töiden kasautumiseen. Näitä kokeiluja ei taulukkolaskimen avulla pysty kovin helposti tekemään. Samaan malliin voidaan melko helposti lisätä myös talouslaskentaa, jolloin nähdään vaikutukset vaikkapa jonkin kasvin tuotantokustannukseen tai koko tilan liikevaihtoon.

5 Viljelykierron taloudellisen tuloksen arviointi

Pia Outa, MTT Taloustutkimus

Taustaa, aikaisemmat tutkimukset

Luonnonmukaisesti tuotettujen puutarhatuotteiden tuotantokustannuksista ja viljelyn taloudesta on hyvin vähän tutkimuksia. Koikkalainen (1996) on verrannut porkkanan tavanomaisen ja luomutuotannon suhteellista kannattavuutta. Muutamia yksittäisiä tuotantokustannuslaskelmia on tehty, mutta laajempaa taloustutkimusta ei luonnonmukaisesta tuotannosta ole olemassa. Tavanomaisesti tuotettujen puutarhatuotteiden tuotantokustannuksia on seurattu vuodesta 1993 (Lassheikki 1994, Lehtimäki 1996 ja 1998, Outa 2000).

Luomutuotannon parissa työskentelevät tutkijat ovat järjestäneet työpajoja joissa on mietitty, mitkä ongelmat ovat keskeisimpiä luomuvihannesten tuotannossa. Viljelykierto ja kierron taloudellinen tulos nousi yhtenä asiana esiin. Viljelykiertoissa on ns. välikasveja, joilla ei ole merkittävää taloudellista merkitystä. Tällöin puutarhakasveista saatavilla tuotoilla on katettava välikasvien aiheuttamat kustannukset.

Jäljempänä esitetty laskelma on esimerkki viljelykierron tuloksen teknisestä toteuttamisesta. Korostettakoon, että laskelmassa käytetyt luvut ovat tutkijoiden omia arvioita, eikä laskelmaa ole tarkistettu esim. viljelijöiden kanssa. Siten tuotantopanosten määrät ja hinnat ovat vain suuntaa-antavia, eikä laskelmaa kuvaa todellista tilannetta.

Kustannusten laskentaperusteita

Talouselaskelmia on hyvin monenlaisia niiden käyttötarkoituksesta riippuen. Laskelmien laatimisen lähtökohdaksi onkin päätetty, mitä laskelmalla halutaan kuvata eli mitä lasketaan; tuotot, kustannukset, tuotantokustannus vai kannattavuus. Seuraavaksi on päätettävä, mikä on laskennan kohde; koko tila, viljelykierto, hehtaari, kasvi(t). Monivuotisten kasvustojen osalta tulee ratkaista myös aikaperspektiivi, mille aikavälille laskelma tehdään.

Kustannuslaskennassa ratkaistavia ongelmia jaetaan kirjallisuudessa yleisesti neljään osaan:

- Laajuusongelma: Mitkä kustannukset otetaan huomioon?
- Mittaamis- ja arvostusongelma: Mikä on kustannusten määrä ja mikä on kustannusten yksikköhinta?
- Kohdistusongelma: Miten kustannukset kohdistetaan eri laskentakohteille?
- Jaksotusongelma: Miten pitkävaikutteisten omaisuusesineiden hankintakustannukset jaetaan pitoajalle?

Kustannusten jaottelu

Yleisimmin kustannukset jaetaan kustannuslajeihin tai muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin. Kustannuslajeja ovat esimerkiksi ainekustannukset (eli tarvikkeet), työkustannukset, pääomakustannukset sekä muut lyhytvaikutteiset kustannukset. Toinen tapa on jakaa kustannukset muuttuviin ja kiinteisiin. Muuttuvat kustannukset seuraavat tuotannon määrän vaihteluita, kiinteät kustannukset taas pysyvät samana tuotantoasteesta riippumatta.

