

TEHO Plus
-hankkeen julkaisu
6/2014



KERÄÄJÄKASVIT – HYÖTYÄ VILJELIJÄLLE JA YMPÄRISTÖLLE

*RIITTA LEMOLA, ELENA VALKAMA, TERHI SUOJALA-AHLFORS, HANNU KÄNKÄNEN,
EILA TURTOLO, JANNE HEIKKINEN JA KARI KOPPELMÄKI*



Maatalouden vesiensuojelun tehostaminen

TEHO Plus -hankkeen julkaisu 6/2014

Taitto: Mainostoimisto SST Oy

Kannen kuva: Janne Heikkinen

Julkaisun kirjoittajat: Riitta Lemola, Elena Valkama, Terhi Suojala-Ahlfors, Hannu Känkänen ja Eila Turtola toimivat tutkijoina MTT:n Kasvintuotannon tutkimuksessa. Janne Heikkinen työskentelee TEHO Plus -hankkeessa Varsinais-Suomen ELY-keskuksessa ja Kari Koppelmäki työskentelee RaHa-hankkeessa Uudenmaan ELY-keskuksessa.

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



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment



mmm.fi

MAA- JA METSÄTALOUSMINISTERIÖ

SISÄLLYS

OSA I

Alus- ja kerääjäkasvien potentiaali vähentää maatalouden aiheuttamaa typpikuormitusta

Riitta Lemola, Elena Valkama, Terhi Suojala-Ahlfors, Hannu Känkänen, Janne Heikkinen ja Eila Turtola

1. JOHDANTO	2
2. ALUSKASVIN VAIKUTUS MAAN TYPPIPITOISUUTEEN JA TYPEN HUUHTOUTUMISEEN – META-ANALYYSI	4
2.1 Tietokanta	4
2.2 Maan epäorgaaninen typpi ja nitraattityppi	4
2.3 Typen huuhtoutuminen	6
2.4 Yhteenveto aluskasvitutkimuksista	7
3. KERÄÄJÄKASVIEN VAIKUTUS TYPEN HUUHTOUTUMISEEN PERUNAN JA VIHANNESTEN JÄLKEEN – KIRJALLISUUSYHTEENVETO	8
3.1 Kerääjäkasvi varhaisperunan jälkeen	9
3.2 Kerääjäkasvi vihannesviljelyssä	12
3.3 Yhteenveto kerääjäkasvitutkimuksista	13
4. KERÄÄJÄKASVIEN ESIKASVIVAIKUTUS SEURAAVALLE VILJELYKASVILLE	14
4.1 Vaikutukset muihin ravinteisiin	16
4.2 Vaikutus maan rakenteeseen	17
4.3 Vaikutus kasvintuhoojiin	17
4.4 Yhteenveto kerääjäkasvien esikasvivaikutuksista	17
5. ARVIO ALUSKASVIEN JA KERÄÄJÄKASVIEN POTENTIAALISTA VÄHENTÄÄ PELTOVILJELYN AIHEUTTAMAAN TYPPIKUORMITUSTA	18
LÄHTEET	20
LIITE 1. Aluskasvin vaikutus typen huuhtoutumiseen Meta-analysissä käytetyn tietokannan kuvaus	23
LIITE 2. Aluskasvin vaikutus maan typpipitoisuuteen Meta-analysissä käytetyn tietokannan kuvaus	24
OSA II	27
TEHO Plus ja RaHa-hankkeen tilakohtaiset kerääjäkasvikokeilut	
<i>Janne Heikkinen ja Kari Koppelmäki</i>	
KUVAILELLEHTI	50
PRESENTATIONSBLAD	51

1. JOHDANTO

Maatalousmaa on suurin nitraattityppikuormituksen aiheuttaja pinta- ja pohjavesiin. Vuorenmaan ym. (2002) mukaan vuotuinen kokonaistypikuormitus maatalousmaalta on keskimäärin 15 kg/ha. Typikuormitus kuitenkin vaihtelee huomattavasti eri vuosien, viljelykasvien ja viljelytoimenpiteiden mukaan. Suomessa huuhtoutumiskentiltä mitattu keskimääräinen typikuormitus kokonaisvalunnassa oli 14 kg/ha savimailla ja 16 kg/ha hietamailla (Salo & Turtola 2006).

Sadonkorjuun jälkeen maahan jäävät ravinteet ovat alttiita huuhtoutumiselle, kun maa on kasvipeitteetön ja sula. Etelä-Suomessa ravinteiden huuhtoutumisriski on yleensä suurin kolmena kuukautena syksyllä sadonkorjuun jälkeen (elokuun puolivälistä marraskuun puoliväliin) ja keväällä maaliskuuhuhtikuussa, jolloin valunta on muita ajankohtia suurempaa. Syksyllä haihduttaa suurempi sadanta ja keväällä lumipeitteen sulamisen loppuvaihe aiheuttavat suurimpien vesimäärien suodattamisen maan läpi. Savimaan typikuormituksesta jopa 90 % kulkeutuu salaojavalunnan mukana ja tästä tyvestä 85 % on maaprofiilissa helposti liikkuvaa nitraattitypeä (Turtola & Paajanen 1995). Maan kasvipeitteetöntä aikaa voidaan lyhentää kerääjäkasvien avulla, jotka ottavat ravinteita myöhään syksyyn pääkasvin sadonkorjuun jälkeen. Suomen lyhyen kasvukauden vuoksi on edullisinta kylvää kerääjäkasvi samaan aikaan pääkasvin (kevätilja) kanssa aluskasviksi. Kerääjäkasvi voidaan kylvää myös aikaisin korjattavien kasvien, kuten varhaisperunan ja -vihannesten jälkeen.

Alus- ja kerääjäkasvien on arvioitu olevan jopa pitkäaikaista typpilannoituksen vähentämistä tehokkaampi menetelmä typikuormituksen pienentämiseksi (Hansen & Djurhuus 1996). Kerääjäkasvin tärkein ominaisuus on tehokas typenotto maasta niin, että maan läpi suodattuvan veden nitraattipitoisuus laskee. Toinen tärkeä kerääjäkasvin ominaisuus on kasvimassaan sidotun typen pitäminen sidottuna suurimman valuntakauden aikana. Italian- ja englanninraiheinällä voi olla melko korkea hiili/typpi-suhde (C/N-suhde), kun ne muokataan maahan. Tämä vähentää kasvimassaan sitoutuneen typen alttiutta huuhtoutua, mutta myös kerääjäkasvin ottaman typen vapautumista seuraavan viljelykasvin käyttöön.



Kasvien typenotto ja kyky vähentää maan epäorgaanisen typen pitoisuutta maassa vaihtelevat voimakkaasti kerääjäkasvien välillä. Muilla kerääjäkasveilla kuin palokasveilla typenotto vaihtelee 10–200 kg/ha välillä, ollen suurin retiisillä ja sinapilla (Thorup-Kristensen ym. 2003). Kerääjäkasvilajit eroavat toisistaan siinä, kuinka suuri osuus kasvin biomassasta on maanpäällistä versoa ja maanalaista juuristoa. Juuriston nopea kehittyminen on olennainen ominaisuus viljaa seuraavalle kerääjäkasville, jonka tarkoitus on vähentää nitraatin huuhtoutumista pääkasvin sadonkorjuun jälkeen. Suomen oloissa kasvukausi on lyhyt ja aluskasvina jo keväällä perustettu kerääjäkasvikasvusto on viljoja viljellessä yleensä tehokkain vaihtoehto.



