



ESIKASVIN VAIKUTUS VILJOJEN, ÖLJYKASVIEN JA PERUNAN VILJELYYN

MARJO KESKITALO, KAIJA HAKALA, ERJA HUUSELA-VEISTOLA, HEIKKI JALLI,
MARJA JALLI, LAURI JAUHAINEN JA SARI PELTONEN



Maatalouden vesiensuojelun tehostaminen

TEHO Plus -hankkeen julkaisu 4/2014

Taitto: Mainostoimisto SST Oy

Kannen kuva: Ville Heimala

Julkaisun kirjoittajat Marjo Keskitalo, Kaija Hakala, Erja Huusela-Veistola, Heikki Jalli, Marja Jalli ja Lauri Jauhiainen toimivat tutkijoina MTT:n Kasvintuotannon tutkimuksessa. Sari Peltonen toimii palveluryhmäpäällikkönä ProAgria Keskusten Liitossa.

Julkaisu on saatavilla internetistä: www.ymparisto.fi/tehoplus



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment



mmm.fi

MAA- JA METSÄTALOUSMINISTERIÖ

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	2
2. ESIKASVIEN SATOVAIKUTUKSET <i>(Marjo Keskitalo, Lauri Jauhiainen ja Sari Peltonen)</i>	4
2.1 Käytetyt tietolähteet	4
2.2 Satomäärät esikasvien jälkeen	4
2.3 Sadon laatu esikasvien jälkeen	6
2.4 Voiko typpilannoitusta vähentää esikasvien jälkeen?	6
2.5 Esikasviarvoon vaikuttavat tekijät	7
3. VILJELYTOIMENPITEIDEN MERKITYS ESIKASVIVAIKUTUKSEEN <i>(Marjo Keskitalo)</i>	8
3.1 Muokkaus- ja kylvötavat	8
3.2 Esikasvien lannoituskäytännöt	8
4. ESIKASVIEN HAJOAMISOMINAISUUDET JA VAIKUTUS MAAPERÄÄN <i>(Kaija Hakala ja Marjo Keskitalo)</i>	10
4.1 Esikasvien kemialliset ominaisuudet ja hajoaminen	10
4.2 Esikasvien vaikutus maaperän hiileen	10
4.3 Esikasvien vaikutus maan ravinteisiin	11
Esikasvin typpitase	11
Esikasvin ravinnetase	11
4.4 Esikasvit ja maaperä	12
5. ESIKASVIN VAIKUTUS KASVINTUHOOJIIIN <i>(Heikki Jalli, Marja Jalli ja Erja Huusela-Veistola)</i>	13
5.1 Esikasvi ja kasvitaudit	13
5.2 Esikasvi ja rikkakasvit	15
5.3 Esikasvi ja tuhoeläimet	16
LÄHTEET	17
LIITE 1. Viljelykierron vaikutus kasvintuhoojiin	20
LIITE 2. Kasvitautilien esiintyminen	21
LIITE 3. Kasvien tuhoeläimet	23
KUVAILELLEHTI	24
PRESENTATIONSBLAD	25

1. JOHDANTO

Julkaisussa selvitettiin eri viljelykasvien merkitystä seuraavan satokasvin satoon, josta haluttiin saada konkreettista ja kiloissa mitattavaa tietoa. Vaikutusta voidaan kutsua myös esikasviarvoksi. Tietolähteinä käytettiin saatavilla olevia laajoja aineistoja, kuten MTT:n virallisten lajikekokeiden, ProAgrian Lohkotietopankin sekä AgriMarketin ISO-VILJA® -kasvuohjelman tuloksia. Esikasvit voivat aiheuttaa useiden satojen kilojen vaihteluita myöhemmin viljeltävien kasvien satoon. Parhaimmillaan kevätiljojen, syysviljojen ja öljykasvien sadot voivat kohota yli 400–500 kiloa hehtaaria kohti, kun esikasvivalinta on tehty oikein. Samaiset viljelykasvit ovat myös parhaita esikasveja toisilleen. Joinakin vuosina esikasvin jälkeen voidaan saada myös pienempiä satoja kuin kasvia yksipuolisesti viljeltynä. Huomioiden mahdolliset hyödyt ja tappiot, voi seuraavan viljelykasvin sato vaihdella jopa tuhat kiloa hehtaaria kohti. Vaihtelua esikasviarvoihin tuovat säätekijöiden lisäksi maalaji, maan ravinnetaseet sekä aiemmat lannoitus- ja muokkauskäytännöt. Vaihtelua aiheuttavat monesti samat tekijät, joihin esikasvivalinnoilla pyritään eli peltoaan rakenne ja kasvinsuojelun onnistuminen.

Esikasvien vaikutuksia maaperään on tutkittu vain vähän ja tutkimusten löytäminen Suomesta tai Suomen lähialueilta on vaikeaa. Yleensä maahan jää sitä enemmän orgaanista ainetta mitä suurempi on maanpäällinen sato. Sen takia pienijuuriset yksivuotiset viljelykasvit vähentävät maan hiiltä ja suurijuuriset kaksi- ja monivuotiset kasvit puolestaan jättävät enemmän hiiltä maahan. Ravinteita jää maahan eri määriä riippuen sadosta ja sääoloista. Kuivana kasvukautena maahan jää enemmän ravinteita, kuin suotuisissa kasvuoloissa. Kun kasvit eivät kärsi veden puutteesta, ne tuottavat enemmän biomassaa, johon ravinteet sitoutuvat. Ravinnetaseisiin vaikuttaa se kuinka suuri osa sadosta

korjataan. Nurmilla maahan jää vain vähän ravinteita, koska biomassaa korjataan monta kertaa vuodessa. Yksivuotisten kasvien viljelyssä ravinnetaseiden säätely on joskus mahdotonta ja maahan voi jäädä yksipuolisesti esimerkiksi fosforia, vaikka typpitase on negatiivinen. Esikasvin jättämän typen siirtymiseen seuraavan kasvin käyttöön vaikuttavat myös kasvijätteen koostumus, maalaji, maan muokkaus- ja kylvötavat sekä lannoituskäytännöt ennen ja jälkeen esikasvin.

Suunnitelmallisella viljelykierrolla ja esikasvivalinnalla voidaan estää yksipuolisen viljelyn kasvinsuojelliset haittavaikutukset. Useimpien viljelykasvien peräkkäisviljelyä rajoittavat suositukset perustuvat kasvintuhoojien runsastumisen ehkäisyyn. Kasvintuhoojien osalta pellon biologisen monimuotoisuuden myönteiset vaikutukset näkyvät erityisesti yksi-isäntäisten kasvintuhoojien hallintana. Kasvintuhoojien haittavaikutusten estämisessä korostuu usean vuoden viljelykierto esikasvin sijaan, sillä monet taudinaiheuttajat, tuhohyönteiset ja rikkakasvit säilyvät maassa tai kasvijätteessä useita vuosia. Viljelykierron tulokset näkyvät eri aikaväleillä kasvin viljelyvarmuutena. Viljelykierto on integroidun kasvinsuojelun perusta. Kun loholla viljellään vuorovuosina eri viljelykasveja, tiettyyn viljelykasviin erikoistuneet kasvintuhoojat eivät pääse runsastumaan. Kasvintuhoojien hallinta perustuu ennaltaehkäisyyn, jossa viljelykierrolla luodaan epäsuotuisat olosuhteet kasvintuhoojalle ja suosiolliset olosuhteet viljelykasville.

Esikasviarvo muodostuu selvityksessä kuvattujen tekijöiden summasta. Kaikki esikasvin vaikutukset eivät välttämättä tule esille heti esikasvia seuraavana vuotena, vaan vaikutuksia saatetaan havaita vielä kahdenkolmen vuoden kuluttua. Todennäköistä sadonlisää voidaan kuitenkin odottaa silloin, jos esikasvi parantaa

maan rakennetta, lisää seuraavan satokasvin ravinteiden saantia tai vähentää kasvintuhoojapainetta. Viitteitä on myös siitä, että esikasveilla voitaisiin vaikuttaa satokasvien laatuun ja leivontaominaisuuksiin.

Vaihtelusta huolimatta esikasvien käyttö ja kasvinvuortus parantaa sadonlisän todennäköisyyttä pitkällä aikavälillä tarkasteltuna, vaikka yksittäisinä vuosina epäonnistumisiin kannattaa varautua. Esikasvien seuraavalle satokasville tuoma sadonlisä on aina mahdollista sadon alenemaa suurempi. Erityistä hyötyä näyttäisi koituvan leveälehtisten viljelykasvien sisällyttämisestä viljapainotteisiin kiertoihin. Joskus eduksi voi olla jo se, että eri viljalajeja vuorotellaan. Selvitys tukee aiempaa käsitystä öljykasvien edullisuudesta kierrossa ja silloin kannattaa muistaa myös muut ristikkukaiset vaihtoehdot. Palkokasveja ei selvityksessä käsitelty, mutta le-

veälehtisinä ja tyypeä sitovina näiden viljelyn edistäminen on tulevaisuudessa yhä tärkeämpää. Välittömien satovaikutuksien lisäksi maaperärakenteen ja kasvukunnan kohentuminen tulee huomioida, vaikka hyödyt ovat usein todennettavissa vasta pitkän ajan kuluessa.

Kasvivalikoiman monipuolistamisessa on otettava huomioon monia tekijöitä ja tärkeää on pohtia oman tilan resursseja ja mitä hyötyjä integroitava viljelykasvi voi olemassa oleviin viljelyjärjestelmiin tuoda. Ennestään tuntematon viljelykasvi vaatii perehtymistä kasvinsuojeluun, lannoitukseen, lajikkeisiin ja markkinointiin, joten samanaikaisesti kannattaa opetella vain yhden uuden kasvin tuotantoa. Viljelykiertojen monipuolistamista voi verrata tilalla tehtäviin muihin investointeihin, joiden kustannusten kattamiseen – tässä tapauksessa oppivuosiin – tarvitaan aikaa ja resursseja.



MTT:n esikasvikokeilla pystytään seuraamaan eri viljelykasvien esikasvivaikutusta sadonmuodostukseen. Kuvassa esikasvikoje kuminalle. Kuva: Marjo Keskitalo.