Kustannusten laskentaan tarvittavia tietoja

Yleisesti kustannuslaskelmaa varten tarvitaan laajalti tietoja. Toki kustannuksista saa suuntaa-antavia tuloksia karkeallakin jaottelulla, mutta mitä kattavampi laskelma on, sen luotettavampi. Tarpeellisia perustietoja ovat esimerkiksi:

- laskelman tai viljelmämallin taustaoletukset; tilan pinta-ala, puutarhakasvien ala, lajit, sadot, hävikki, markkinointitapa jne.
- muuttuvat tuotantopanokset; käyttömäärät ja yksikköhinnat
- työmenekkilaskelmat; viljelytyö, markkinointityö, johtotyö jne.
- pääomakanta; konekapasiteetti, hankintahinnat, koneiden ja rakennusten pitoajat ja jäännösarvot. Konekustannukset voi laskea myös ns. urakkahinnoilla

Esimerkki luomukierron talouden laskennasta

Mallilaskennan esimerkkinä on 25 hehtaarin tila, jossa on kuusivuotinen viljelykierto. Laskennan helpottamiseksi peltoala on jaettu kuuteen yhtäsuureen lohkoon, jolloin yhden lohkon pinta-ala on 4,17 hehtaaria. Laskelmassa oletetaan myös, että sama kierto toistuu jokaisella loholla. Viljelykierrossa vuorottelevat kasvit on havainnollistettu taulukossa 1.

Koko viljelykierron taloudellisen tuloksen arvioimiseksi on jokaisen viljelykierrossa olevan kasvin tuotot ja kustannukset eriteltävä. Tuotot jaetaan myyntituottoihin ja tuotantotukkiin. Kustannuksissa on selvitetty kyseisen kasvin muuttuvat kustannukset, eli aine- ja tarvikkekustannus sekä työkustannukset. Viljelyn kiinteät kustannukset on esimerkilaskelmassa jaettu yleiskustannuksiin sekä omaisuudesta aiheutuviin kustannuksiin, eli poisto-, korko-, korjaus- ja kunnossapito sekä vakuutuskustannuksiin. Kiinteät kustannukset on mallissa laskettu koko viljelykiertoa eli koko tilaa kohden.

Taulukko 1. Kaavio mallitilan viljelykierrosta olettaen, että sama kierto toistuu kaikilla tilan peltolohkoilla samassa järjestyksessä.

Kierto 3							
Vuosi	Lohko 1	Lohko 2	Lohko 3	Lohko 4	Lohko 5	Lohko 6	Viljely- ala/vuosi
1	kevätilja + nurmen siemen	porkkana	herne, pyydyskasvi	kukkakaali, pyydyskasvi	apilanurmi, (pikakesanto, pyydyskasvi)	apilanurmi	25,00
2	apilanurmi	kevätilja + nurmen siemen	porkkana	herne, pyydyskasvi	kukkakaali, pyydyskasvi	apilanurmi, (pikakesanto, pyydyskasvi)	25,00
3	apilanurmi, (pikakesanto, pyydyskasvi)	apilanurmi	kevätilja + nurmen siemen	porkkana	herne, pyydyskasvi	kukkakaali, pyydyskasvi	25,00
4	kukkakaali, pyydyskasvi	apilanurmi, (pikakesanto, pyydyskasvi)	apilanurmi	kevätilja + nurmen siemen	porkkana	herne, pyydyskasvi	25,00
5	herne, pyydyskasvi	kukkakaali, pyydyskasvi	apilanurmi, (pikakesanto, pyydyskasvi)	apilanurmi	kevätilja + nurmen siemen	porkkana	25,00
6	porkkana	herne, pyydyskasvi	kukkakaali, pyydyskasvi	apilanurmi, (pikakesanto, pyydyskasvi)	apilanurmi	kevätilja + nurmen siemen	25,00

Mallilaskelma on esimerkki laskelman rakenteesta, jolla useamman viljelykasvin tuottoja ja kustannuksia voidaan tarkastella. Laskelmassa käytetyt tuotantopanosten määrät ja hinnat ovat pikemminkin suuntaa-antavia, eikä niitä ole pohdittu esim. viljelijöiden kanssa. Työmenekkilaskelmat luomuporkkanalle ja kukkakaalille sekä mallitilan omaisuusluettelo on muokattu 'Puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamallit' -julkaisusta.

1. vuosi: kevätilja + nurmen perustaminen

Ensimmäisenä vuotena myyntituottoja saadaan mallitilalla kevätiljasta (ohra) 463 euroa/ha. Viljan oletettu sato on 2 500 kg/ha ja hinta 0,185 e/kg. Tuotantotuet ovat vuoden 2003 tukitasoja B-tukialueella. Ympäristötuen lisätoimenpiteeksi on valittu talviaikainen kasvipeitteisyys. Ohran tuet ovat yhteensä 650 eur/ha, jolloin tuotot yhteensä ovat 1 113 euroa hehtaarille. Tarvikekustannus on 819 eur/ha ja työkustannus 111 eur/ha. Työtunteja on arvioitu olevan 11 ja työtunnin kustannus on 10,9 euroa. Kustannuksiin sisältyy nurmen kylvö syksyllä.