Kuva 1. Aluskasvi peittää pellon pinnan vihreyteen syksyn värjätessä puut ruskaan. Kuva: Janne Heikkinen.

Monien tutkimusten mukaan kerääjäkasvin käyttö vähentää maan nitraattitypen määrää myöhään syksyllä ennen talven tuloa. Pohjoismaissa nitraattitypen määrä maassa myöhään syksyllä pidetään typen huuhtoutumisen indikaattorina ja monet yksittäiset tutkimukset ovatkin osoittaneet kerääjäkasvin vähentäneen nitraatin huuhtoutumista 50–70 % (Wyland ym. 1996, Gustafson ym. 1998, Lemola ym. 2000). Joissakin tapauksissa kerääjäkasvilla ei ole ollut vaikutusta maan epäorgaanisen typen määrään tai typen huuhtoutumiseen (Lyngstad ja Børresen 1996, Stenberg ym. 1999, Känkänen ym. 2001, 2003). Känkäsen ja Erikssonin (2007) mukaan tämä kuvaa eri kerääjäkasvilajien vaihtelevaa tehokkuutta kuormituksen vähentäjinä.

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli koota yhteen tutkimustietoa aluskasveiksi kylvettyjen kerääjäkasvien vaikutuksista maan typen huuhtoutumisriskiin ja mitattuihin tyyppihuuhtoumiin Pohjoismaissa (poislukien Tanska) ja Kanadassa sekä tehdä määrällinen arvio vaikutuksista meta-analyysin avulla. Meta-analyysi on useilla tieteenaloilla käytetty tilastollinen menetelmä. Sen avulla pyritään johtamaan päätelmiä yhdistelemällä aiempia samaa asiaa käsitteleviä tutkimustuloksia. Tarkoituksena on saada aikaan synteesi, joka antaa tutkittavasta kysymyksestä vahvempaa näyttöä kuin yksittäiset tutkimukset.

2. ALUSKASVIN VAIKUTUS MAAN TYPPIPITOISUUTEEN JA TYPEN HUUHTOUTUMISEEN – META-ANALYYSI

Tutkimuksen tarkoitus oli määrittää, kuinka tehokkaasti kerääjäkasveilla voidaan vähentää kasvukauden ulkopuolista typen huuhtoutumista. Tutkimuksen alueellinen rajausta ja analyysimenetelmä valittiin siten, että yhteenveto olisi mahdollisimman luotettava ja sen perusteella voitaisiin arvioida kerääjäkasvin potentiaalia vähentää typpihuuhtoumaa Etelä-Suomessa. Tutkimustieto aluskasveiksi kylvettyjen kerääjäkasvien vaikutuksesta typen huuhtoutumisriskiin ja mitattuihin typpihuuhtoumiin koottiin yhteen tietokannaksi. Tietokannan avulla aluskasvien vaikutuksista tehtiin meta-analyysi, jossa tutkittiin kuuden eri kasvilajin tehokkuutta vähentää typpikuormitusta ja typpikuormitusriskiä sekä tehon riippuvuutta maalajista ja muokkausajankohdasta (syksy/kevät). Lopuksi testattiin, kuinka paljon suurentuvat typpilannoitusmäärät vaikuttivat kerääjäkasvien kykyyn vähentää huuhtoutumisriskiä (maan epäorgaanisen typen määrää) tai typpihuuhtoumaa. Lisäksi tehtiin kirjallisuustutkimus pääkasvin jälkeen kylvettävän kerääjäkasvin vaikutuksesta maan typpikuormitusriskiin ja -huuhtoumiin varhaisperunan ja vihannesten viljelyssä. Satokasvin jälkeen kylvettävistä kerääjäkasvien vaikutuksista on vain vähän tutkimustietoa pohjoisista olosuhteista, joissa kasvukausi on lyhyt.

2.1 Tietokanta

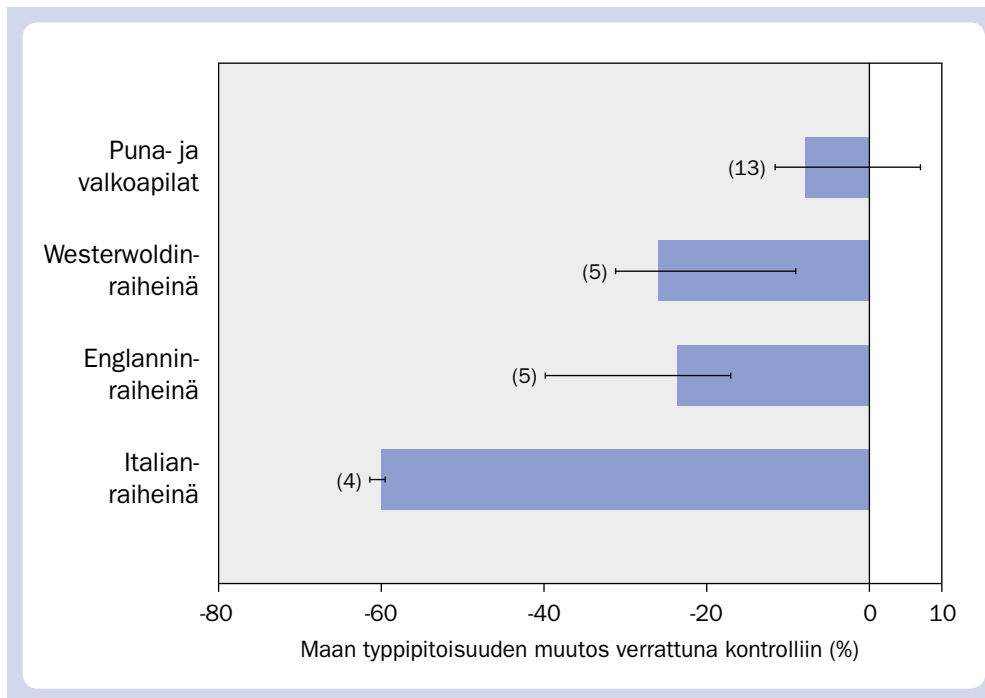
Työtä varten muodostettiin tietokanta aluskasveiksi kylvettyjen kerääjäkasvien vaikutuksesta typpihuuhtoumiin ja maan epäorgaanisen typen määrään myöhään syksyllä. Tietokantaan yhdistettiin tulokset 18 tieteellisestä artikkelista, yhdestä lehtiartikkelista ja yhdestä julkaisemattomasta raportista. Kokeet oli toteutettu vuosina 1976–2012 Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Kanadassa (Liite 1 ja 2). Kerääjäkasvit olivat valkoapila (*Trifolium repens* L.), puna-apila (*Trifolium pratense* L.), italianraiheinä (*Lolium multiflorum* Lam.), englanninraiheinä (*Lolium perenne* L.), westerwoldinraiheinä (*Lolium multiflorum* Lam. var *westerwoldicum*) ja rapsi (*Brassica napus* L.). Pääkasvit eli varsinaiset viljelykasvit olivat tavallisesti kevätiljoja.

Maat olivat savimaita ja karkeita kivennäismaita ja pH vaihteli välillä 5,8–7,5. Vuotuinen typpilannoitus oli 60–120 kg/ha (keskiarvo 95 kg/ha) lukuun ottamatta koetta, jossa typpilannoitusta ei annettu lainkaan (Løes ym. 2011). Maat kynnettiin joko syksyllä tai keväällä. Maanäytteet otettiin lokakuun lopussa tai marraskuussa. Aluskasvien vaikutusta typpihuuhtoumiin mitattiin seitsemässä kenttäkokeessa ja kolmessa lysimetrikokeessa. Lysimetriellä tarkoitetaan maan pinnan tasoon upotettua astiaa, joka on täytetty tutkittavalla maalla, ja jonka läpi valuneen veden määrää ja ravinnepitoisuutta voidaan mitata.