2. ESIKASVIEN SATOVAIKUTUKSET

Viljojen, öljykasvien ja perunan esikasvi- ja viljelykiertovaikutusten selvittämiseksi kerättiin tietoa Suomesta sekä muista Pohjoismaista. Tavoitteena oli käyttää pelkästään uusinta eli 2000-luvulla julkaistua tietoa. Periaatteesta jouduttiin kuitenkin luopumaan, sillä pitkäaikaisista ja usein hyvin työläistä viljelykiertotutkimuksista on varsin vähän tuloksia saatavilla. Tämän takia selvityksessä on kuvattu pitkälti esikasvien tuomia hyötyjä ja haittoja. Kattavamman näkemyksen saamiseksi myös vanhempaa tietoa hyödynnettiin.

2.1 Käytetyt tietolähteet

Tutkimustuloksia pitkäaikaisista viljelykiertokokeista on vähän saatavilla ja sen takia selvityksessä on kuvattu pitkälti esikasvien tuomia hyötyjä ja haittoja. Esikasvien satovaikutusten selvittämiseksi hyödynnettiin kolmea laajaa suomalaista tietoa-aineistoa: MTT:n virallisia lajikekokeita, ProAgrian Lohkotietopankkia sekä AgriMarketin ISO-VILJA®-kasvuohjelman tuloksia. Lisäksi käytettiin kahta ruotsalaista kirjallisuusselvitystä, Ohlander (1988) ja Linden (2008), joista jälkimmäiseen on koottu viljelyjärjestelmätuloksia viimeisiltä 30 vuodelta.

Viljelykierto voi lisätä satotasoa 10–40 % yksipuoliseen viljelyyn verrattuna.

MTT:n viljakasvien lajikekokeiden tuloksissa on mukana lähes 100 koetta, joissa esikasvina on ollut öljykasvi; yli 60 koetta, joissa esikasvina on ollut peruna ja yli 1400 koetta, joissa esikasvina on ollut toinen viljakasvi. Öljykasveilla on huomioitu yli 400 koetta, joissa esikasvina on ollut vilja, 19 koetta, joissa esikasvina on ollut peruna ja 7 koetta, joissa esikasvina on ollut rypsi. ProAgrian Lohkotietopankkiaineiston kohdalla hyödynnettiin vuosina 2001–2008 kerättyä tietoa ja aineistosta valittiin vain tilat, joilta tietoa oli saatavilla useammalta vuodelta. Lisäksi huomioitiin vain ne esikasvit, joista oli tietoa saatavilla yli 50 hehtaarin alalta. ISO-VILJA®-kasvuohjelman esikasvitiedot perustuvat AgriMarketin ISO-VILJA® sopimusviljelyn sekä FarmitNetWisu-tilojen kirjanpito-tietoihin. Laskennoissa

käytettiin saatavilla olevia kasvuohjelmaraaportteja (kevätvehnällä vuodet 2007–2011, ohralla ja öljykasveilla 2007 ja 2008, www.agrimarket.fi).

2.2 Satomäärät esikasvien jälkeen

Selvityksen esikasveilla näytti olevan hyvin erilainen vaikutus seuraavana viljeltävään satokasviin ja myös käytettyjen aineistojen välillä oli vaihtelua. Raportin tulokset ovatkin suuntaa antavia, sillä yksiselitteisiä kilomääräisiä satovaikutuksia on mahdotonta esittää. Koska tiedot perustuvat laajoihin aineistoihin, voidaan vaihtelun olettaa kuuluvan myös todellisiin käytännön oloihin. Tuloksia tarkasteltaessa kannattaa muistaa, että edellisen vuoden esikasvi on vain yksi tekijä erilaisten vaihtelua aiheuttavien tekijöiden joukossa. Esikasvien ja viljelykierron vaihtelua aiheuttavista tekijöistä kerrotaan myöhemmin.

Tarkastelun mukaan kevätöljykasvit, syysviljat, kevätvehnä ja peruna ovat parhaita esikasveja muille viljelykasveille (Taulukko 1). Näiden jälkeen viljeltävien kasvien hehtaarisadot nousivat parhaimmillaan yli 500 kiloa. Syysvehnä ja kaura hyötyivät eniten esikasveista, satojen noustessa jopa yli 600 kg/ha. Tosin myös muut selvityksen viljelykasvit kasvattivat satomääriään, jopa yli 400 kg/ha, kun esikasvina oli jokin muu kuin sama viljelykasvi. Sadon nousu verrattuna yksipuoliseen viljelyyn oli prosentuaalisesti varsin suuri (11–40 %). Syysvehnän suuri sadonlisä (1330 kg/ha) kevätöljykasvien jälkeen lienee todellinen, mutta se olisi saattanut olla pienempi, mikäli aineistossa olisi ollut vertailupareja enemmän (ProAgrian Lohkotietopankki).

Tuloksista kannattaa huomioida myös mahdolliset sadon alenemat eri esikasvien jälkeen (Taulukko 1), sillä eri lähteiden välillä oli vaihtelua ja joissakin tapauksissa esikasvin jälkeen saatiin jopa pienempi sato verrattuna yksipuoliseen viljelyyn. Esikasvien käyttö ei siten aina ole tae suuremmasta sadosta, jos tarkastellaan yksittäisiä vuosia. Näyttää kuitenkin siltä, että riski sadon menetykseen on pienempi kuin odotus sadon noususta, sillä sadonlisät olivat aina mahdollisia sadon alenemia suurempia.

Vertailtaessa Suomessa (Taulukko 1) ja Ruotsissa saatuja tuloksia (Taulukko 2) nähdään, että Ruotsissa esikasveilla oli yleensä edullinen vaikutus seuraavan vil-

jelykasvin satoon, kun taas Suomessa myös sadon alenemia havaittiin. Kilomääriltään Ruotsin sadonlisät olivat Suomessa tavattuja suurempia, mutta prosentteina tarkasteltuna samaa luokkaa. Kevätviljojen kohdalla Ruotsissa on odotettavissa hieman Suomea suurempi sadonlisä, kun esikasvina käytetään muuta kuin samaa kevätiljaa. Sen sijaan syysviljojen ja öljykasvien kohdalla eri kasvien käyttö esikasveina parantaisi meillä satoja jopa naapurimaata enemmän.

Se, mistä maiden välillä esiintyvä ero voisi johtua, ei ole selvää. Käytetyt tietoaaineistot ovat joka tapauksessa erilaisia, suomalaisissa luvuissa ovat mukana myös ne tapaukset, jolloin esikasveista ei saatu hyötyjä tai esikasvista oli jopa haittaa. Sen sijaan Ruotsissa luvut perustuvat tutkimustuloksiin, joista on saatettu julkaista vain hyötyjä osoittavat tapaukset.

Taulukko 1. Esikasvien aiheuttamat sadon muutokset (sadon hyöty tai lasku kg/ha) verrattuna yksipuolisen viljelyn hehtaarisatoon (kg/ha luku vihreäksi maalatussa lokerossa) suomalaislähteiden mukaan. Lähteenä käytettiin MTT:n virallisten lajikekokeiden, ProAgria Lohkotietopankin sekä ISO-VILJA® -kasvuohjelman tuloksia. Mikäli esikasvien aiheuttama satoarvio perustuu usean lähteen tietoaaineistoon, on erot merkitty kauttaviivalla (/).

Seuraavan satokasvin sadon muutos (kg/ha)						
Esikasvi	Kaura	Kevätvehnä	Ohra	Syysvilja	Öljykasvit	Vaihteluväli
Kaura	3400	-130/370	-210/150	240	210/280	-210/370
Kevätvehnä	520	3890	160/330	-30	320/370	-30/520
Ohra	310	150/180	3990	210	150/350	150/350
Syysvilja	690	260	190	3280	140/410	140/690
Öljykasvit	-140/460	-70/270	30/490	1330	1390	-140/1330
Peruna	-370/90	-140/440	-330/470		-60/250	-330/470
Esikasvin	kg/ha	-370/690	-140/440	-330/490	-30/1330	-60/410
sato-vaikutus	%	-10/20	-4/11	-8/12	-1/40	-4/29

Taulukko 2. Esikasvien aiheuttamat sadon muutokset (kg/ha) verrattuna yksipuolisen viljelyn hehtaarisatoon (kg/ha, luku vihreäksi maalatussa lokerossa) ruotsalaislähteiden mukaan (Ohlander 1988 & Linden 2008).

Seuraavan satokasvin sadon muutos (kg/ha)						
Esikasvi	Kaura	Kevätvehnä	Ohra	Syysvilja	Öljykasvit	Vaihteluväli
Kaura	3500	400	200	700	200	200/700
Kevätvehnä	150	3800	100	100	250	100/250
Ohra	200	300	3700	300	250	200/300
Syysvilja			4200	150	150	
Kevätöljykasvit	300	500	500	1000	1900	300/1000
Syysöljykasvit		400	1100			400/1100
Peruna	800		1000		200	200/1000
Esikasvin	kg/ha	150/800	300/500	100/1000	100/1100	150/250
sato-vaikutus	%	4/23	8/13	3/27	2/26	8/13



Rypsin hyvä esikasvivaikutus perustuu siihen, että sen sadon korjuun jälkeen kasvustosta jää tyypeä seuraavalle satokasville. Rypsi viljan kierrossa viljeltynä hillitsee myös viljoilla esiintyviä kasvitauteja. Kuva: Katri Pahkala.

2.3 Sadon laatu esikasvien jälkeen

Tietoa esikasvien vaikutuksesta sadon laatuun on varsin vähän saatavilla. MTT:n lajikekoeyhteisön mukaan öljykasveilla ja perunalla saattaa olla edullinen vaikutus kevätvehnän laatuun ja öljykasveilla ohran laatuun (hlp, valkuainen), vaikka erot ovat pieniä eikä tilastollista merkitsevyyttä pystytä osoittamaan. Kenttäkokeessa camelina-öljykasvilla havaittiin olevan edullinen vaikutus erityisesti suorakylvetyn vehnän sitkoon, kun muiden esikasvien kohdalla (ohra, kaura, rypsi, herne) sitkon leivontalaaturaja ei ylittynyt. Sen sijaan muokatussa maassa hyvälle leivontalaadulle määritetty vehnän sitkon raja ylittyi kaikkien esikasvien kohdalla (Känkänen 2012).

Tanskalaistutkimuksessa nurmea sisältävillä viljelyjärjestelmillä havaittiin olevan suuri vaikutus vehnän lei-

vontalaatuun. Erityisesti nurmen ikä paransi leivontalaatua (proteiini- ja gluteiini-%), mutta esikasvinurmen lajiseoksella (heinä–apila) ei havaittu olevan vaikutusta. Pitkäaikaisten nurmien sopivan hidas typen vapautuminen kasvin typen tarpeeseen nähden oli ilmeisesti synnä hyviin tuloksiin (Eriksen ym. 2006).