2. ja 3. vuosi: CAP- säilörehunurmi

Kierron toinen ja kolmas vuosi on CAP-säilörehukesantoa. Kolmantena vuonna keski-kesällä nurmi muokataan, pikakesannoidaan ja kylvetään ohra pyydyskasviksi. Säilörehunurmelle ei ole markkinahintaa, jolloin rehusta ei saada myyntituottoja. CAP-säilörehunurmen tuet ovat 595 euroa vuotta kohden. Kustannuksia aiheutuu kolmantena vuonna kesannon muokkaamisesta ja ohran kylvöstä. Tarvike- ja työkustannukset ovat yhteensä 141 eur/ha.

4. vuosi: kukkakaali ja pyydyskasvi

Neljäntenä vuotena kierrossa on kukkakaali, joka myydään teollisuudelle. Tuottajahinnaksi on arvioitu 0,673 e/kg. Kukkakaalin jälkeen kylvetään pyydyskasviksi ohra. Kukkakaalin sato-oletus on 12 000 kg/ha, jolloin myyntituotot hehtaaria kohden ovat 8 073 euroa. Tuet ovat yhteensä 1 054 eur/ha, jolloin kokonaistuotoksi saadaan 9 127 eur/hehtaari.

Tarvikekustannuksia aiheutuu kaalin taimista ja ohran siemenistä, viljelyharsosta, karjannasta, traktorin polttoaineesta sekä ostorahdista yhteensä 4 780 eur/ha. Kaalin ja ohran yhteiseksi työmenekiksi on arvioitu 355 tuntia hehtaarille. Tarvike- ja työkustannus on siten yhteensä 8 362 eur/ha.

5. vuosi; tarhaherne ja pyydyskasvi

Viidentenä vuotena loholla viljellään tarhahernettä, ja sadonkorjuun jälkeen kylvetään ohra pyydyskasviksi. Herneen sato-oletus on 4 000 kg/ha ja tuottajahinta on 42 snt/kg. Myyntituotot hehtaaria kohden ovat siten 1 682 euroa. Tarhaherneen tuet ovat 1 054 euroa.

Tarvikekustannuksia aiheutuu herneen ja ohran siemenistä, ympistä, sekä traktorin polttoaineesta. Herne puidaan tehtaan puimurilla. Viljelytyötä tarvitaan 36,5 tuntia. Herneen tarvike- ja työkustannus ovat yhteensä 880 euroa/ha.

6. vuosi; porkkana

Viimeisenä vuotena viljelykierrossa on porkkana. Sato-oletus on 40 000 kg/ha, josta 1. luokan satoa 35 000 kg ja 2. luokan satoa 5 000 kg. Sato myydään teollisuudelle, 1. luokan porkkanan tuottajahinta on 25 snt ja 2. luokan 10 snt kilolta. Tällöin porkkanan myyntitulot ovat 9 309 euroa hehtaarilta ja viljelyn tuet 1 054 euroa.

Tarvikekustannuksia aiheutuu siemenistä, viljelyharsosta, traktorin polttoaineesta sekä ostorahdista yhteensä noin 2 770 euroa. Luomuporkkanan tuotannossa viljelytyön menekki on suuri, 660 tuntia/ hehtaari, jolloin työkustannus on muihin viljelykierron kasveihin verrattuna suuri (noin 6 600 euroa).

Kasvikohtainen myyntikate

Viljelykierron kasveista voi laskea erikseen viljelyn katteen, jossa kokonaistuotoista (myyntituotot ja tuet) vähennetään viljelyn muuttuvat kustannukset. Myyntikate kertoo, paljonko muuttuvien kustannusten vähentämisen jälkeen tuotoista jää kiinteille kustannuksille (Taulukko 2). Kasvikohtainen erittely myyntituotoista, tuista ja muuttuvista kustannuksista on liitteessä 1. Kukkakaalin ja porkkanan työmenekkilaskelmat ovat liitteessä 2.