2.2 Maan epäorgaaninen typpi ja nitraattityppi

Meta-analyysiin sisältyi 13 pääasiassa Suomessa toteutettua tutkimusta aluskasvien vaikutuksesta maan typpipitoisuuteen (epäorgaaninen typpi, nitraattityppi, Liite 2). Tulosten mukaan italianraiheinä vähensi tehokkaimmin maan typpipitoisuutta (60 %) aluskasvitomaan kontrolliin verrattuna (kuva 2). Seuraavaksi tehokkaimpia olivat englannin- ja westerwoldinraiheinä (25 %). Puna- ja valkoapilan vaikutus oli vaihteleva. Kaikkien tutkimusten yhteenvetona apilat vähensivät maan typpipitoisuutta keskimäärin 8 %, mutta vaihtelu oli 12 % vähennyksestä 6 %:n typpipitoisuuden lisääntymiseen, mikä osoitti apiloiden olevan epävarma menetelmä vähentää epäorgaanisen typen pitoisuutta maassa.

Tulokset olivat samansuuntaisia niissä suomalaisissa, ruotsalaisissa ja norjalaisissa kokeissa, joita ei voinut ottaa mukaan tietokantaan johtuen puutteista tulosten luotettavuudessa (keskiarvoa tai hajontaa ei ilmoitettu jokaisena tutkimusvuotena). Näissäkin tutkimuksissa italianraiheinä vähensi tehokkaasti sadonkorjuun jälkeen maahan jääneen ylijäämätypen määrää, kun taas apiloiden teho oli huono (Wallgen ja Lindén 1994, Breland 1996, Lyngstad & Børresen 1996, Känkänen 2010). Norjalaisessa tutkimuksessa (Breland 1996) italianraiheinä vähensi maan epäorgaanisen typen määrää lokakuussa 60 % (11,4 kg/ha:sta 4,4 kg/ha:iin) meta-analyysin tuloksia vastaavasti.



Kuva 2. Maan typpipitoisuuden prosentuaalinen muutos pelkkään viljanviljelyyn verrattuna, kun viljan aluskasveina viljeltiin apilaa, westerwoldin-, englannin- ja italianraiheinää. Eri tutkimuksissa oli mitattu joko epäorgaaninen typpi tai nitraattityppi. Koska aluskasvin vaikutus suhteelliseen muutokseen oli samansuuntainen riippumatta typen muodosta, voitiin eri tutkimusten tulokset yhdistää tähän analyysiin. Janat kuvaavat huuhtoutumismuutoksen vaihteluväliä.



Kuva 3. Italianraiheinä on tehokas kasvi vähentämään maan typpipitoisuutta. Kuva: Janne Heikkinen.

Kerääjäkasvien prosentuaalinen tehokkuus maan typpipitoisuuden vähentäjänä oli samanlainen maalajista riippumatta, vaikka Känkäsen (2010) mukaan hietamaissa nitraattityppipitoisuudet olivat hiesusavia korkeampia. Suhteellinen teho sitoa maan liukoista tyyppiä kasvustoon oli riippumaton myös typpilannoituksen suuruudesta (60–120 kg/ha). Myöskään kyntöajankoh- ta (syksy/kevät) ei vaikuttanut kerääjäkasvin kykyyn vähentää maan syksyistä mineraalityppipitoisuutta. Tulos on sopusoinnussa aikaisemman ruotsalaisen tutkimuk- sen (Alvenäs & Marstorp 1993) kanssa. Eri maissa ja eri vuosikymmeninä toteutetut tutkimukset kerääjäkas- vin suhteellisesta vaikutuksesta antoivat siis saman- laisia tuloksia.

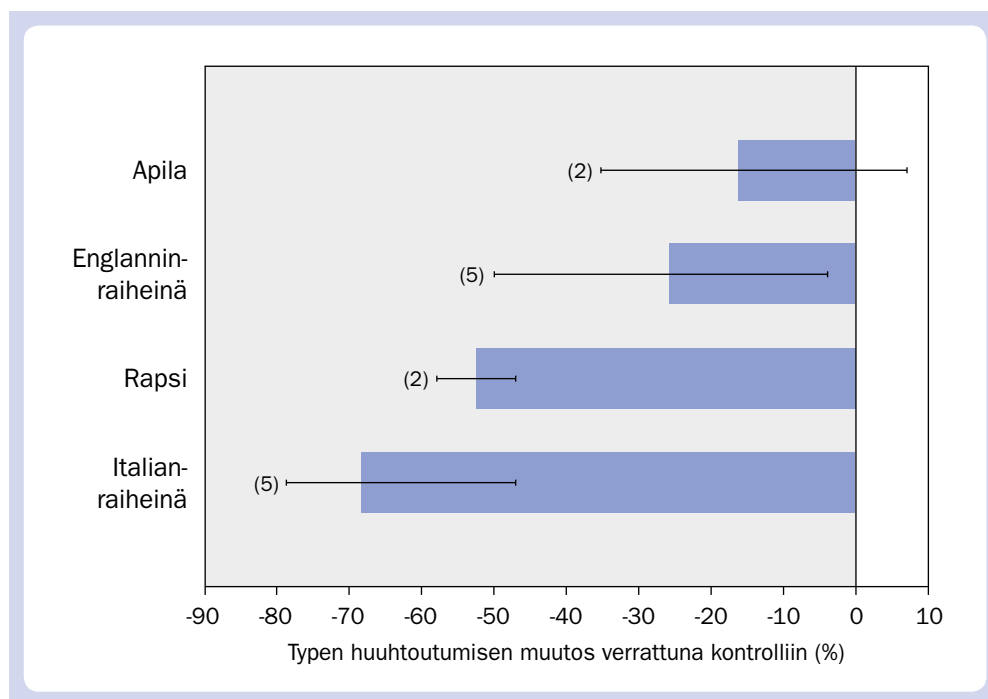
2.3 Typen huuhtoutuminen

Typpihuuhtoumiin saatiin aineistoa kymmenestä tieteel- lisestä artikkelista. Kokeet oli toteutettu pääasiassa Ruotsissa ja niissä oli mitattu joko kokonais- tai nitraat- titypen huuhtoumia (Liite 1). Italianraiheinän vaikutusta

typpihuuhtoumiin oli tutkittu savi-, hiesu-, hieta- ja turve- maiden lysimetreissä Jokioisissa (Lemola ym. 2000) ja hietamaalla Ruotsissa Mellbyssa (Lewan 1994, Svens- son ym. 1994). Englanninraiheinää oli tutkittu savi- ja hietamaalla Ruotsin Mellbyssä ja Lannassa, ja apilaa ja rapsia viiden vuoden ajan hiuesavi- ja hiuemailla vain yhdessä tutkimuksessa (Bertilsson 1988).

Aluskasvin vaikutus typen huuhtoutumiseen vaihteli kasvilajien välillä (kuva 4). Italianraiheinä vähensi typen huuhtoutumista 68 % kerääjäkasvittomaan ver- rattuna, kun englanninraiheinä vähensi 26 % ja rapsi 53 %. Apila puolestaan vähensi typpihuuhtoumaa 16 %, mutta tulos vaihteli 35 %:n (hiuesavi) vähennyksestä 7 % (hiue) typpihuuhtouman lisäykseen.