2.4 Voiko typpilannoitusta vähentää esikasvien jälkeen?

Parhaimmillaan esikasvit voivat taulukoiden 1 ja 2 mukaan parantaa seuraavan viljelykasvin satoa muutamilla sadoilla kiloilla hehtaaria kohti, mikä joissain oloissa mahdollistaisi typpilannoituksen vähentämisen. Haastetta viljelyn suunnitteluun tuo se, että esikasvien käyttö ei aina johda odotettuun sadonlisään, vaan myös sadon alenemaan tulee varautua. Esimerkiksi öljykas-

Esikasvien viljelyssä kannattaa pyrkiä siihen, että ne eivät ole pelkästään yksipuolisen viljanviljelyn katkaisijoita, vaan että myös niiden viljelyyn panostetaan.

vien jälkeen kevätvehnästä voidaan saada joinakin vuosina heikompi sato kuin vehnästä vehnän jälkeen. Epävarmuustekijät huomioiden on vaikeaa antaa yksiselitteistä ohjeistusta typpilannoituksen vähentämiseksi muiden kuin palkokasvien jälkeen. Esikasvien maahan jättämisen tyypin aikaansaama sadonlisä kannattaa paremminkin ottaa vastaan ylimääräisenä bonuksena kuin lähteä suunnittelemaan typpilannoituksen vähentämistä. Lisäksi esikasvien viljelyssä kannattaa pyrkiä siihen, että ne eivät ole pelkästään yksipuolisen viljanviljelyn katkaisijoita, vaan että myös niiden viljelyyn panostetaan. Silloin esikasveista koituvat jälkivaikutukset siirtyvät mahdollisimman suurina hyötyinä seuraaville satokasveille.

2.5 Esikasviarvoon vaikuttavat tekijät

Tärkeimpiä esikasvivaikutuksia ovat kasvintuhoojien hillitseminen (kasvitaudit, tuholaiset, rikkakasvit), ravinteiden saannin paraneminen ja maan rakenteen kohentuminen. Mahdollinen esikasviarvo muodostuu näiden eri tekijöiden summasta. Sadonlisä voi tulla esille heti esikasvivuoden jälkeen tai vasta viiveellä muutaman vuoden kuluttua. Ensimmäisenä vuotena satoa voi lisätä kasvintuhoojapaineen vähentyminen, toisena maassa olevan jääntityypin mineralisoituminen ja kolmantena maan rakenteen parantuminen. Todennäköistä sadonlisää onkin odotettavissa silloin, kun esikasvilla on useita hyviä ominaisuuksia, jolla varmistetaan että ainakin jokin tekijä onnistuu lisäämään satoa.

Koska esikasvivaikutukset tulevat esille pidemmän ajan kuluttua, on hyvinkin mahdollista, että osa esikasvivaikutuksista jää lyhyissä tutkimuksissa todentamatta. Tämä havaittiin myös Tanskassa tehdyssä tutkimuksessa. Heidän kokeissaan esikasvit yhdessä aluskasvien kanssa viljeltynä kohottivat ruisvehnän kokonaissatoa (jyvät+oljet) 10 % vasta toisena vuotena verrattuna esikasvien aluskasvittomaan viljelyyn (Hauggaard-Nielsen ym. 2012). Esikasvivaikutusten esille tuleminen viiveellä havaittiin myös MTT:n Monisopu-tutkimuksessa (Keskitalo 2013).

Kasvukauden säällä on aina suuri merkitys kasvien kasvuun ja niin myös esikasvien tuomaan hyötyyn tai haittaan. Esimerkiksi rypsilä voi olla jopa haitallista vaikutusta seuraavalle satokasville, jos rypsiä korjattaessa olosuhteet ovat huonot ja korjuukoneiden renkaanjaljet ovat vaurioittaneet pellon kuntoa. Silloin rypsin maahan jättämällä tyypellä tai kasvintuhoojapaineen hillitsemisellä ei ole merkitystä, kun seuraavan satokasvin kasvuedellytykset ovat joka tapauksessa heikot.

Tähän julkaisuun on kerätty tietoa viljelytoimenpiteistä, maaperätekijöistä sekä kasvinsuojelusta, joilla on havaittu olevan merkitystä esikasvivaikutukseen eli saatun sadonlisään tai sadon alenemaan. Samat tekijät ovat todennäköisesti vaikuttaneet taulukoiden 1 ja 2 satovaihteluihin. Vuorovaikutus voi tapahtua myös toiseen suuntaan, jolloin esikasvit muuttavat esimerkiksi maaperän ominaisuuksia tai kasvinsuojelun tarvetta. Julkaisussa kerrotaankin molempiin suuntiin tapahtuvista vaikutusmekanismeista, jotka toivottavasti auttavat lukijaa ymmärtämään esikasvien ja sitä seuraavien satokasvien monisäikeistä vuorovaikutusta.

Tärkeimpiä esikasvivaikutuksia ovat kasvitautilien, tuholaisien ja rikkakasvien esiintymisen hillitseminen, ravinteiden saannin paraneminen ja maan rakenteen kohentuminen.

3. VIJELYTOIMENPITEIDEN MERKITYS ESIKASVIVAIKUTUKSEEN

3.1 Muokkaus- ja kylvötavat

Esikasvin ja seuraavan satokasvin kylvötapa ja pellon muokkaustapa voivat vaikuttaa esikasviarvoon. Suorakylvö vaatii aina tarkempaa suunnittelua, jotta kasvinjätteiden mukana mahdollisesti leviävät kasvitautit onnistutaan pitämään kurissa sopivien viljelykiertojen avulla. Kasvinjätteillä on merkitystä myös maan kosteuden säätelyssä ja sitä kautta ne vaikuttavat satokasvin onnistumiseen. Kosteana keväänä kasvinjätteet voivat myöhästyttää kevätkylvöjä aiheuttaen sadonmenetyksiä ja kuivana vuonna pelastaa kasvuston täydelliseltä kuihtumiselta.

Tutkimustuloksia viljelykierron merkityksestä suorakylvössä on varsin vähän saatavilla ja tulokset eivät aina tue yleistä käsitystä. Esimerkiksi kevätvehnäsadot olivat eri esikasvien jälkeen (ohra, kaura, rypsi, camelina ja herne) 300–1000 kg/ha suurempia suorakylvölohkoilla (muokkaamaton) verrattuna tavanomaiseen kylvöön (muokattu) vuosina 2006–2008 tehdyissä kokeissa (Känkänen 2012b). Molemmilla menetelmillä vehnästä saatiin suurimmat sadot ohran ja kauran jälkeen, mutta vehnäsatojen sijoitukset öljykasvien ja herneen jälkeen riippuivat kylvötavoista. Tavanomaisesti kylvettynä kevätvehnäsadot olivat kolmanneksi suurimmat herneen jälkeen, mutta suorakylvettynä sato oli huonoin. Tulokseen saattoi vaikuttaa se, että typpeä levitettiin kevätvehnälle herneen jälkeen 30 kg/ha vähemmän kuin muiden esikasvien jälkeen ja erityisesti suorakylvössä herneen typpi siirtyy heikommin muiden kasvien käyttöön (Känkänen ym. 2012a). Öljykasvien heikkoon esikasvivaikutukseen lienee syynä se, ettei tutkimusvuonna havaittu kasvitautteja, joiden esiintymistä öljykasvit olisivat voineet hillitä (Känkänen 2012b).

Typen levitys joko lannan tai runsaan kasvibiomassan, kuten kerääjäkasvien, muodossa parantaa maan mikrobitoimintaa, jolloin satokasvien typen käyttö paranee.

3.2 Esikasvien lannoituskäytännöt

Aiemmin annettu typpi joko orgaanisessa tai mineraalilannoitteen muodossa voi vaikuttaa myöhemmin viljeltyihin satokasveihin. Typen levitys joko lannan tai runsaan kasvibiomassan, kuten kerääjäkasvien, muodossa parantaa maan mikrobitoimintaa, jolloin satokasvien typen käyttö paranee. Näin kävi tanskalaistutkimuksessa, missä parhaat sadot saatiin koejäsenistä, jotka olivat saaneet suuria määriä lantaa tai joilla oli viljelty kerääjäkasveja satokasvien rinnalla. Tämän jälkeen sadot olivat orgaanista ainesta saaneissa koejäsenissä suurimmat, riippumatta mineraalilannoitteen määrästä (Petersen ym. 2010, Petersen ym. 2012).



Samantapainen tulos saatiin Suomessa tehdyssä tutkimuksessa, jossa selvitettiin kolme vuotta kestäneen apilapitoisen heinänurmen merkitystä viljojen satoon kahdella koepaikalla. Keskimääräiset viljojen sadot kohosivat hieman kaksi-kolmevuotisen apila-heinänurmen jälkeen verrattuna viljan käyttöön esikasvina, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Sen sijaan kiinnostavaa on se, että myös tässä tutkimuksessa havaittiin viljojen typen käytön tehokkuuden paranevan apilapitoisen nurmiviljelyn jälkeen. Se, ettei selkeää sadon kohottavaa vaikutusta voitu kuitenkaan osoittaa, johtui kirjoittajien mukaan mahdollisesti muista tekijöistä, kuten rikkakasvien runsastumisesta (Nykänen ym. 2008).

Tanskalaistutkimuksessa tutkijat tulivat siihen tulokseen, että viljelykierron toteuttaminen vaikutti sadon määrään enemmän kuin lannoitetyypen vähentäminen. Toisin sanoen, lannoitetyypeä oli heidän kokeissaan mahdollista vähentää noin 20 kilolla hehtaaria kohti satomääriin vaikuttamatta, kun viljelyjärjestelmässä huolehdittiin viljelykierrosta. Tutkimuksen taustalla oli Tanskassa viime vuosina tehty typen käytön rajoittaminen, minkä johdosta esimerkiksi ohran lannoitusosuudesta on vähennetty vuoden 2007 jälkeen (141 kg/ha -> 120 kg/ha) (Petersen ym. 2012).