Taulukko 2. Kasvikohtaiset myyntikatteet viljelykierron aikana

euroa/lohko 4,17 ha	1.vuosi ohra	2. vuosi säilörehu	3. vuosi säilörehu	4. vuosi kaali	5. vuosi herne	6. vuosi porkkana	yhteensä/ tila
Myyntituotot	1 929	0	0	33 664	7 013	38 819	81 426
Tuet	2 713	2 483	2 483	4 397	4 397	4 396	20 868
Kokonaistuotto	4 641	2 483	2 483	38 061	11 410	43 215	102 294
Tarvikekustannus	3 414	0	167	19 931	2 141	11 564	37 217
Työkustannus	463	0	421	14 939	1 536	27 773	45 131
Muuttuvat kustannukset yht.	3 877	0	588	34 870	3 677	39 338	82 348
Myyntikate	764	2 483	1 895	3 192	7 733	3 877	19 945

Kiinteät kustannukset

Viljelyn kiinteitä kustannuksia ovat yleiskustannukset sekä omaisuudesta aiheutuvat kustannukset. Yleiskustannuksia ovat esim. toimistokulut (kirjanpito, pankki, puhelin, ATK), markkinointi-, koulutus- ja neuvontakulut sekä jäsenmaksut. Koko tilan yleiskustannuksiksi on arvioitu noin 5 000 euroa.

Omaisuudesta aiheutuvia kustannuksia ovat poisto-, korko-, korjaus- ja kunnossapito sekä vakuutuskustannukset. Poistossa tuotantovälineen hankkimisesta aiheutuneet kustannukset jaksetaan käyttövuosille samassa suhteessa kuin sen arvo todellisuudessa alenee iän, käytön ja kulumisen johdosta. Poistokustannuksen laskenta perustuu omaisuusesineen jälleenhankintahintaan, poistoaikaan sekä jäännösarvoon. Mallitilan omaisuusluettelo on liitteessä 3.

Korkokustannus lasketaan omaisuusosien nykyarvosta, joka on puolet niiden jälleenhankintahinnasta. Korkokantana on 5 %. Korjaus- ja kunnossapitokustannus on rakennusten jälleenhankinta-arvosta 1 % ja koneiden ja kaluston jälleenhankinta-arvosta 3 %. Vakuutuskustannus on 0,2 % yhteenlasketun omaisuuden jälleenhankinta-arvosta.

Yleiskustannukset ja omaisuudesta aiheutuvat kustannukset huomioidaan mallitilalla koko tilaa ja vuotta kohden. Tällöin ei tarvitse ratkaista, kuinka suuri osuus esimerkiksi traktorin poistokustannuksesta kohdennetaan porkkanan tai ohran kustannuksiin. Mallitilan kiinteät kustannukset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Yleiskustannukset ja omaisuudesta aiheutuvat kustannukset mallitilalla.

	e /vuosi /koko tila
Yleiskustannukset	5 046
Omaisuudesta aiheutuvat kustannukset	
- poistot yhteensä	13 816
poistot rakennuksista	1 429
koneista ja kalustosta	12 387
- korjaus- ja kunnossapito	
rakennukset	1 % 397
koneet ja kalusto	3 % 5 017
- vakuutus	0,2 % 414
- pääoman korkovaatimus	5 173
Omaisuudesta aiheutuvat kustann. yht.	24 817
Kiinteät kustannukset yhteensä	29 862

Viljelykierron taloudellinen tulos

Kaikkien kasvien yhteenlasketut myyntikatteet olivat noin 20 000 euroa tilaa ja vuotta kohden. Tilamallin kiinteät kustannukset ovat noin 30 000 euroa, jolloin viljelykierrosta aiheutuu tappiota hieman alle 10 000 euroa vuodessa (Taulukko 4). Tällöin joudutaan tinkimään jostain laskennallisesta kuluerästä, kuten pääoman korkovaatimuksesta tai yrittäjäperheen palkasta. Mallilaskelmista on yleisesti huomioitava, että niillä ei voida mallittaa tuotantoon ja hintoihin liittyvää riskiä.

Taulukko 4. Koko tilan tuotot ja kustannukset sekä liikevoitto/-tappio vuotta kohden.

	euroa/ tila /vuosi
Myyntituotot	81 426
Tuet	20 868
Kokonaistuotto	102 294
Tarvikekustannus	37 217
Työkustannus	45 131
Yleiskustannus	5 046
Omaisuudesta aiheutuvat kustannukset	24 817
Kustannukset yhteensä	112 211
Liiketulos (voitto/-tappio)	-9 917
/hehtaaria kohti	-397

Kirjallisuus

Koikkalainen, K. 1996. Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn suhteellinen kannattavuus. Helsinki: Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Tiedonantoja 210. 58 s. ISBN 952-9538-68-5.