Vastaavia tuloksia on saatu viimeaikaisissa ruotsalai- sissa tutkimuksissa hietamaalla, jossa pääkasveina oli- vat syysrapsi ja herne. Typpikuormitus väheni 20–24 % syksyllä englanninraiheinää kasvaneissa ruuduissa paljaaseen maahan verrattuna (Engström ym. 2011). Bergkvist ym. (2011) puolestaan varoittivat suuren api-



Kuva 4. Typen huuhtoutumisen prosentuaalinen muutos pelkkään viljanviljelyyn verrattuna, kun viljan aluskasveina viljeltiin apilaa, englanninraiheinää, rapsia tai italianraiheinää. Eri tutkimuksissa oli mitattu joko kokonais- tai nitraattityppi. Koska aluskasvin vaikutus suhteelliseen muutokseen oli samansuuntainen riippumatta typen muodosta, voitiin eri tutkimusten tulos yhdistää tähän analyysiin. Janat kuvaavat huuhtoutumismuutoksen vaihteluväliä.



Kuva 5. Aluskasviksi kylvetyllä valkoapila-italianraiheinä-seoksella kasvustoon sidotaan typpeä niin ilmasta kuin maasta.
Kuva: Kari Koppelmäki.

lamäärän lisäävän typpikuormitusriskiä noin 15 kg/ha, kun taas riskiä voitaisiin pienentää lisäämällä siemen-seokseen raiheinää.

Nitraatin huuhtoutuminen on yleensä suurempaa hyvin vettä läpäisevistä hietamaista kuin savimaista, koska savimaihin vettä varastoituu enemmän ja niissä typpeä voi myös haihtua enemmän ilmaan suuremman denitrifikaatiopotentiaalın vuoksi. Meta-analyysin tulokset osoittivat, että kerääjäkasvit vähensivät typen huuhtoutumista yhtä suuren osuuden (%) savimaissa kuin karkeissa kivennäismaissa. Kerääjäkasvien tehokkuus ei myöskään riippunut typpilannoitusmäärästä (60–120 kg/ha). Kun suhteellinen vaikutus on todennäköisesti yhtä suuri, huuhtouman määrällinen vähennys on kuitenkin suurempi hyvin vettä läpäisevillä mailla kuin savimailla ja korkeammilla typpilannoitustasoilla.

Aluskasveiksi kylvettyjen kerääjäkasvien vaikutuksessa ei ollut eroa ruotsalaisten ja suomalaisten tutkimustulosten välillä. Kokeen suoritus kentällä tai lysimetreissä samoin kuin toteutus eri vuosikymmenillä antoivat samanlaisia tuloksia. Näin ollen aluskasvien, etenkin raiheinän, potentiaalia voidaan pitää erittäin hyvänä Suomen olosuhteissa.

2.4 Yhteenveto aluskasvitutkimuksista

- Kuudesta tutkitusta kasvilajista italianraiheinä oli tehokkain vähentämään maan epäorgaanisen typen määrää syksyllä (60 %) ja typen huuhtoutumista (70 %).
- Westerwoldin- ja englanninraiheinä vähensivät maan typpipitoisuutta 25 % ja englanninraiheinä typen huuhtoutumista 25 %.
- Valko- ja puna-apila olivat tehottomia kerääjäkasveja.
- Määrällisesti eniten maan typpipitoisuutta saadaan vähennettyä hietamailla, joihin on jäänyt runsaasti kasveilta käyttämätöntä typpeä. Samoin kerääjäkasveilla voidaan vähentää typen huuhtoutumista määrällisesti sitä enemmän, mitä suurempi on viljelykasville annettu typpilannoitus.
- Suhteellisesti tarkastellen kerääjäkasvien tehokkuus vähentää typen huuhtoutumista oli samansuuruinen savi-, hiesu-, hieta- ja turvemilla. Se oli myös riippumaton käytetyn typpilannoituksen suuruudesta (60–120 kg/ha).

3. KERÄÄJÄKASVIEN VAIKUTUS TYPEN HUUHTOUTUMISEEN PERUNAN JA VIHANNESTEN JÄLKEEN – KIRJALLISUUSYHTEENVETO

Satokasvin jälkeen kylvettäviä kerääjäkasveja käytetään sitomaan varsinaisen viljelykasvin jälkeen maahan käyttämättä jäänyttä typpeä sekä maasta ja kasvinjätteistä mineraloituvaa typpeä. Kerääjäkasvien käyttö on erityisen perusteltua silloin, kun maassa on runsaasti huuhtoutumiselle altista liukoista typpeä, esimerkiksi varhaisvihannesten, -perunan tai kesällä korjattavien kaali- tai salaattikasvustojen jälkeen. Oleellista kuitenkin on, että kasvusto perustetaan riittävän ajoissa, jolloin kasvukautta on vielä riittävästi jäljellä tiheän kerääjäkasvikasvuston kehittymiselle. Yhtä oleellisia ovat vaikutukset maan kasvukuntoon, sillä maanpinnan pitäminen kasvipeitteisenä vähentää eroosiota, ja etenkin syväjuurisilla kerääjäkasveilla on positiivinen vaikutus maan rakenteeseen. Lisäksi oikeilla kasvivalinnoilla voidaan mahdollisesti vähentää kasvintuhoojista aiheutuvia ongelmia. Tavallisesti kerääjäkasvi kylvetään aikaisin korjattavien viljelykasvien, kuten varhaisperunan ja -vihannesten sadonkorjuun jälkeen.

Perunanviljelyn jälkeen maahan voi jäädä runsaasti typpeä. Mustonen (1995) raportoi Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) suorittamasta otannasta

perunanviljelyssä olleille lohkoille vuosina 1991–1992 ja 1994. Aineiston pelloista 15 % sisälsi keväällä epäorgaanista typpeä yli 50 kg/ha. Lisäksi hän arvioi suomalaisten ja ruotsalaisten tutkimusten perusteella, että vuodessa maasta mineraloituu typpeä 30–50 kg/ha. Myös Leppänen ja Esala (1995) raportoivat korkeammista epäorgaanisen typen määristä perunan ja soke-rijuurikkaan viljelyssä olleilta multavilta mailta. Laskennalliseksi varhaisperunan typpitaseeksi saadaan 24 kg/ha ympäristötuen typpilannoituksen ylärajan (60 kg/ha) ja tilastoitujen keskisatojen (12 tn/ha) avulla laske-ettaessa, kun perunatonni sisältää typpeä 3 kg (Mustonen 1995).

Myös vihannesviljelyssä käytetään suuria typpimääriä. Siksi on suuri vaara, että typpeä jää runsaasti maahan sadonkorjuun jälkeen. Salon ym. (2013) taselaskelmien mukaan lannoituksen ja sadon sisältämän typen erotus voi olla jopa yli 100 kg/ha (kaalit). Koppelmäen ja Mart-

Kuva 6. Hunajakukka (kuvassa) on lupaava kerääjäkasvi varhaisporkkanan jälkeen, mutta satokasvin jälkeen kylvettävistä kerääjäkasvista tarvitaan lisää tutkimusta. Kuva: Janne Heikkinen.



Taulukko 1. Varhaisperunan jälkeen viljeltyjen kerääjäkasvien typpisisältö (kg/ha) ja maan epäorgaanisen typen määrä (kg/ha) 4.10.1995 (Rahkonen 1995).