*Öljyretikka on hyvä kerääjäkasvi, sillä se kasvattaa suuren kasvimaan varhaisperunan jälkeen kylvettynä.
Kuva: Kaisa Riiko.*



4. ESIKASVIEN HAJOAMISOMINAISUUDET JA VAIKUTUS MAAPERÄÄN

4.1 Esikasvien kemialliset ominaisuudet ja hajoaminen

Biomassojen eli maahan jäävien kasvinjätteiden hajoamisessa ja niihin sitoutuneen typen siirtymisessä on todettu olevan kolme vaihetta: vesiliukoisten yhdisteiden huuhtoutuminen, kerääntyminen mikrobimassaan ja typen vapautuminen maahan (Haynes 1986). Yleisimpänä typen vapautumiseen vaikuttavana tekijänä pidetään kasvinjätteiden C/N (hiili/typpi) suhdetta, joka tulisi olla noin 20–24, jotta hajoavassa kasvinjätteessä olisi sopivassa suhteessa hiiltä ja typpeä hajottavien mikrobien käyttöön. Mitä enemmän kasvimassa sisältää typpeä (hiili/typpisuhde alhainen), sitä tärkeämpää on muokata maa mahdollisimman myöhään syksyllä typpilannoitusvaikutuksen tehostamiseksi ja typen huuhtoutumien vähentämiseksi (Macdonald ym. 2002). Hiilen ja typen lisäksi myös muut kasvimassan komponentit voivat vaikuttaa. Fenolisia yhdisteitä tulisi olla sopivassa suh-

teessa typpeen, millä on havaittu olevan edullinen vaikutus kasvinjätteiden typen vapautumiseen. Runsaasti kuitua sisältävät tai puutuneet kasviosat hidastuttavat kasvimassan hajoamista ja sitä kautta myös typen vapautumista (Nakhone ja Tabatabai 2008).

4.2 Esikasvien vaikutus maaperän hiileen

Yksivuotiset viljelykasvit, kuten viljat ja rypsi, vähentävät maan hiiltä (Persson ym. 2008). Monivuotiset kasvit, kuten nurmet tai ruokohelmi, tai kaksivuotiset kasvit, kuten kumina, jättävät hiiltä maahan (Hakala ym. 2009). Maahan jää sitä enemmän hiiltä mitä suurempi on maanpäällinen sato. Viljelykasvien vaikutusta maan hiileen voi kuitenkin käytännössä olla vaikea todeta. Suomalaisessa tutkimuksessa ei luomualueiden maaperässä havaittu olevan sen enempää hiiltä kuin tavanomaisilla pelloillakaan, joilla oli viljelty



Kuminalla on vahva juuristo, jolla se parantaa maan rakennetta. Kasvuston lopettamisen jälkeen juuret hajoavat nopeasti ja lisäävät maan humuksen määrää. Kuva: Marjo Keskitalo.

pelkästään yksivuotisia viljoja (Palojärvi ym. 2002). Tulos on yllättävä, sillä luomukiertoihin kuuluu aina nurmi, useimmiten myös nurmipalkokasvi, ja peltoja lannoitetaan orgaanisilla lannoitteilla. Tällainen tulos saattaa johtua tutkimuksessa olleiden peltojen yleisestä matalasta hiilitasosta. Tutkimusten mukaan hiiltä häviää maata muokattaessa eniten silloin, kun maan hiilipitoisuus on korkea, kun taas vähähiilisten maiden hiilipitoisuus säilyy samana viljelytoimenpiteistä huolimatta (Kätterer ym. 2004).

*Maahan jää sitä
enemmän hiiltä
mitä suurempi on
maanpäällinen sato.*

4.3 Esikasvien vaikutus maan ravinteisiin

Kasveja lannoitetaan yleensä niiden tarpeiden mukaan, jolloin mineraaliravinteita ei pitäisi jäädä kovin paljoa maahan. Jos kuitenkin sato jää odotettua pienemmäksi esimerkiksi kasvukauden huonojen sääolojen takia, ravinteita voi jäädä maahan. Kasveista korjuun jälkeen maahan jäävä korjuujäte ja juuristo voivat lisätä tai vähentää liukoisia ravinteita maassa. Ravinteikkaat kasvinosat, kuten sokerijuurikkaan tai perunan naatit sekä härkäpavun korjuujäte ja juuret, voivat lisätä maan liukoisia ravinteita. Vähäravinteisten kasvinosien, kuten olkien, hajotus taas sitoo ravinteita ainakin väliaikaisesti. Jos maahan on syksyllä jäänyt paljon liukoisia ravinteita, ne voivat huuhtoutua talven aikana, jos talvi on leuto ja vettä sataa paljon. Nämä ravinteet eivät silloin ole seuraavan kasvin käytettävissä.

ESIKASVIN TYPPITASE

Typpitase kuvaa korjuun jälkeen peltomaahan jääneen typen määrä (kg/ha). Eniten asiaa on tutkittu palkokasveilla, mutta myös muut satokasvit voivat jättää typpeä maahan. Todellisuudessa maassa on typpitasetta vähemmän ravinteita korjuun jälkeen, sillä osa tpeestä huuhtoutuu ja haihtuu jo kasvukauden aikana. Typpitaseet antavat kuitenkin kuvan pellon laskennallisista typpimääristä ja niiden vaihteluista ja ainakin osittain tästä johtuen myös esikasvivaikutukset vaihtelevat. Hyvin positiivisen typpitaseen jälkeen voidaan odottaa sadonlisää seuraavasta kasvusta kun taas negatiivinen typpitase voi olla osasyynä heikkoon esikasvivaikutukseen. Typpitase ei kuitenkaan suoraan vastaa esikasvin lannoitusvaikutusta, jota kuvaamaan luotiin termi typpilannoitusteho (Känkänen ym. 2012a).

Öljykasvien typpitase vaihteli TEHO-hankkeen tiloilla vuonna 2007 noin 90 ylijäämäkilosta 60 alijäämäkiloon ja perunalla vastaavat luvut olivat 60 (ylijäämä) ja 100 (alijäämä). Kevätviljoista ohran taseiden vaihtelu oli suurinta ja typpitase vaihteli 75 ylijäämäkilon ja 60 alijäämäkilon välillä ja muiden kevätiljojen typpitaseet olivat tältä väliltä (Kaasinen 2010).

ESIKASVIN RAVINNETASE

Typpitasetta laajemmin voidaan tarkastella kaikkien ravinteiden taseita. Ravinnetaseisiin vaikuttaa se, kuinka suuri osa sadosta korjataan. Nurmillä maahan jää vain vähän ravinteita, koska biomassaa korjataan monta kertaa vuodessa (Kutra & Aksomaitiene 2003, Hakala ym. 2012). Yksivuotisten kasvien viljelyssä ravinnetaseiden säätely on joskus mahdotonta ja maahan voi jäädä yksipuolisesti esimerkiksi fosforia, vaikka typpitase on negatiivinen. Tämä havaittiin esimerkiksi tutkittaessa perunan ravinnetaseita. Perunalla typpitaseen alijäämä oli keskimäärin 11 kg/ha, ja se oli sitä suurempi mitä suurempi oli sato. Sen sijaan fosforitaseen ylijäämä oli jopa 25 kg/ha (Latvala 2008).



Ravinnetaseen laskennalla nähdään nopeasti kuinka paljon ravinteita jäi maahan sadon jälkeen. Kuva: Ville Heimala.



Öljypellava sopii hyvin monipuolistamaan viljavaltaista viljelykiertoa. Kuva: Marjo Keskitalo.

MTT:llä tehdyssä astiakokeessa havaittiin, että yksi- ja kaksivuotiset siemensatokasvit keräävät kasvustoonsa valikoivasti ravinteita (Hakala ym. 2009). Kinua ja kumina keräävät maasta paljon kaliumia ja fosforia, tattari fosforia, hamppu kalsiumia ja kinua magnesiumia. Vihreää kasvustoa korjattaessa maasta poistuu paljon kaliumia ja kalsiumia. Viljelykasvivalinnoilla voitaisiinkin vaikuttaa maassa olevien ravinteiden suhteisiin ja säästää lannoituspanoksissa, kun lannoitetaan kasvin vaatimusten mukaan. Esimerkiksi fosforia keräävää, mutta typen suhteen vaatimatonta tattaria voitaisiin viljellä alueilla, joilla fosforiluokka on korkea tai arveluttavan korkea.

4.4 Esikasvit ja maaperä

Esikasvien vaikutuksia maaperään on tutkittu vain vähän ja tutkimusten löytäminen Suomesta tai Suomen lähialueilta on vaikeaa. Yleensä julkaistuissa tutkimuksissa käsitellään kokonaisten viljelykiertojen vaikutuksia maaperään, jolloin yksittäisten viljelykasvien vaikutuksista ei ole tarjolla tietoa. Toisaalta, kun tutkimuksissa vertaillaan yksi- ja monivuotisten viljelykasvien kiertoja, voidaan vertailla näiden viljelytapojen vaikutuksia maaperään.

Viljelykasvivalinnoilla voidaan vaikuttaa maassa olevien ravinteiden suhteisiin ja säästää lannoituspanoksissa.

Maalajeilla on havaittu olevan vaikutusta myös siihen, miten esikasvivaikutus tulee esille. Esimerkiksi palkokasvien syysohran satoa lisäävä vaikutus riippui tanskalaisstudkimuksessa maalajista. Tutkimuksessa verrattiin lupiinin ja herneen esikasvivaikutusta lannoittamattomalle syysohralle hiekka- ja hiesupitoisilla maalajeilla. Hiekkaisilla mailla palkokasvit paransivat ohran satoa suhteellisesti enemmän (77 % lupiinin jälkeen ja 49 % herneen jälkeen) kuin hiesumaillo (36 % lupiinin ja 62 % herneen jälkeen). Kilomäärissä tarkasteltuna hiesumaan ohrasato oli kuitenkin hieman suurempi (lupiinin jälkeen 3300 ja herneen jälkeen 3900 kg/ha) kuin hiekkamaan sato (lupiinin jälkeen 3000 ja herneen jälkeen 2500 kg/ha) (Jensen ym. 2004). Vertailevalle maalajitutkimukselle olisikin tilausta, jotta maaperän ominaisuuksia voitaisiin myös Suomessa paremmin huomioida viljelykiertoja ja esikasvikäytäntöjä suunniteltaessa.

5. ESIKASVIN VAIKUTUS KASVINTUHOOJIIN

Suunnitelmallisella viljelykierrolla ja esikasvivalinnalla voidaan estää yksipuolisen viljelyn haittavaikutukset. Useimpien viljelykasvien peräkkäisviljelyä rajoittavat suositukset perustuvat kasvintuhoojien runsastumisen ehkäisyyn. Kasvintuhoojien osalta pellon biologisen monimuotoisuuden myönteiset vaikutukset näkyvät erityisesti yksi-isäntäisten kasvintuhoojien hallintana.