Lassheikki, K. 1994. Puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamallit. Puutarhaliiton julkaisu nro 278. 138 s. ISBN 951-8942-15-3.

Lehtimäki, S. 1996. Puutarhatuotannon sopeutumiskehityksen perusteita 1995-96. MATEUS- tutkimusohjelman väliraportti, puutarhatalous. Puutarhaliiton julkaisuja nro 289. 79 s. ISBN 951-8942-24-2.

Lehtimäki, S. 1998. Suomen puutarhatuotannon EU-sopeutumisen jatkoseuranta ja EU:n puutarhareformi. Puutarhaliiton julkaisuja nro 300. 80 s. ISBN 951-8942-34-X.

Outa, P. 2000. Puutarhayritysten tuotantokustannusten seurantamallit. Helsinki: Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos. Selvityksiä 11/2000. s. 6–87. ISBN 951-687-083-X.

LIITE 1. Kasvikohtaiset tuotot ja muuttuvat kustannukset mallitilan viljelykierrossa
TILAN PINTA-ALA 25 HA, VILJELYVUOSIA 6, LOHKON PINTA-ALA 4,17 HA

VILJELYKIERTO, ESIMERKKILASKELMA		määrä/ ha	määrä/ lohko	á hinta	eur/ha	eur/lohko	
Vuosi 1: kevätvilja + nurmen siemen							
Tuotot	Myyntitulot:	ohra	2 500	10 425	0,185	463	1 929
	Tuet 2003						
	LFA -tuki			4,17	200	834	
	CAP-tuki vilja			4,17	222	926	
	ymp.tuki perustoimenp.			4,17	93	389	
	ymp.tuki lisätoimenp.			4,17	24	98	
	kasv.vilj. kans. tuki			4,17	9	38	
	luomutuki			4,17	103	428	
		Tuet yhteensä			650	2 713	
	Tuotot yhteensä				1 113	4 641	
Kustannukset							
<u>1. Tarvikkeet:</u>							
	Siemenet	Arve	220	917	0,200	44	183
		timotei -puna-apila	20	83		74	309
	Lannoitteet	Biotiitti, tn	10	42	50,456	505	2 104
	Sähkö	kuivatus	2 500	10 425	0,010	25	105
	Poltto- ja voiteluaineet		6,5	27	2,355	15	64
	- leikkuupuinti		1	4	89,140	89	372
	- olkien paalaus		2 000	8 340	0,019	37	154
	Ostorahti		2 500	10 425	0,012	29	123
		Yhteensä				819	3 414
	<u>2. Työkustannus:</u>		11	46	10,091	111	463
	Muuttuvat kustannukset yhteensä					930	3 877
Vuosi 2: Cap-säilörehunurmi			Vuosi 2:				
Tuotot	Myyntitulot:	säilörehu	24 000	100 080	0	0	0
	Tuet:						
	LFA -tuki			4,17	200	834	
	CAP-tuki säilörehu			4,17	176	734	
	ymp.tuki perustoimenp.			4,17	93	389	
	ymp.tuki lisätoimenp.			4,17	24	98	
	luomutuki			4,17	103	428	
		Tuet yhteensä			595	2 483	
	Tuotot yhteensä				595	2 483	
	Muuttuvat kustannukset yhteensä				0	0	