Mitattu tekijä	Kylvöaika	Ei kerääjäkasvia	Öljyretikka	Raiheinä	Kaura
Kasvuston N, kg/ha	25.7.		42	16	2
	15.8.		17	8	13
Maan epäorg. N, kg/ha	25.7.	15	0	6	26
	15.8.	9	6	6	4

tilan (2008) laskelmissa käytännön kaalinviljelyssä keskimääräiseksi typpitaseeksi saatiin 134 kg/ha. Taseen tyydestä osa on sitoutunut satotähteisiin, joista se voi mineraloitua helppoliukoiseen muotoon varsin nopeasti korkean typpipitoisuuden vuoksi. Erityisen ongelmallinen tilanne on varhaisvihanneslohkoilla, joilta sato korjataan jo heinäkuun loppuun mennessä ja olosuhteet typen mineraloitumiselle ovat hyvät (Koivunen 1995).

Kerääjäkasvien käytöstä vihannesviljelyssä on tehty ensimmäiset kokeet Suomessa 1990-luvulla. Hämeessä kukka- ja keräkaalin jälkeen perustettujen ruis- ja raiheinäkasvustojen typen otto oli noin 15–30 kg/ha (Salo ym. 1998). Savossa jäävuorisalaatin sadonkorjuun jälkeen tehdyissä kerääjäkasvikokeissa pystyttiin vuonna 2010 heinäkuun puolivälin jälkeen kylvetyillä kerääjäkasveilla (kaura, syysrypsi tai -rapsi, ristikkukaisseos) vähentämään lokakuussa maassa (0-60 cm) olevan liukoisen typen määrää noin 50 kg/ha (Tuomola ym. 2012). Vuonna 2009 elokuun lopussa kylvetyt kerääjäkasvit eivät sen sijaan tuottaneet kunnollista kasvustoa eivätkä näin ollen pystyneet sitomaan tyyppiä tehokkaasti.

Pääkasvin jälkeen kylvetyiltä kerääjäkasvilta edellytetään, että se kehittyy nopeasti ja ottaa paljon tyyppiä ennen talven tuloa. Nopeakasvuiset ja syväjuuriset kasvit ovat tehokkaimpia kerääjäkasveja. Syväjuuristen kasvien hyvä typenottokyky liittyy siihen, että ne pystyvät kattamaan juuristollaan suuremman osan maatalavuudesta. Lisäksi niiden pidättämän typen tulisi säilyä kasvin rakenteissa suurimpien syys- ja kevätvaluntojen ajan. Pääkasvin jälkeen kylvetyistä kerääjäkasveista on vain vähän tutkittua tietoa pohjoisista olosuhteista, joissa kasvukausi on lyhyt.

Pohjoismaissa kerääjäkasvien käyttöä on tutkittu laajasti Tanskassa, jossa typen huuhtoutuminen on syksyn ja talven aikana suurempaa kuin Suomessa. Tanskassa on todettu epäorgaanisen typen huuhtoutuvan maassa metrin alemmas talven aikana ilman kerääjäkasvia (Thorup-Kristensen 2006). Tanskassa syksy on selvästi lämpimämpi kuin Suomessa ja kerääjäkasvit ehtivät kasvattaa isomman biomassan ja kerätä enemmän tyyppiä kuin meillä. Riittävän varhainen kylvöaika ja huolellinen kasvuston perustaminen ovat oleellisia. Paras tulos saavutetaan, kun kasvusto kylvetään viimeistään elokuun ensimmäisellä tai toisella viikolla. Jos kylvö viivästyy yli elokuun puolenvälin, jää keräysteho todennäköisesti heikoksi.

3.1 Kerääjäkasvi varhaisperunan jälkeen

Suomessa Rahkonen (1996) tutki varhaisperunan jälkeen kylvetyn öljyretikan, kauran ja westerwoldinraiheinän vaikutusta maan epäorgaanisen typen määrään myöhään syksyllä. Kylvöaikoja oli kaksi: 25.7. ja 15.8. Lokakuun alussa määritettiin kerääjäkasvien sato ja typpisisältö sekä epäorgaanisen typen määrä maassa. Heinäkuussa kylvetty öljyretikka tuotti kuiva-ainetta noin 2000 kg/ha, joka sisälsi tyyppiä 42 kg/ha. Tulokset maan epäorgaanisen typen sisällöstä lokakuun alussa ja maanpäällisen sadon typpisisällöstä esitetään taulukossa 1.

Taulukko 2. Sadon, kasvintähteiden ja kerääjäkasvin typpisisältö (kg/ha) sekä maan epäorgaanisen typen määrää (kg/ha) 0–90 cm:n maakerroksessa erityyppisten ja eri tavoin lannoitettujen perunoiden sekä ohran jälkeen ruotsalaisessa tutkimuksessa.

Koejäsen	N-lannoitus kg/ha	Epäorg. N maassa sadonkorjuun jälkeen kg/ha	Epäorg. N maassa marras-joulukuussa kg/ha	Kerääjäkasvi N kg/ha	Sato N kg/ha	Sato-kasvin tähteet N kg/ha
Varhaisperuna+K	70	70	20	24,4	32,4	33,3
Ruokaperuna+K	70+30	42	45	4,2	96,6	40,6
Talviperuna+K	70+60	55	60	0,9	103,2	28,9
Tärkkelysperuna	70+90	33	38		129,6	30,5
Ohra	90	28	31		64,6	12,3

K = kerääjäkasvi, varhaisperunalla öljyretikka, muilla perunoilla ruisvehnä

N-lannoitus = kylvön yhteydessä annettu typpilannoitus + kesäkuun lisälannoitus

Heinäkuun lopulla kylvetyt kasvustot orastuivat epätasaisesti. Lisäksi kahukärpänen tuhosi kauran oraat lähes täysin. Elokuun puolivälissä kylvetyt kerääjäkasvit välttyivät kahukärpästen tuhoilta. Öljyretikka ja kaura kasvoivat nopeasti maanpeittäviksi, kun taas westerwoldinraihena jäi hennoksi. Tulosten perusteella öljyretikka soveltuisi parhaiten varhaisperunan jälkeen, sillä sen alkukehitys on nopeaa ja se kestää hyvin myös keskikesän tuholaisia.

Lounais-Ruotsissa tutkittiin erityyppisten perunoiden ja niiden jälkeen kylvettyjen kerääjäkasvien vaikutusta typen huuhtoutumiseen kolmen vuoden ajan (2007–2009) hietamaalla (Neumann ym. 2012, Torstensson ym. 2011a, Torstensson ym. 2011b). Varhaisperuna nostettiin kesä–heinäkuussa, ja pian sen jälkeen kylvettiin öljyretikka kerääjäkasviksi. Ruokaperuna nostettiin elokuussa ja varastoon menevä talviperuna syys–lokakuussa. Talvehtiva ruisvehnä kylvettiin syyskuussa ruokaperunan jälkeen ja lokakuussa talviperunan jälkeen. Tärkkelysperuna nostettiin loka-marraskuussa, eikä sen jälkeen kylvetty kerääjäkasvia. Verranteena käytettiin tavanomaisesti viljeltyä ohraa. Varhais- ja tärkkelysperunaa sekä ohraa kasvaneet ruudut kynnettiin marras-joulukuun vaihteessa. Typen määrää mitattiin niin kasveista kuin maasta (taulukko 2).