Kasvintuhoojien haittavaikutusten estämisessä korostuu usean vuoden viljelykierto esikasvin sijaan, sillä monet taudinaiheuttajat, tuhohyönteiset ja rikkakasvit säilyvät maassa tai kasvijätteessä useita vuosia. Viljelykierron tulokset näkyvät eri aikaväleillä kasvin viljelyvarmuutena. Viljelykierto on integroidun kasvinsuojelun perusta. Kun lohkolla viljellään vuorovuosina eri viljelykasvia, tiettyyn viljelykasviin erikoistuneet kasvintuhoojat eivät pääse runsastumaan. Kasvintuhoojien hallinta perustuu ennaltaehkäisyyn, jossa viljelykierrolla luodaan epäsuotuisat olosuhteet kasvintuhoojalle ja suosiolliset olosuhteet viljelykasville.

Tavoitteena on etsiä ratkaisuja, jotka parhaiten vastaavat eri kasvilajien onnistuneen sadontuotannon vaatimuksiin. Kasvintuhoojien hillinnän lisäksi esikasvi- ja viljelykiertoratkaisuja ohjaavat muut kasvuun ja ravinteiden käyttöön vaikuttavat tekijät, mahdollinen siemenviljely, tilan resurssit, markkinat sekä lohkojen soveltuvuus eri viljelykasveille. Kasvinsuojelun näkökulmasta sopivan viljelykierron ja esikasvin valinnassa tulee painottaa todennäköisempien tai ongelmallisten kasvintuhoojien hallintaa. Parhaimmillaan viljelykierron ei ole välikasveja, vaan jokaisen kasvilajin viljelyyn panostetaan, ja kasvitautien, tuhohyönteisten sekä rikkakasvien torjunnasta huolehditaan kaikilla viljeltävillä kasveilla.

Kasvintuhoojien hallinta perustuu ennaltaehkäisyyn, jossa viljelykierrolla luodaan epäsuotuisat olosuhteet kasvintuhoojalle ja suosiolliset olosuhteet viljelykasville.

5.1 Esikasvi ja kasvitaudit

Merkittävä osa peltokasvien kasvitautien aiheuttajista on isäntävalikoivia, jolloin viljelykasveja vuorottelemalla voidaan vaikuttaa kasvitautipaineeseen. Esikasvialla voidaan vaikuttaa kasvijätteessä ja maassa säilyviin lehtilaikkutauteihin, tyvi- ja juuristotauteihin sekä tähkähomeisiin. Tyvi- ja juuristotautien sekä tähkähomeiden aiheuttajista useat ovat moni-isäntäisiä, jolloin kasvitautiriskiä vähentävien esikasvien lajisto on määrältään alhaisempi kuin lehtilaikkutaudeilla. Vaikka taudinaiheuttajien elinkierto perustuvalla esikasvivalinnalla voidaan merkittävästi alentaa useiden kasvitautien esiintymisriskiä, lopullisen kasvitautitilanteen määräävät lyhyen ja pitkän aikavälin ympäristöolot, erityisesti kasvukauden sää, sekä kasvilajikkeen alttius eri taudinaiheuttajille (Duveiller ym. 2007).

Suorakylvössä ja kevennytyssä muokkauksessa esikasvin merkitys korostuu. Toisaalta suorakylvö voi myös pienentää kasvitautiriskiä ruokkimalla maaperän muita pieneliöitä, jotka kilpailevat taudinaiheuttajien kanssa samasta elintilasta. Koska taudinaiheuttajien elinkierto ja eri olosuhteissa selviytyminen vaihtelevat, myös eri viljelykiertojen ja muokkausmenetelmien vaikutukset ovat erilaisia eri taudinaiheuttajilla. Vaikutusten kirjoa lisäävät eri maalajit ja sääolosuhteet. Esimerkiksi ohran rengaslaikku viihtyy hyvin viileän alkukesän kosteissa eloperäisissä maissa ja vehnän pistelaikku selviytyy kuivemmissakin olosuhteissa, jos lämpöä on riittävästi. Yksipuolisen vehnänviljelyn, alttiiden kasvilajikkeiden sekä suorakylvön on todettu lisänneen vehnän pisteläikun merkitystä vehnän kasvintuhoojana (Janusauskaite & Ciuberkis 2010).

Suurin osa viljakasvien lehtilaikkutautien aiheuttajista on isäntävalikoivia, jolloin esikasvi vaikuttaa lehtilaikkutautien runsauteen. Helpoimmin esikasvin avulla hillittäviä viljojen kasvitauteja ovat ohran verkko- ja rengaslaikku, kauran lehtilaikku sekä vehnän rusko-, piste- ja harmaalaiikku. Kasvijätteessä säilyvien lehtilaikkutautien määrä vähenee huomattavasti jo yhden isäntäkasvittoman vuoden aikana. Jos kasvitautitartunta on ollut hyvin runsas, voi yksi vuosi ilman isäntäkasvia olla riittämätön ja ratkaisut tilanteen paranemiseksi löytyvät monipuolisesta viljelykierron (Jalli ym. 2012). Esikasvien vaikutukset tulevat selvimmän esiin alkukasvukau-

desta, mikä osoittaa kasvijätteestä tulevan tartunnan olevan merkityksellisen kasvuston alkukehityksen aikana (Krupinsky ym. 2004). Osa lehtilaikkutaudinaiheuttajista voi säilyä myös muissa kasvilajeissa niissä kuitenkin vahinkoa aiheuttamatta. Nurmikasvit ylläpitävät useimpia lehtilaikkutauteja ja vehnän pistelaiku voi tartuttaa ohraa. Pelkkä vilja- ja heinäpohjainen viljelykierto ei riitä tehokkaaseen lehtilaikkutautien torjuntaan, vaan mukana on oltava öljy- ja palkokasveja (Duczec ym. 1999).

Tyvi- ja juuristotauteja aiheuttavat useat eri sienilajit ja niiden isäntäkasvilajisto on lehtilaikkutautien isäntäkasvilajistoa runsaampi. Tyvi- ja juuristotautien aiheuttajat voivat säilyä maassa useita vuosia, mikä myös heikentää yhden väli vuoden merkitystä niiden hallinnassa. Viljelykasvien lisäksi tärkeä tekijä tyvitautien ilmeneemiseen ovat lohkolla esiintyvät rikkakasvit, jotka torjumattomina voivat ylläpitää tautikantoja (Curl 1963). Selkeimmät tulokset tyvitautien hallintaan esikasvin avulla on saatu vehnän mustatyvellä. Jo yhden vuoden öljykasvien viljely vähentää maassa säilyvän taudinaiheuttajan

määrää. Koska taudinaiheuttaja tartuttaa myös ohraa ja ruisvehnää, ei näiden kasvien viljely vähennä mustatyviriskiä (Sieling ym. 2007).

Esikasvilla on todettu olevan vain vähän vaikutusta viljoilla tyvi- ja juuristotauteja sekä punahometta aiheuttavien *Fusarium*-sienten tartunnan voimakkuuteen. Osa sienistä säilyy maassa useamman vuoden, ja kasvukauden sääolot ovat alkutartunnan voimakkuutta merkittävämpi tekijä. Voimakkaassa *Fusarium*-tartunnassa yksi vuosi ei riitä riskin vähentämiseen vaan oleellisemmaksi tekijäksi *Fusarium*-sienten hallinnassa nousee viljelykierto (Davis ym. 2009). *Fusarium*-sienet tartuttavat heinämaisiiä kasvilajeja sekä myös palkokasveja, jotka viljojen esikasveina voivat lisätä *Fusarium*-tartuntariskiä. Tyvi- ja juuristotauteja sekä punahometta aiheuttavia *Fusarium*-lajeja on useita, jotka kukin käyttäytyvät eri tavoin eri kasvilajeilla ja viljelyympäristöissä. *F. avenaceum* voi lisääntyä palkokasveja viljeltäessä, kun taas *F. culmorum* tai *F. graminearum* -sienten esiintymisrunsautta ei-heinämaisten kasvien viljely voi vähentää (Fernandez 2007). Tyvitautien ja punahomei-



Monivuotisena satokasvina kumina rikastuttaa hyvin kevätiljapainotteista viljelykiertoa. Kuva: Erja Huusela-Veistola.



Leveälehtiset rikkakasvit voi torjua viljan seasta. Heinäriikat pystytään torjumaan vastaavasti viljelemällä leveälehtisiä satokasveja. Kuva: Heikki Jalli.

den torjunnassa korostuu viljelykierron ja muokkausmenetelmien sekä niiden yhdysvaikutuksen merkitys. Suorakylvö näyttäisi edistävän *F. avenaceum* -tartuntaa ja vastaavasti maan muokkaus *F. culmorum* -tartuntaa (Parikka ym. 2012). Tehokas rikkakasvien torjunta ja olkijätteen käsittely vähentävät kasvitautiriskiä (Paulitz 2006).

Palkokasvien sekä öljykasvien viljelyintensiteettiä rajoittavat niiden kasvintuhojariskit. Toisin kuin viljoilla, voivat palko- ja öljykasvien yleisimmät taudinaiheuttajat säilyä maassa useita vuosia. Öljy- ja palkokasvien taudinaiheuttajien runsastuessa on niiden vaikutus viljelykasvin sadontuottoon merkittävä. Ristikukkaisilla kasveilla esiintyvän möhöjuuren ongelmat korostuvat alueilla, joilla viljellään sekä vihanneksia että öljykasveja. Huolellinen rikkakasvitorjunta on oleellista möhöjuuren taudinaiheuttajalla, joka voi säilyä elinkykyisenä maassa jopa 10 vuotta (Donald & Porter 2009).

5.2 Esikasvi ja rikkakasvit

Rikkakasvit taimettuvat pellon rikkakasvisiemenpankista, juurista, juurakon kappaleista tai siirtyvät pellolle eläinten, ilmapirtausten, koneiden tai kylvösiemenen mukana. Kukin viljelykasviryhmä (viljat, öljykasvit, palko-

Kasvijätteessä säilyvien lehtilaikkutautien määrä vähenee huomattavasti jo yhden isäntäkasvittoman vuoden aikana.

kasvit, peruna ja kumina) kilpailee rikkakasvien kanssa eri voimakkuudella ja niillä käytetään erilaisia rikkakasvien torjuntamenetelmiä. Esikasvi vaikuttaa rikkakasvien määrään ja taimettumiseen, vaikka esimerkiksi syysvehnän viljelyssä kylvömuokkauksen vaikutus on esikasvia suurempi (Colbach ym. 2013).