Liite 1 jatkuu

VILJELYKIERTO, ESIMERKKILASKELMA		määrä/ ha	määrä/ lohko	á hinta	eur/ha	eur/lohko	
Vuosi 3 Cap-säilörehunurmi		sama kylvö kuin 1. vuonna					
Tuotot	Myyntitulot:	säilörehu	12 000	50 040	0	0	0
	Tuet:						
	LFA -tuki			4,17	200	834	
	CAP-tuki säilörehu			0	176	0	
	ymp.tuki perustoimenp.			0	93	0	
	ymp.tuki lisätoimenp.			0	24	0	
	luomutuki			4,17	103	428	
		Tuet yhteensä				<u>595</u>	<u>1 262</u>
	Tuotot yhteensä					595	1 262
Kustannukset							
	<u>1. Tarvikkeet:</u>						
	Siemenet	ohra	200	834	0,200	40	167
	<u>2. Työkustannus:</u>		10	42	10,091	101	421
	Muuttuvat kustannukset yhteensä					141	588
Vuosi 4 kaali							
Tuotot	Myyntitulot:						
	kukkakaali, teollisuuteen		12 000	50 040	0,673	8 073	33 664
	Tuet:						
	LFA -tuki			4,17	200	834	
	ymp.tuki perustoimenp.			4,17	333	1 389	
	ymp.tuki lisätoimenp.			4,17	24	98	
	kasv.vilj. kans. tuki			4,17	395	1 648	
	luomutuki			4,17	103	428	
		Tuet yhteensä				<u>1 054</u>	<u>4 397</u>
	Tuotot yhteensä					9 127	38 061
Kustannukset							
	<u>1. Tarvikkeet:</u>						
	Taimet	Candid Charm	42 000	175 140	0,059	2 472	10 310
	Siemenet	pyydys	200	834	0,168	34	140
	harso			0		1 177	4 909
	Karjanlanta	tn	30	125	8,409	252	1 052
	kasvinsuojelu			0		30	125
	Poltto- ja voiteluaineet	116 h	1 220	5 087	0,336	410	1 711
	Ostorahti		12 000	50 040	0,034	404	1 683
		Yhteensä				<u>4 780</u>	<u>19 931</u>
	<u>2. Työkustannus:</u>						
	kukkis		349	1 455	10,091	3 522	14 686
	pyydys		6	25	10,091	61	252
	Muuttuvat kustannukset yhteensä					8 362	34 870

Liite 1 jatkuu

VILJELYKIERTO, ESIMERKKILASKELMA			määrä/ ha	määrä/ lohko	á hinta	eur/ha	eur/lohko
Vuosi 5 tarhaherne							
Tuotot	Myyntitulot:	herne	4 000	16 680	0,420	1 682	7 013
	Tuet:						
	LFA -tuki			4,17		200	834
	ymp.tuki perustoimenp.			4,17		333	1 389
	ymp.tuki lisätoimenp.			4,17		24	98
	kasv.vilj. kans. tuki			4,17		395	1 648
	luomutuki			4,17		103	428
		Tuet yhteensä				1 054	4 397
	Tuotot yhteensä					2 736	11 410
Kustannukset							
<u>1. Tarvikkeet:</u>							
	Siemenet	Early Onward	250	1 043	1,682	420	1 753
		pyydys	200	834	0,168	34	140
	Ymppäys		250	1 043	0,109	27	114
	Poltto- ja voiteluaineet		95	396	0,336	32	133
		Yhteensä				513	2 141
	<u>2. Työkustannus:</u>	herne	30,5	127	10,091	308	1 283
		pyydys	6	25	10,091	61	252
	Muuttuvat kustannukset yhteensä					882	3 677
Vuosi 6 porkkana							
Tuotot	Myyntitulot:						
	porkkana teoll.	1 lk	35 000	145 950	0,252	8 830	36 821
		2 lk	5 000	30 000	0,096	479	1 999
		yhteensä	40 000			9 309	38 819
	Tuet:						
	LFA -tuki			4,17		200	834
	ymp.tuki perustoimenp.			4,17		333	1 389
	ymp.tuki lisätoimenp.			4,17		24	98
	kasv.vilj. kans. tuki			4,17		395	1 647
	luomutuki			4,17		103	428
		Tuet yhteensä				1 054	4 396
	Tuotot yhteensä					10 363	43 215
Kustannukset							
<u>1. Tarvikkeet:</u>							
	Siemenet	Bolero	1,00	4,17	431	431	1 795
	harso			0		1 177	4 909
	Kasvinsuojelu			0		20	83
	Poltto- ja voiteluaineet		405	1 689	0,336	136	568
	Ostorahti		30 000	125 100	0,034	1 009	4 208
		Yhteensä				2 773	11 564
	<u>2. Työkustannus:</u>		660	2 752	10,091	6 660	27 773
	Muuttuvat kustannukset yhteensä					9 433	39 338