Sadon ja kasvintähteiden yhteensä sisältämä typpimäärä vastasi muilla kasveilla melko hyvin lannoituksessa annetun typen määrää, mutta ruokaperunalla se oli 37 kg/ha lannoitusta suurempi. Epäorgaanisen typen määrä 0–90 cm:n maakerroksessa pian sadonkorjuun jälkeen oli suurin varhaisperunan ja pienin viljan jälkeen. Kasvintähteiden typen mineralisoituminen lisäsi yleensä myöhäissyksyn epäorgaanisen typen määrää. Sen sijaan varhaisperunan jälkeen kylvetty öljyretikka pystyi vähentämään maan epäorgaanisen typen määrän marras-joulukuun vaihteeseen mennessä noin 20:een kg/ha. Ruoka- ja talviperunan jälkeen kylvetyn ruisvehnän menestymisessä ja typen otossa oli suurta vuosittaista vaihtelua. Öljyretikan maanpäällinen sato oli 20-kertainen ja typpisisältö kuusinkertainen ruisvehnään verrattuna.

Kanadalaisessa tutkimuksessa arvioitiin mallintamisen avulla perunamaan vuotuisen typpihuuhtouman vaihtelun 72 ja 91 kg/ha välillä (keskiarvo 81 kg/ha) (Jiang ym. 2011). Edellä esitetystä ruotsalaisesta perunatutkimuksesta (Neumann ym. 2012) keskimääräinen typpihuuhtouma oli enimmillään 70 kg/ha vuodessa, jolloin annetusta lannoitetyypistä 40 % huuhtoutui salaojavalunnan kautta. Huuhtoutuneesta kokonaistypestä 90 % oli nitraattityppeä (Neumann ym. 2012). Vuonna 2007 heinä–syyskuun poikkeuksellisista sateista johdettu suuri salaojavalunnan määrä johti huomattavasti



Kuva 7. Valkosinapin kasvurytmi on nopea ja se soveltuu hyvin varhaisperunan jälkeen kerääjäkasviksi. Kuva: Kaisa Riiko.

suurempiin valuntoihin kuin kahtena seuraavana koevuonna, jolloin suurin osa valunnasta tapahtui normaaliin tapaan loka-huhtikuun välisenä aikana.

Typen huuhtoutuminen toukokuusta seuraavan vuoden huhtikuuhun oli oloiltaan normaaleina vuosina suurinta, kun viljelyssä oli talviperunaa ja kerääjäkasvina ruisvehnää. Seuraavaksi eniten huuhtoumaa tuli ruokaperunan ja ruisvehnän yhdistelmästä. Pienimmät huuhtoumat syntyivät tärkkelysperunan ja ohran viljelystä sekä varhaisperunan ja öljyretikan yhdistelmästä. Poikkeuksellisen vuoden 2007 suuret huuhtoumat muuttivat jonkin verran kasvien keskinäistä järjestystä (Taulukko 3). Talvi- ja ruokaperunan typpihuuhtoumat olivat selvästi muita suuremmat, koska myöhään kylvetty ruisvehnä ei pystynyt vähentämään perunanviljelyn jälkeen maahan jääneen typen määrää (Neumann ym. 2012). Tärkkelysperunan nosto puolestaan tapahtuu niin myöhään, että annettu typpi yleensä sitoutuu tehokkaasti kasvustoon.

Taulukko 3. Kokonaistypen huuhtoutuminen (kg/ha) eri perunatyypeillä ja ohralla (verranne) vuonna 2007 ja vuosina 2008–2009 keskimäärin ruotsalaisessa tutkimuksessa.

Koejäsen	2007 N kg/ha	2008–2009 N kg/ha
Varhaisperuna+K	55	15
Ruokaperuna+K	70	30
Talviperuna+K	71	40
Tärkkelysperuna	45	19
Ohra	42	19

K = kerääjäkasvi, varhaisperunalla öljyretikka, muilla perunoilla ruisvehnä

Tutkimustulosten perusteella varhaisperunan jälkeen kylvetyllä öljyretikalla on potentiaalia vähentää typpi-kuormitus samalle tasolle ohran kanssa. Myöhemmin korjattavien perunoiden jälkeen kylvettävien viljojen potentiaali on selvästi pienempi.

3.2 Kerääjäkasvi vihannesviljelyssä

MTT:n Pälkäneen tutkimusasemalla tutkittiin syysmuokkausajankohdan ja kerääjäkasvin käytön vaikutusta kukkakaali- ja keräkaalilohkojen maan liukoisen typen määrään 90 cm:n maakerroksessa (0-30 cm, 30-60 cm ja 60-90 cm) vuosina 1993–1997 (Salo ym. 1998). Sadonkorjuun jälkeen kukkakaalin ja syyskeräkaalin peltoon jääneet osat sisälsivät typpeä 60–120 kg/ha. Kukkakaalin sadonkorjuun jälkeen tehty syysmuokkaus johti typen nopeaan vapautumiseen pellolle jääneistä kasvinosista ja typpeä huuhtoutui runsaasti syvempiin maakerroksiin, mikä näkyi kohonneina typpi-määrinä lokakuussa otetuissa maanäytteissä (Tauluk-

ko 4). Myös syyskeräkaalilla maan epäorgaanisen typen määrä kasvoi muokkauksen ja kerääjäkasvin kylvön jälkeen muokkaamattomaan maahan verrattuna, mutta typen mineraloituminen oli maan alhaisen lämpötilan vuoksi hidastunut, ja suurin osa mineraloitumisesta tapahtui vasta keväällä.

Aikaisen syysmuokkauksen (kukkakaalilla elokuussa ja syyskeräkaalilla syyskuussa) jälkeen kylvetyt kerääjäkasvit ehtivät ottaa typpeä kasvustoonsa 15–30 kg/ha. Ruis kasvoi raiheinää paremmin ja se otti typpeä kaikkina vuosina yli 20 kg/ha. Salo ym. (1998) suosittelivat muokkauksen siirtämistä mahdollisimman myöhäiseen syksyyn typen säilymiseksi maassa. Toisaalta, jos rikkakasvien tai kaalikärpästen koteloiden tuhoaminen on tarpeen, aikaista syysmuokkausta ja nopeakasvuisen kerääjäkasvin kylvämistä suositellaan vaihtoehtona syyskuun puolivälissä tehtävälle syysmuokkaukselle (Salo ym. 1998).

Kuva 8. Hunajakukka syväjuurisena kasvina parantaa maan rakennetta ja tarjoaa pölyttäjiä ravintoa loppukasvukaudesta. Kuva: Aino Launto-Tiuttu.



Taulukko 4. Muokkauksen ja kerääjäkasviksi kylvetyn rukiin vaikutus maan epäorgaanisen typen määrään (kg/ha) 0–90 cm:n maakerroksessa kaalinviljelyssä (Salo ym. 1998).

Kasvi/Koejäsen	Epäorgaanisen typen määrä (kg/ha)	
	Sadonkorjuu	Lokakuu
Kukkakaali/		
Muokkaus + kerääjäkasvi (ruis)	80	125
Ei-muokkausta, ei kerääjäkasvia	80	60
Keräkaali/		
Muokkaus + kerääjäkasvi (ruis)	20	50
Ei-muokkausta, ei kerääjäkasvia	20	30

Koivunen (1995) sai vastaavia tuloksia varhaiskukka-kaalille Kemira Agron kenttäkokeessa. Kukkakaalin korjuuaikaan heinäkuun lopussa muokkauskerros sisälsi noin 90 kg/ha epäorgaanista typpeä. Kuukautta myöhemmin typpeä oli 150 kg/ha, kun sitä oli vapautunut kasvinjätteistä epäorgaaniseen muotoon. Kerääjäkasviksi kylvetty ruis vähensi muokkauskerroksen typpi-määrää noin 20 kg/ha kerääjäkasvittomaan verrattuna.