Viljapelloilla rikkakasvien torjuminen on tuloksellista, kun herbisidi valitaan rikkakasvilajiston mukaan ja huomioidaan resistenssiriski. Viljat ovat leveälehtisten rikkakasvien torjunnan kannalta parhaita esikasveja. Jotta rikkakasvisiemenpankki ei kasvaisi, on esikasviviljasta torjuttava rikkakasvit huolellisesti. Lisäksi on huomioitava viljoilla käytettävien kloporyalidi-herbisidien käytön rajoitukset ennen perunan kylvöä sekä osittaisen maavaiikutuksen takia metsulfuronimetyyli-herbisidien käytön rajoitus ennen öljykasveja <https://kasvinsuojeluaineet.tukes.fi>. Talouden näkökulmasta rikkakasvit kannattaa torjua arvokkaimman sadonlisän antavasta kasvustosta (Van Den Berg ym. 2010) ja huomioida tämä viljelykierron suunnittelussa.



Viljelykierrolla voidaan vaikuttaa monen kasvintuhoojan esiintymiseen. Kaalikoi on yksi niistä hyönteisistä, joka leviää pitkiäkin matkoja tuulen mukana eikä ole hallittavissa viljelykierron avulla. Kuva: Erja Huusela-Veistola.

Hukkakaura on sopeutunut kasvamaan kevätiljakierrossa ja hukkakauran mahdollisuudet pienenevät syysviljan (Thurston 1962) ja muiden kasvien lisääntyessä viljelyssä. Kitkemällä torjunta on helpointa kevätheinä- ja ohrakasvustoista ja kemiallinen torjunta onnistuu kaurakasvustoja lukuun ottamatta. Hukkakauran siemenet säilyvät itävinä useita vuosia (Pessala 1983), mikä määrittää tiukasti viljelykiertoa. Hukkakauraiselle pellolle ei saa kylvää kauraa. Myös muut heinämaisset rikkakasvit, kuten juolavehnä, luoho (Erviö 1991) ja ruiskattara viihtyvät viljapelloilla (Hänninen 2008) ja niiden torjuminen onnistuu tehokkaimmin öljy- ja palkokasvukasvustoista.

Leveälehtisiltä viljelykasveilta, kuten palkokasveilta, perunalta ja öljykasveilta, voi torjua heinämaisiksi rikkakasveja ja se kannattaa tarvittaessa tehdäkin. Tämä auttaa seuraavien viljelykasvien rikkakasvien hallintaa (Seymour ym. 2012). Rikkakasvien säätelymahdollisuudet eivät aina ole riittävät palko- ja öljykasvukasvustoissa ja niiden jälkeen voi rikkakasvisiemenpankki suurentua. Monipuolinen viljely sekä erilaisten viljelymenetelmien ja herbisidien käyttö katkaisevat viljelyä uhkaavan resistenttien rikkakasvien syntymisen ja lisääntymisen (Buchler 2002).

5.3 Esikasvi ja tuhoeläimet

Kullakin viljelykasvirhymällä (viljat, öljykasvit, palkokasvit, peruna, kumina) on omat taloudellisesti merkittävät tuhoeläinlajinsa. Tuomikirvat vikuuttavat viljoja, kirpat ja rapsikuoriainen ovat hankalia öljykasvien tuholaisia ja kuminakoi vioittaa puolestaan vain kuminaa. Kun vaih-

detaan vuorovuosina samalla lohkolta viljeltävää kasvia, tiettyyn viljelykasviin erikoistuneet kasvintuhoojat eivät pääse yhtä helposti runsastumaan. Yhteisiä tuholaisia peltokasveilla ovat vain etanat, jotka ovat moniruokaisia ja hyötyvät etenkin kosteista olosuhteista, muokkamattomuudesta ja pysyvistä nurmikasvustoista.

Viljelykierron ja esikasvin merkitys tuhoeläinten hallinnassa on kuitenkin selvästi rajallisempaa kuin kasvitautien hallinnassa, koska monet tuhoeläimet liikkuvat helposti lohkolta toiselle ja pidempiäkin matkoja. Tietyn viljelykasvin viljelyn alueellinen laajuus ja lohkon etäisyys muista saman viljelykasvin lohkoista vaikuttavat usein sen tuhoeläinten hallintaan. Tämän vuoksi monen tuholaislajin hallinnassa alueellinen viljelykierto ("area-wide pest management") onkin lohko-kohtaista viljelykiertoa tärkeämpää (Sexon & Wyman 2005, Huusela-Veistola & Jauhiainen 2006).

Kasvinvuorotuksen ja esikasvin merkitys tuhoeläinten torjunnassa riippuu ennen kaikkea tuhoeläimen liikkumiskyvystä ja sopivien ravintokasvien määrästä. Eten lohko-kohtaisesta viljelykierrosta kärsivät suhteellisen vähän liikkuvat lajit, joiden ravintokasvivalikoima on suppea (Coaker 1987).

Maassa ja sängessä säilyvien lajien osalta muokkauksen vähentäminen lisää viljelykierron merkitystä. Yksi-puolisessa vehnän viljelyssä ongelmia aiheuttavat heseninsääski, tähkäsääski ja vehnäsääski. Näiden lajien torjunnassa viljelykierron monipuolistaminen muilla kuin viljakasveilla on yksi hallintakeino (Glen 2000). Lohko-kohtaisesta kasvinvuorotuksesta ei ole apua sellaisten lajien hallinnassa, jotka liikkuvat helposti pitkiä matkoja, kuten kirvat tai joilla on viljely-ympäristössä paljon isäntäkasveja, kuten etanat.

Kun vaihdetaan vuorovuosina samalla lohkolta viljeltävää kasvia, tiettyyn viljelykasviin erikoistuneet kasvintuhoojat eivät pääse yhtä helposti runsastumaan.

LÄHTEET

- Buchler, D.D. 2002.** Challenges and opportunities for integrated weed management. *Weed Science* 50: 273-28.
- Coaker, T.H. 1987.** Cultural methods: The crop. Teoksessa: Burn, A. J., Coaker, T.H. & Jepson, P.C. (toim.) *Integrated Pest Management*. Academic Press, London s. 69-88.
- Colbach, N., Granger, S. & Meziere, D. 2013.** Using a sensitivity analysis of a weed dynamics model to develop sustainable cropping systems. II. Long-term effect of past crops and management techniques on weed infestation. *Journal of Agricultural Science*. 151.2 2013, s. 229-245.
- Curl, E.A. 1963.** Control of plant diseases by crop rotation. *Botanical Review* 29: 413-479.
- Davis, R.A., Huggins, D.R., Cook, R.J. & Paulitz, T.C. 2009.** Nitrogen and crop rotation effects on fusarium crown rot in no-till spring wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology* 31: 456-467.
- Donald, C. & Porter, I. 2009.** Integrated Control of Clubroot. *Journal of Plant Growth Regulation* 28: 289-303.
- Duczec, L.J., Sutherland, K.A., Reed, K.L., Bailey, K.L. & Lafond, G.P. 1999.** Survival of leaf spot pathogens on crop residues of wheat and barley in Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Pathology* 21: 165-173.
- Duveiller, E., Singh, R-P. & Nicol, J.M. 2007.** The challenges of maintaining wheat productivity: pests, diseases, and potential epidemics. *Euphytica* 157:417-430.
- Eriksen, J., Pedersen, L. & Jorgensen, R.J. 2006.** Nitrate leaching and bread-making quality of spring wheat following cultivation of different grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116: 165-175.
- Erviö, L-R. 1991.** Luoho, ikävä tulokas viljapellolle. Koetoiminta ja käytäntö: 1991 23.4.1991, s. 48.
- Fernandez, M.R. 2007.** Fusarium populations in roots of oilseed and pulse crops grown in eastern Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science* 87: 945-952.
- Glen, D.M. 2000.** The effects of cultural measures on cereal pests and their role in integrated pest management. *Integrated Pest Management Reviews* 5: 25-40.
- Hakala, K., Nikunen, H-M., Sinkko, T. & Niemeläinen, O. 2012.** Yields and greenhouse gas emissions of cultivation of red clover-grass leys as assessed by LCA when fertilised with organic or mineral fertilisers. *Biomass and Bioenergy* 46: 111-124.
- Hakala, K., Keskitalo, M., Eriksson, C. & Pitkänen, T. 2009.** Nutrient uptake and biomass accumulation for eleven different field crops. *Agricultural and Food Science* 18: 366-387.
- Hauggaard-Nielsen, H., Mundus, S. & Jensen, E.S. 2012.** Grass-clover undersowing affects nitrogen dynamics in a grain legume-cereal arable cropping system. *Field Crops Research* 136: 23-31.
- Haynes, R.J. 1986.** The decomposition process. Mineralization, immobilization, humus formation and degradation. In: R.J. Haynes (toim.), *Minerals Nitrogen in the plant - soil system*. Academic Press, New York. pp. 88-106.
- Huusela-Veistola, E., & Jauhiainen, L. 2006.** Expansion of pea cropping increases the risk of pea moth (*Cydia nigricana*; Lep., Tortricidae) infestation. *Journal of Applied Entomology* 130: 142-149.
- Hänninen, S. 2008.** Ruiskattara. Kasvinsuojelupäivä 2008 22.1.2008, MTT, Jokioinen, <http://www.kasvinsuojeluseura.fi> s. 28.

ISO-VILJA® -kasvuohjelmaraportit: Saatavilla www.agrimarket.fi

Jalli, M., Huusela-Veistola, E., Jalli, H. & Jauhiainen, L. 2012. Viljelykierron vaikutus vehnän kasvintuhoojien esiintymiseen. In: Maataloustieteen Päivät 2012, 10.-11.1.2012 Viikki, Helsinki : esitelmät, posterit / Toim. Nina Schulman ja Heini Kauppinen. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote 28: 7 s.

Janusauskaite, D. & Ciuberkis, S. 2010. Effect of different soil tillage and organic fertilizers on winter triticales and spring barley stem base diseases. *Crop Protection* 29: 802-807.

Jensen, C.R., Joersgaard, B., Andersen, M.N., Christiansen, J.L., Mogensen, V.O., Friis, P. & Petersen, T. 2004. The effect of lupins as compared with peas and oats on the yield of the subsequent winter barley crop. *European Journal of Agronomy* 20: 405-418.

Jørgensen, L.N. & Olsen, L.V. 2007. Control of tan spot (*Drechslera tritici-repentis*) using cultivar resistance, tillage methods and fungicides. *Plant Protection* 26:1606-1616.