LIITE 2. Luomukukkakaalin ja -porkkanan viljelytyömenekki

kukkakaali, luomu	Ihmistyö h/ha	h/tn	Konetyö h/ha
Pinta-alasta riippuvat työt:			
kyntö	3		3
muokkaus	3		3
lannoitus	1		1
pintalannoitus	1		1
taimien siirto	2		2
istutus	60		15
kasvinsuojelu	5		5
haraus	6		6
harsojen levitys	25		
perkaus	66		
sadetus 3x	12		30
suojuslehtien äestys	1		1
viljelytyöt yht.	185		67
Sadonmäärästä riippuvat työt:			
sadonkorjuu	150	12,50	35
kuljetus ja purku	14	0,25	14
lajittelu, säkitys ja punnitus	0	6,07	
kuormaus	0	0,16	
varastointi	0	0,07	
varaston purku	0	0,05	
sadon määr. riip työt yht.	164	19,1	49
YHTEENSÄ	349		116
bruttosato tn/ha	12		

Porkkana, luomu	Ihmistyö h/ha	h/tn	Konetyö h/ha
Pinta-alasta riippuvat työt:			
kyntö	2		2
muokkaus + penkin teko	3		2
kylvö	4		1
haraus 2x	6		6
kasvinsuojelu (liekitys)	2,5		2,5
harsotyöt	40		
sadetus 1x	6		15
perkaus	250		
viljelytyöt yht.	314		28,5
Sadonmäärästä riippuvat työt:			
sadonkorjuu	25	0,83	
kuljetus ja purku	8	0,21	12
lajittelu, säkitys ja punnitus	0	6,9	
kuormaus	0	0,14	
varastointi	0	0,07	
varaston purku	0	0,1	
sadon määr. riip työt yht.	33	8,25	12
YHTEENSÄ	347		40,5
bruttosato tn/ha	30		

LIITE 3. Omaisuusluettelo mallitilalla

Kone, laite, rakennus	Koko, kpl	Hankinta-hinta, euroa	Poisto-aika, v.	Jäännös-arvo, %	JA, euroa	poisto eur/vuosi
sosiaaliset tilat	20 m2	6 055	25	10	605	218
konesuoja, varastokatos	400 m2	33 638	25	10	3 364	1 211
varastolaatikoita 1 m3	240	6 458	7	0	0	923
varastolaatikkosäkkejä	240	355	2	0	0	178
traktori, takaveto	45 kW	17 323	15	10	1 732	1 039
traktori, takaveto	50 kW	19 005	15	10	1 901	1 140
traktori, nelipyöräveto	55 kW	22 874	15	10	2 287	1 372
aura, nostolaite, autom.	4 x 16	4 709	12	10	471	353
joustopiikkiäes, työlev. m	2,8-3,5	1 934	12	10	193	145
nostolaitejyrä, työlev. m	3-4	1 766	12	10	177	132
penkintekovehje		1 682	12	10	168	126
kultivaattori		1 682	12	10	168	126
rikkaäes		1 934	12	10	193	145
kesantosilppuri		1 682	12	10	168	126
kasvinsuojeluruisku	750-900 l	2 943	12	10	294	221
kipperävaunu, kantavuus tn	6	2 271	12	10	227	170
täyttövaunu	8,5 tn	7 905	12	10	790	593
etukuormaaja		4 827	12	10	483	362
tasojyrsin, työleveys m	2,5	5 718	12	10	572	429
liekitin		3 364	12	10	336	252
istutuskone	5-rivinen	8 813	12	10	881	661
sadetuskalusto		14 464	12	10	1 446	1 085
käsityövälineet		336	2	0	0	168
pakettiauto, käytetty	1 tn	10 596	12	10	1 060	795
tarkkuuskylvökone	4-riivinen	7 182	12	10	718	539
juuresten nostokone		17 411	12	10	1 741	1 306
Rakennukset yhteensä		39 692				1 429
koneet yhteensä		167 235				12 387

6 Viljelykierto elää markkinoiden ja toimintaympäristön muutoksen mukaan

Anne Piirainen, Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus

Vihannesviljely on syvää osaamista vaativaa tuotantoa tuotantotavasta riippumatta, oman lisäjännityksensä viljelijä saa kun valitsee tuotantomuodokseen luomutuotannon. Yksi luomutuotannon haastavimpia – ja samalla ehkä myös turhauttavimpia – toimenpiteitä on oikeaoppisen viljelykierron suunnittelu. Erikoiskasvituotannossa - kuten avomaan vihannesviljelyssä, viljelykierron suunnittelu on eräänlaista kymmenottelua. Luomutuotannossa viljelykierto tulee suunnitella vähintään viiden vuoden aikajaksolle, joka on tämän päivän sääntöuudistusten viidakossa ja tempoilevassa markkinatilanteessa pitkä aika.