Punajuurikasvustoon juuri ennen sadonkorjuuta elokuun alkupuolella pneumaattisella levittimellä kylvettyjen kerääjäkasvien vaikutusta maan epäorgaanisen typen määrään tutkittiin Satakunnassa vuosina 1996–1997 multavalla hietamaalla (Boberg 1997). Punajuuri sai 42 kg/ha typpilannoituksen kahteen erään jaettuna. Sadonkorjuun jälkeen naattisato sisälsi 32 kg/ha typpeä. Kerääjäkasvit olivat hunajakukka (*Phacelia tanacetifolia*), ruisvirna (*Vicia villosa*), ohra (*Hordeum vulgare*) ja ruis (*Secale cereale*). Kokeen päättyessä (marraskuussa) kerääjäkasvien maanpäälliset osat sisälsivät typpeä keskimäärin seuraavasti: 50 kg/ha (hunajakukka), 95 kg/ha (ruisvirna), 20 kg/ha (ohra) ja 12 kg/ha (ruis). Mineraalitypen määrää tutkittiin kahdeksana ajankohtana punajuuren sadonkorjuun jälkeen (30.8.–11.11.) 0–90 cm:n maaker-

roksesta. Typpipitoisuudessa oli suurta vaihtelua eri ajankohtien välillä, mutta kaikkien näyteajankohtien keskiarvona maa sisälsi epäorgaanista typpeä seuraavasti: ilman kerääjäkasvia 28 kg/ha, ruis 22 kg/ha, ruisvirna 15 kg/ha, hunajakukka 13 kg/ha ja ohra 11 kg/ha.

3.3 Yhteenveto kerääjäkasvitutkimuksista

- Varhaisperunan jälkeen heinäkuussa kylvettävän öljyretikan avulla varhaisperunan typpikuormitus voidaan vähentää samalle tasolle kuin kevätviljan.
- Elokuussa kylvettäviksi kerääjäkasveiksi soveltuvat erilaiset viljat, esimerkiksi ruis, ohra ja kaura. Vähäisten koetulosten perusteella muilla kasvilajeilla kuin viljoilla voisi olla vähintään yhtä hyvät edellytykset kerätä typpeä maasta.
- Varhaisvihannesten jälkeen maassa ja nopeasti hajoavissa satokasvintähteissä on niin paljon typpeä, että tutkitut kerääjäkasvit pystyvät keräämään vapautuvasta tpeestä vain pienen osan. Siksi kerääjäkasvien teho riittää vain vähäiseen typpikuormitusriskin vähentämiseen.
- Tarvitaan lisää systemaattista tutkimusta pääkasvin sadonkorjuun jälkeen kylvettävän kerääjäkasvin viljelystä ja siihen sopivista kasvilajeista. Kerääjäkasveina viljoja tehokkaampien lajien soveltuvuutta vihannesviljelyn kierto on tutkittava.

4. KERÄÄJÄKASVIEN ESIKASVIVAIKUTUS SEURAAVALLE VIILJELYKASVILLE

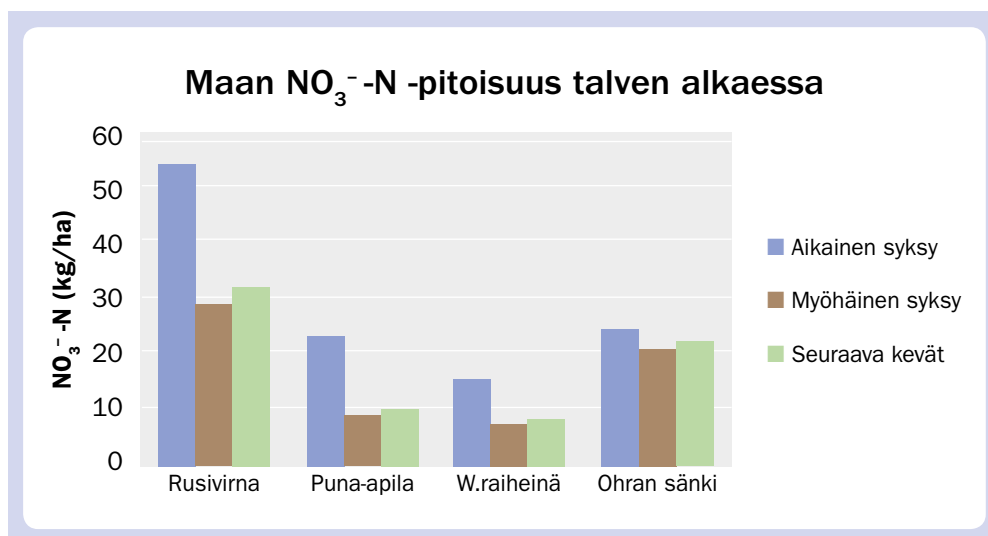
Kerääjäkasvien on osoitettu selvästi vähentävän typen huuhtoutumista, mutta vaikutukset typen saatavuuteen seuraavan vuoden viljelykasville ovat paljon monimutkaisemmat. Viljeltäessä typpeä ilmakehästä sitovaa kerääjäkasvia (palkokasvit) typen saatavuus seuraavalle kasville paranee, mutta muiden kerääjäkasvien typpi-vaikutus voi olla seuraavalle satokasville positiivinen tai negatiivinen.

Kerääjäkasvin typpivaikutus määräytyy pääosin kahden tekijän perusteella. Kerääjäkasvi sitoo maasta typpeä kasvustoonsa, jolloin maan liukoinen typpi vähenee syksyllä. Kerääjäkasvin hajotessa maan liukoinen typpi lisääntyy seuraavan satokasvin käyttöön keväällä ja alkukesällä. Typen vapautumisnopeuteen vaikuttavat lähinnä kasvuston C/N-suhde ja maan lämpötila. Mikäli kasvijätteiden C/N-suhde on korkea, typpi vapautuu kasvijätteistä hitaasti ja seuraavan viljelykasvin typpilannoitustarve kasvaa. Jos taas kerääjäkasvuston C/N-suhde on matala, typpi mineralisoituu kasvijätteistä nopeasti ja seuraavan viljelykasvin typpilannoitustarve vähenee. Lämpötila vaikuttaa typen mineralisaatioon kasvijätteistä, mutta typpeä vapautuu nopeasti myös alle viiden asteen lämpötilassa.

Seuraava viljelykasvilaji vaikuttaa kerääjäkasveilla saatettavaan hyötyyn: kerääjäkasvien hyöty on suurin silloin, kun seuraava viljelykasvi on matalajuurinen, ku-

ten sipuli, purjo tai salaatti. Syväjuurinen kerääjäkasvi nostaa typpeä syvemmistä maakerroksista ylemmäs, ja matalajuurinenkin estää typen valumista syvemmälle. Kun typpeä vapautuu kerääjäkasvista, pystyy matalajuurinenkin viljelykasvi käyttämään sitä typpeä, joka ilman kerääjäkasvia olisi ollut sille liian syvällä. Typpilannoitustarpeen väheneminen riippuu tosin kerääjäkasvien kyvystä vapauttaa sitomaansa typpeä, eikä asiaa ole Suomen oloissa tutkittu. Biologisen typensidontaan kykenevät kerääjäkasvit, kuten apilat ja virna, sopivat puolestaan parhaiten tilanteisiin, joissa seuraavan vuoden viljelykasvi on syväjuurinen. Syväjuurinen viljelykasvi pystyy ottamaan käyttöönsä palkokasveista vapautuneen, syvällekin huuhtoutuneen typen.