Kaasinen, S. 2010. Ravinnetaseet TEHO-tiloilla. www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=125129&lan=fi

Keskitalo, M. 2013. Uusien viljelykasvien vaikutus viljelyn monimuotoisuuteen ja ympäristöön. Esitelmä. Kohtaavatko maatalouden taloudellisuus ja ympäristöystävällisyys? Peltoviljelyn kehittäminen Kaakkois-Suomessa. Kouvola-talo, Simelius-Sali 11.3.2013.

Krupinsky, J.M., Tanaka, D.L., Lares, M.T. & Merrill, S.D. 2004. Leaf spot diseases of barley and spring wheat as influenced by preceding crops. *Agronomy Journal* 96: 259-266.

Kutra, G. & Aksomaitiene, R. 2003. Use of nutrient balances for environmental impact calculations on experimental field scale. *European Journal of Agronomy* 20: 127-135.

Känkänen, H. 2012. Esikasvin merkitys muuttuu kylvötavan muuttuessa. Maataloustieteen Päivät 2012. www.smts.fi/mtpjul2012.html

Känkänen, H., Suokannas, A., Tiilikkala, K. & Nykänen, A. 2012a. Biologinen typensidonta fossiilisen energian säästäjänä. MTT raportti 76. 60 s. www.mtt.fi/mtrraportti/pdf/mtrraportti76.pdf

Känkänen, H., Huusela-Veistola, E., Jalli, H. & Jalli, M. 2012b. Herne on vaativa suorakylvettävä. Maataloustieteen Päivät 2012. www.smts.fi

Kätterer, T., Andrén, O. & Persson, J. 2004. The impact of altered management on long-term agricultural soil carbon stocks – a Swedish case study. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 70: 179-187.

Linden, B. 2008. Efterverkan av olika förfrukter: inverkan på stråsådesgrödors avkastning och kvävetillgång - en litteraturöversikt. SLU Rapport 14, Skara 2008. ISBN 978-91-85911-26-4.

Lattvala, H.E. 2008. Perunanviljelyn ravinnetaseet ja ravinteiden hyväksikäyttöön vaikuttavat tekijät – tapausesimerkinä Lappajärven valuma-alue. Pro Gradu –tutkielma, 99 s. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos.

Macdonald, A.J., Poulton, P.R., Stockdale, E.A., Powlson, D.S. & Jenkinson, D.S. 2002. The fate of residual ¹⁵N-labelled fertilizer in arable soils: its availability to subsequent crops and retention in soils. *Plant and Soil* 246: 123-137.

- Nakhone, L.N. & Tabatabai, M.A. 2008.** Nitrogen mineralization of leguminous crops in soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 171: 231-241.
- Nykänen, A., Granstedt A., Jauhiainen, L. & Laine, A. 2008.** Residual effect of clover-rich leys on soil nitrogen and successive grain crops. *Agricultural and Food Science* 17:73- 87.
- Ohlander, L. J. R. 1988.** Odlingsystem och växtföljder. Institutionen för växtodlingslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Andra upplagan.
- Palojärvi, A., Alakukku, L., Martikainen, E., Niemi, M., Vanhala, P., Jørgensen, K. & Esala, M. 2002.** Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn vaikutukset maaperään. *Maa- ja elintarviketalous* 2. 88 s. + 2 liitettä.
- Parikka, P., Rämö, S., Hietaniemi, V., Alakukku, L. & Känkänen, H. 2012.** The effect of agronomic practices on *Fusarium* infection and mycotoxins on oats and barley. *NJF Report* 8: 20.
- Paulitz, T.C. 2006.** Low input no-till production in the Pacific Northwest of the U.S.: the challenges of root diseases. *European Journal of Plant Pathology* 115: 271-281.
- Persson, T., Bergkvist, G. & Kätterer, T. 2008.** Long-term effects of crop rotations with and without perennial leys on soil carbon stocks and grain yields of winter wheat. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 81: 193-202.
- Pessala, B. 1983.** Kaikin keinoin hukkakauraa vastaan. *Käytännön Maamies* 6: 22-24.
- Petersen, J., Thomsen, I.K., Matsson, L., Hansen, E.M. & Christensen, B.T. 2010.** Grain yield and crop N offtake in response to residual fertilizer N in long-term field experiments. *Soil Use and Management* 26: 455-464.
- Petersen, J., Thomsen I.K. & Matsson, L. 2012.** Estimating the crop response to fertilizer nitrogen residues in long-continued field experiments. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 93: 1-12.
- Seymour, M., Kirkegaard, J.A., Peoples, M.B., White, P.F. & French, R.J. 2012.** Break-crop benefits to wheat in Western Australia – insights from over three decades of research. *Crop and Pasture Science* 63: 1-16.
- Sexon, D.L. & Wyman, J.A. 2005.** Effect of crop rotation distance in populations of Colorado potato beetle (*Coleoptera: Chrysomelidae*): Development of area wide Colorado potato beetle pest management strategies. *Journal of Economic Entomology* 98:716-724.
- Sieling, K., Ubben, K. & Christen, O. 2007.** Effects of preceding crop, sowing date, N fertilization and fluquinconazole seed treatment on wheat growth, grain yield and take-all. *Journal of Plant Diseases and Protection* 114: 213-220.
- Thurston J.M. 1962.** The effect of competition from cereal crops on the germination and growth of *Avena fatua* L. in naturally infested field. *Weed Research* 2: 129-207.
- Van Den Berg, F., Gillian C.A., Gerdessen, J.C., Gregoire, L.A.H & VanDen Bosch, F. 2010.** Optimal weed management in crop rotations: incorporating economics is crucial. *Weed Research* 50: 413-424.

LIITE 1. VIILJELYKIERRON VAIKUTUS KASVINTUHOOJIIIN

Esikasvin vaikutus seuraavan viljelykasvin kasvitauteihin, rikkakasveihin ja tuhoeläimiin.

Viljeltävä kasvi	Esikasvi	Kasvitautilien kannalta	Rikkakasvien kannalta	Tuhoeläinten kannalta
Kevätviljat	Kevätviljat			
	Syysviljat			
	Öljykasvit			
	Peruna			
Syysviljat	Kevätviljat			
	Syysviljat			
	Öljykasvit			
	Peruna			
Öljykasvit	Kevätviljat			
	Syysviljat			
	Öljykasvit			
	Peruna			
Peruna	Kevätviljat			
	Syysviljat			
	Öljykasvit			
	Peruna			
Palkokasvit	Kevätviljat			
	Syysviljat			
	Öljykasvit			
	Peruna			
Kumina	Kevätviljat			
	Syysviljat			
	Öljykasvit			
	Peruna			
VÄRIKODDAUS				
	huono			
	tarkkailtava			
	hyvä/neutraali			

LIITE 2. KASVITAUTIEN ESIINTYMINEN

Kasvitautilien säilyminen ja niiden isäntäkasvit.

KASVI	Kasvintuhoaja	Säilyminen (muut leviämistavat)	Isäntäkasvit
Ohra	Verkkolaikku	Rihmastona tai vakekotelopulloina kasvijätteessä (1–2 vuotta) tai siemenessä	Ohra sekä useat heinämäiset rikkakasvi- ja nurmilajit
	Rengaslaikku	Rihmastona kasvijätteessä (1–2 vuotta) tai siemenessä, kasvijäte merkittävämpi säilymistapa	Ohra, ruis sekä useat heinämäiset rikkakasvi- ja nurmilajit
	Ohran tyvi- ja lehtilaikku	Rihmastona (1–2 vuotta) tai itiöinä siemenessä, kasvijätteessä tai maassa	Ohra, vehnä, ruis, useat heinämäiset rikkakasvi- ja nurmilajit
Vehnä	Ruskolaikku	Rihmastona (1–2 vuotta) tai kuromapulloina siemenessä, kasvijätteessä tai maassa	Vehnä merkittävin
	Pistelaikku	Rihmastona (1–2 vuotta) kasvijätteessä	Vehnä, kattarat, juolavehnä, ruis ovat alltiita, ohra ja kaura kestäviä
	Harmaalaikku	Rihmastona tai kotelopulloina kasvijätteessä (1–2 vuotta)	Vehnä merkittävin
Kaura	Kauranlehtilaikku	Rihmastona tai itiöinä siemenessä tai kasvijätteessä (1–2 vuotta)	Kaura merkittävin
Ruis	Rengaslaikku	Rihmastona kasvijätteessä (1–2 vuotta) tai siemenessä, kasvijäte merkittävämpi säilymistapa	Ohra, ruis sekä useat heinämäiset rikkakasvi- ja nurmilajit
Kaikki viljat	Mustatyvi	Rihmastona kasvijätteessä, talvehtivissa kasveissa	Kaikki viljat, kaura kestävin, kattarat, juolavehnä
	Muut tyvitaudit (lähinnä Fusarium), punahomeet	Rihmastona tai itiöinä kasvijätteessä, siemenessä, maassa	Hyvin runsas isäntäkasvilajisto, mm. palkokasvit
	Torajyvä	Rihmastopahkoina maassa (1–2 vuotta), siemenessä	Ruis ja ruisvehnä alteimmat, kaikki viljat, runsas joukko heinämäisiä nurmi ja rikkakasvilajeja
Syysviljat	Lumihome	Rihmastona ja itiöinä kasvijätteessä, siemenessä	Kaikki viljalajit, runsas joukko heinämäisiä nurmi ja rikkakasvilajeja
Öljykasvit	Möhöjuuri	Itiöinä maassa 4–10 vuotta	Ristikukkaiset viljely- ja rikkakasvit
	Taimipolte, tyvi- ja juuristotaudit	Rihmastona ja itiöinä maassa 3–4 vuotta, siemenessä	Useimmat viljelykasvilajit
	Pahkahome	Pahkoina maassa 3–5 vuotta	Palkokasvit, peruna, useimmat vihanneskasvit, voi levitä myös viereisiltä lohkoilta
	Harmaahome	Maassa 2–4 vuotta	Palkokasvit, peruna, useimmat vihanneskasvit, voi levitä myös viereisiltä lohkoilta
	Taimipolte, mustalaikku	Siemenessä, maassa 2–3 vuotta	Ristikukkaiset viljely- ja rikkakasvit
	Lehtihome	Siemenessä, maassa 3–4 vuotta	Ristikukkaiset viljely- ja rikkakasvit
	Kalkkihime	Siemenessä, maassa 3–4 vuotta	Ristikukkaiset viljely- ja rikkakasvit