Suunnitelmat laaditaan harkiten, huomioidaan niin biologiset kuin fysikaalisetkin tekijät, kunkin lohkon kohdalla mietitään ja lasketaan ravinteita, rikkakasvitilannetta, maan pinnan muotoa ja kosteustilannetta, kastelumahdollisuutta, maalajin lisäksi kivisyyttä, liikennöintiä jne. Tarkka viljelijä laati suunnitelmat jopa kasvilajitasolle.

Kuinka homma toimii käytännössä? Yllättävän pahaksi äitynyt juolavehnätilanne, myöhään venynyt kevään tulo, varhain alkaneet syysateet, muuttunut ja muuttuva markkinatilanne, viljelijöiden muutokset markkinointirenkassa jne. aiheuttavat muutoksia oikeaoppisesti laadittuun viljelykiertoon. Vuosittain laadittava tuotantosuunnitelma muutokseen päivittää viljelykiertosuunnitelman muuttuneiden tilanteiden tasalle. Viiden vuoden aikajakson jälkeen alkuperäinen viljelykiertosuunnitelma – usein optimistisesti laadittu - voi olla muuttunut vähintään ne viisi kertaa.

Luomuvihannesten tuotantoon ja siten myös suunniteltujen viljelykiertojen toteutumiseen vaikuttavat tekijät voidaankin luokitella kolmeen ryhmään: tilakohtaisiin (”tilan sisäiset tekijät”), tilan ulkopuolisiin (”tilan ulkoiset tekijät”) ja riippumattomiin tekijöihin. Viljelijä voi vaikuttaa eniten tilakohtaisiin tekijöihin, jonkin verran tilan ulkopuolisiin tekijöihin, mutta riippumattomiin tekijöihin viljelijän vaikutusmahdollisuudet ovat vähintäänkin rajalliset. Kaikissa kolmessa ryhmässä vaikuttavat yhtä aikaa biologiset, fysikaaliset ja aineettomat tekijät. Tuloksena on aineellisista ja aineettomista tekijöistä muodostuva ”verkko” (vrt. ekologian ravintoverkko), jonka perusteella yksittäinen viljelijä tekee päätöksensä.

MTT:n selvityksiä -sarjassa ilmestyneitä julkaisuja

Kasvintuotanto

- 45 Luomuvihannesten viljelykiertojen hallinta: Onko viljelykiertosi nousukierre vai syöksykierre? *Nissinen ym.* 39 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts47.pdf>).
- 42 Sadonkorjuu. Tutkittua puutarhatuotantoa 2000-2002. *Hovi, Karhu, Linna & Suojala.* 98 s. Hinta 25 euroa.
- 36 Mansikkalajikkeiden jalostaminen. *Hietaranta & Tahvonen.* 59 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts36.pdf>).

Ympäristö

- 41 Vesistökuormituskartoitus Etelä-Pirkanmaan alueella. *Närvänen, Puronummi & Jansson.* 29 s. Hinta 15 euroa.
- 28 Jokihelmisimpukan suojelua edistävät viljelytoimet Pirkanmaalla. *Nykänen.* 22 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts28.pdf>).

Talous

- 45 Alueellisten tekijöiden merkitys maaseudun yrityskeskittymien syntymiseen - esimerkkinä sikatalouden ja kutoma-alan yrityskeskittymät . *Paavola.* 92 s. Hinta 20 euroa.
- 43 Viheralan tuotannon arvo. *Korento.* 23 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts43.pdf>).
- 39 Kirjanpitotilojen viljelijäkyselyn tulokset ja maksuvalmius. *Ristiluoma, Sipiläinen & Kankaanhuhta.* 77 s. Hinta 20 euroa.

Teknologia

- 35 Suurten maatalousrakennusten puurunkoratkaisut: olosuhdemittaukset ja toiminnalliset mallit. *Kivinen.* 61 s. Hinta 20 euroa.
- 18 Sata vuotta tutkittua maataloustekniikkaa. *Kallioniemi, Marja.* 61 s. Hinta 20 euroa.

Verkkojulkaisut osoitteessa <http://www.mtt.fi/mtts>



MTT:n selvityksiä 47