Taulukko jatkuu seuraavalla sivulla ►

KASVI	Kasvintuhoaja	Säilyminen (muut leviämistavat)	Isäntäkasvit
Herne	Herneenlakaste	Maassa 5–7 vuotta	Sinimailanen, juurikkaat, pinaatti
	Taimipolte, tyvi- ja juuristotaudit	Siemenessä, maassa 2–4 vuotta	Useimmat viljelykasvilajit
	Tyvi- ja lehtilaikkutaudit	Siemenessä, maassa 2–3 vuotta	Ei muita Suomessa viljeltäviä kasveja
	Herneenlehtihome	Siemenessä, maassa 3–5 vuotta	Härkäpapu
	Pahkahome	Pahkoina maassa 3–5 vuotta	Öljykasvit, peruna, useimmat vihanneskasvit
Härkäpapu	Taimipolte, tyvi- ja juuristotaudit	Siemenessä ja maassa 3–4 vuotta	Useimmat viljelykasvilajit
	Harmaahome	Maassa 2–4 vuotta	Öljykasvit, peruna, useimmat vihanneskasvit
	Suklaalaikku	Siemenessä, maassa 2–3 vuotta	Ei ole
	Lehtilaikku	Siemenessä, maassa 2–3 vuotta	Ei ole
	Pahkahome	Pahkoina maassa 3–5 vuotta	Öljykasvit, peruna, useimmat vihanneskasvit
Peruna	Perunasyöpä	Maassa yli 10 vuotta	Ei muita isäntäkasveja
	Lakaste	Maassa 3–7 vuotta	Monet vihanneskasvit, auringonkukka
	Sydänmätä	Maassa 4–5 vuotta	Monet vihanneskasvit, auringonkukka
	Punamätä	Maassa 4–5 vuotta	Tomaatti, pinaatti
	Perunaseitti	Maassa 3–5 vuotta	Öljykasvit, useimmat vihanneskasvit, tavalliset perunan tautikannat eivät tartuta muita kasvilajeja
	Pahkahome	Maassa 3–5 vuotta	Öljykasvit, herne, useimmat vihanneskasvit
	Perunarutto	Maassa 3–4 vuotta	Tomaatti
	Lehtihome	Maassa 2–3 vuotta	Ei muita isäntäkasveja, joilla olisi merkitystä

Lähde: Asko Hannukkala & Marja Jalli MTT

LIITE 3. KASVIEN TUHOELÄIMET

Tuhoeläinten esiintymiseen vaikuttavat talvehtiminen ja leviäminen sekä ravintokasvien esiintyminen.

Kasvi	Kasvintuhooja	Talvehtiminen/Leviäminen	Isäntä-/ravintokasvit
Viljat	Tuomikirva	Talvimunana pellon ulkopuolella (tuomissa) leviää usein myös kaukokulkeutena ilmavirtausten mukana etelästä	Vilja- & heinäkasvit
	Kahukärpänen	Toukkana (kotelona) vilja- ja nurmikasveissa	Vilja- & heinäkasvit
	Tähkäsääski	Toukkana (kotelokopassa) maassa, jopa 10 v.	Vilja- & heinäkasvit
	Vehnäsääski	Toukkana (kotelokopassa) maassa, jopa 10 v.	Vilja- & heinäkasvit
	Hesseninsääski	Toukkana (kotelona) vilja- ja nurmikasveissa	Vilja- & heinäkasvit
	Viljakaskas	Toukkana vilja- ja nurmikasveissa	Vilja- & heinäkasvit
	Viirukaskas	Toukkana vilja- ja nurmikasveissa	Vilja- & heinäkasvit
	Etanat	Munana/toukkana maassa	Monet kasvit
Öljykasvit	Kirpat	Aikuisena pellon reunalla/ulkopuolella	Ristikukkaiset viljely- ja rikkakasvit
	Rapsikuoriainen	Aikuisena pellon reunalla/ulkopuolella	Ristikukkaiset viljely- ja rikkakasvit
	Kaalikoi	Aikuisena(kotelona) pellolla/ulkopuolella. Kaalikoi ei talvehdi Suomessa nykyisin, leviää kaukokulkeutena ilmavirtausten mukana etelästä	Ristikukkaiset viljely- ja rikkakasvit
Peruna	Peruna-ankeroinen	Kystana (toukkana) maassa; säilyy jopa 15 v. karanteenituhooja (ilmoitusvelvollisuus)	Peruna, muut koisokasvit
	Koloradonkuoriainen	Aikuisena maassa (Suomessa ei pysyvästi) karanteenituhooja (ilmoitusvelvollisuus)	Peruna, muut koisokasvit

KUVAILULEHTI

Julkaisija:	TEHO Plus -hanke			
Julkaisuaika:	Maaliskuu 2014			
Tekijät:	Marjo Keskitalo, Kaija Hakala, Erja Huusela-Veistola, Heikki Jalli, Marja Jalli, Lauri Jauhiainen ja Sari Peltonen			
Julkaisun nimi:	Esikasvin vaikutus viljojen, öljykasvien ja perunan viljelyyn			
Julkaisusarjan nimi ja numero:	TEHO Plus -hankkeen julkaisu 4/2014			
Tiivistelmä:	<p>Tässä oppaassa käsitellään viljelykierrolla saatavia hyötyjä. Viljelykierrolla on suotuisa vaikutus maan rakenteeseen ja se vähentää kasvitautien, rikkakasvien ja tuhoeläinten määrää kasvustoissa. Tarkastelussa kevätoljykasvit, syysviljat, kevätehnä ja peruna ovat parhaita esikasveja muille viljelykasveille. Näiden jälkeen viljeltävien kasvien hehtaarisadot nousivat parhaimmillaan yli 500 kg. Öljykasvi esikasvina saattaa parantaa kevätehnän ja ohran laatua. Säästä johtuvien epävarmuustekijöiden takia on vaikeaa antaa yksiselitteistä ohjeistusta typpilannoituksen vähentämiseksi muiden kuin palkokasvien jälkeen.</p> <p>Tämä opas on osa TEHO Plus -hankkeen tuottamaa materiaalia viljelijöiden ja neuvojen käyttöön, mikä täydentää hankkeen laatimaa Maatilan ympäristökäsikirjaa.</p>			
Asiasanat:	maatalous, viljelykierto, nurmiviljely, ravinnetase, monivuotiset kasvit, rikkakasvit, tuohyönteiset			
Rahoittaja/toimeksiantaja:	TEHO Plus -hanke			
	ISBN 978-952-257-992-8 (painettu)	ISBN 978-952-257-993-5 (PDF)	ISSN 1798-1115 (painettu)	ISSN 1798-1123 (verkkojulkaisu)
	Sivuja 28	Kieli: suomi	Luottamuksellisuus: julkinen	
Julkaisun myynti/jakaja:	TEHO Plus -hanke/Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Ympäristö ja luonnonvarat -vastuualue puh. 0295 022 500			
	Julkaisu on saatavana myös Internetistä: www.ymparisto.fi/tehoplus > Julkaisusarja / www.doria.fi			
Julkaisun kustantaja:	TEHO Plus -hanke			
Painopaikka ja -aika:	Kopijyvä Oy, Jyväskylä 2014			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare:	TEHO Plus -projektet			
Publiceringsdatum:	Mars 2014			
Författare:	Marjo Keskitalo, Kaija Hakala, Erja Huusela-Veistola, Heikki Jalli, Marja Jalli, Lauri Jauhiainen och Sari Peltonen			
Publikationens titel:	Förfrukten påverkar odlingen av spannmål, oljeväxter och potatis			
Publikationsseriens namn och nummer:	TEHO Plus -projektets publikation 4/2014			
Sammandrag:	<p>Denna guide behandlar nyttan med växtföljd. Växtföljd har en gynnsam verkan på markstrukturen och den minskar mängden växtsjukdomar, ogräs och skadedjur i växtligheten. Undersökningen visar att våroljeväxter, höstsäd, vårvete och potatis är de bästa förfrukterna för andra odlingsväxter. Hektarskördarna för de växter som odlades efter dessa ökade i bästa fall med över 500 kg. En oljeväxt som förfrukt kan förbättra vårvetets och kornets kvalitet. Osäkerhetsfaktorer som beror på vädret gör att det är svårt att ge entydiga riktlinjer för hur mycket kvävegödslingen ska minskas efter andra än baljväxter.</p> <p>Denna guide är en del av det material som producerats inom TEHO Plus-projektet för jordbrukare och rådgivare. Den kompletterar Gårdens miljöhandbok, som också sammanställts inom projektet.</p>			
Nyckelord:	lantbruk, växtföljd, vallodling, näringsbalans, fleråriga växter, ogräs, skadeinsekter			
Finansiär/uppdragsgivare:	TEHO Plus -projektet			
	ISBN 978-952-257-992-8 (tryckt)	ISBN 978-952-257-993-5 (PDF)	ISSN 1798-1115 (tryckt)	ISSN 1798-1123 (webbpublikation)
	Sidantal 28	Språk: finska	Offentlighet: Offentlig	
Försäljning/distribution av publikationen:	TEHO Plus-projektet/Närings-, trafik- och miljöcentralen i Egentliga Finland, Ansvarsområdet för miljö och naturresurser tfn 0295 022 500			
	Publikationen finns även på internet: www.ymparisto.fi/tehoplus > Julkaisusarja / www.doria.fi			
Förläggare:	TEHO Plus -projektet			
Tryckeri/tryckort och år:	Kopijyvä Oy, Jyväskylä 2014			

Esikasvioppaaseen on koottu tietoa viljelykierron vaikutuksesta sadon tuotantoon. Viljelykierrolla on suotuisa vaikutus maan rakenteeseen ja se vähentää kasvitautien, rikkakasvien ja tuhoeläinten määrää kasvustoissa. Esikasvin typpilannoitusvaikutuksen merkitystä seuraavan vuoden satokasville on vaikea arvioida muiden kuin palkokasvien osalta säästä johtuvien epävarmuustekijöiden takia. Vaikka ei esikasvista varsinaista typpilannoitushyötyä olisikaan, on viljelykierrolla merkitystä satotason kasvuun maan rakenteen paranemisen myötä. Opas on tarkoitettu neuvojen ja viljelijöiden käyttöön. Oppaan toivotaan lisäävän viljelijöiden kiinnostusta monipuolista lohko kohtaista viljelykiertoa kohtaan. Opas täydentää TEHO Plus -hankkeen tekemän Maatilan ympäristökäsikirjan tietoja.

ISBN 978-952-257-992-8 (painettu)

ISBN 978-952-257-993-5 (PDF)

ISSN 1798-1115 (painettu)

ISSN 1798-1123 (verkkajulkaisu)