Kerääjäkasvien esikasvivaikutukset riippuvat myös ilmastosta ja sääoloista, maalajista, pääviljelykasvista ja viljelymenetelmästä. Mikäli syksyn ja talven sademäärä on pieni, typen huuhtoutuminen maasta on vähäistä ilman kerääjäkasviakin. Tällöin kerääjäkasvustoon sitoutunut typpi on poissa seuraavan viljelykasvin saatavilta ja näin ollen kerääjäkasvin käyttö itse asiassa lisää typpilannoitustarvetta. Hyvin sateisen syksyn ja talven jälkeen kerääjäkasvien typpivaikutus on suurempi. Kerääjäkasvikasvustojen typpivaikutus on suurin maalajeilla, joissa typen huuhtoutumisriski on suurin (karkeat hiekkamaat), ja pienin savipitoisilla maalajeilla.



Kuva 9. Kasvuston muokkausajankohdan vaikutus maan nitraattitypen määrään (kg/ha) talven alkaessa. Muokkaamista viivyttämällä vähennetään typen huuhtoutumisen riskiä (Känkänen ym. 1998).

Kuva 10. Apila-nurmi-seoksella saadaan lisättyä aluskasvillisuuden typpilannoitus-hyötyä seuraavalla satokasville.
Kuva: Janne Heikkinen.



Useimmat kerääjäkasvit ovat yksivuotisia, joten ne kuolevat pakkasten tuhosta kasvuston. Kasvusto voidaan muokata maahan myöhään syksyllä tai keväällä. Mitä aikaisemmin kasvusto sekoitetaan maahan, sitä enemmän on aikaa typen mineralisoitumiselle, jolloin kasvijätteistä vapautuvan typen huuhtoutumisriski lisääntyy (kuva 9). Kasvijätteiden hajotessa voi syntyä kasveille haitallisia yhdisteitä, joten seuraavan kasvin kylvöä tai istutusta ei pidä tehdä heti kerääjäkasvikasvuston maahan sekoittamisen jälkeen (Thorup-Kristensen ym. 2003). Toisaalta suomalaisissa tutkimuksissa viherlannoituskasvuston maahan muokkaaminen haittasi rukiin orastumista eniten, jos se tehtiin noin 10 vrk ennen rukiin kylvöä. Välitön kylvö muokkaamisen jälkeen tai kylvö vasta kolmen viikon kuluttua ei haitannut rukiin orastumista.

Kerääjäkasvien typpi vaikutus jää useimmiten melko pieneksi seuraavalle kasville, mutta usean vuoden kuluessa kerääjäkasvien sisältämä typpi tulee kasvien

käyttöön. On arveltu, että kerääjäkasvien typen käyttökelpoisuus seuraavina vuosina on samaa luokkaa kuin lietalannan sisältämän typen (Thorup-Kristensen ym. 2003).

Alus- ja kerääjäkasvien esikasvivaikutuksen kannalta on oleellista niiden sisältämä typen määrä ja typpitoisuus. Palkokasvien esikasvivaikutus on biologisen typensidonnan ansiosta positiivinen heti seuraavana vuonna, heinäkasvien maasta keräämä typpi saattaa näkyä viljelykasvien typen saannissa vasta vuosien kuluessa. Apila-aluskasvien typpihyöty vaihtelee suuresti, mutta sen on arvioitu olevan Suomessa keskimäärin 20 kg/ha. Kun kokeissa apiloita viljeltiin toistuvasti kevätiljojen aluskasveina, saatiin viljoista keskimäärin 300 kg/ha suurempi jyväsato kuin ilman aluskasvia.

Voimakkaasti kasvavien raiheinien jälkivaikutus voi olla jopa negatiivinen, jos niiden C/N-suhde on korkea. Jos suhde muodostuu alhaisemmaksi runsaan typen saan-

nin tai muiden kasvuolojen vuoksi, voi heinistäkin vapautua tyypeä. Keskimäärin heinämaisten kerääjäkasvien jälkivaikutuksen voi katsoa olevan merkityksetön niiden käytön alkuvuosina. Myöhempinä vuosina jälkivaikutus muuttunee positiiviseksi lisääntyneen typen vapautumisen myötä.

Kerääjäkasveina kasvatettujen öljykasvien esikasvivaikutuksesta ei ole suomalaisia tutkimustuloksia. Ominaisuuksien perusteella ne todennäköisesti luovuttavat keräämänsä typen heinäkasveja nopeammin. Siksi niiden esikasvivaikutus voidaan varovasti olettaa positiiviseksi seuraavalle kasville vapautuvan typen ansiosta. Asian tarkka selvittäminen vaatisi kenttäkokeita.

Alus- ja kerääjäkasvit voivat vaikuttaa viljelykasvien kasvuun muutenkin kuin typen saatavuuden kautta. Juurten maata parantava ja biomassan maan elävyyttä kohentava vaikutus voi lisätä pellon tuottavuutta. Näiden

vaikutusten suuruutta ja toteutumisen nopeutta on vaikeaa arvioida, ja ne riippuvat pellon ominaisuuksista.

4.1 Vaikutukset muihin ravinteisiin

Kerääjäkasvien vaikutus maan fosforikuormituksen vähentäjänä aiheutuu lähinnä siitä, että maan pintaa peittävä kasvillisuus suojaa maata eroosiolta ja fosforin huuhtoutuminen pelloilta maapartikkeleiden mukana vähenee. Maan rakenteen paraneminen syväjuuristen kasvien ansiosta edistää veden imeytymistä maahan ja vähentää pintavaluntaa. Kerääjäkasvien maasta otta- ma kalium vapautuu kasvijätteistä nopeasti ja on seuraavan kasvin käytettävissä kuten lannoitteissa annettu kalium.

Rikin saatavuus todennäköisesti paranee kerääjäkasvien viljelyn jälkeen, mutta vaikutus riippuu paljon ke-



Kuva 11. Öljyretikka kilpailee hyvin siemenrikkoja vastaan. Kuva: Janne Heikkinen.

eräjäkasvilajista. Rikki huuhtoutuu herkästi maassa syvemmälle, jolloin keräjäkasvi voi nostaa sitä ylempiin maakerroksiin. Lisäksi rikkiä runsaasti ottava kasvi, kuten öljyretikka, on kokeissa lisännyt seuraavan kasvin rikin saantia jopa 50 % (Eriksen & Thorup-Kristensen 2002).

4.2 Vaikutus maan rakenteeseen

Keräjäkasvien viljely vähentää aikaa, jolloin maan pinta on paljaana, mikä vähentää eroosioriskiä ja maanpinnan liettymistä. Varsinkin syväjuuriset kasvit parantavat maan mururakennetta ja maan huokoisuutta. Kasvustojen muokkaaminen tuo maahan uutta orgaanista ainesta ja kohottaa maan biologista aktiivisuutta. Näin ollen osa keräjäkasvien positiivisista vaikutuksista realisoituu vasta vuosien kuluessa ja sitä enemmän, mitä useammin keräjäkasveja viljelykierron käyteen. Keräjäkasvit haihduttavat maasta vettä syksyllä, jolloin maa pysyy kuivempana kuin ilman kasvustoa oleva lohko. Tämä voi vähentää maan tiivistymistä syysmuokkauksen yhteydessä.

4.3 Vaikutus kasvintuhoojiin

Eniten keräjäkasvien vaikutuksia on tutkittu ankerosiin. Erityisesti tietyt kestävät öljyretikan tai valkosinapin lajikkeet vähentävät juurikasankeroisen määrää maassa. Melko lyhytaikaisen keräjäkasvuston vaikutus ei ole kuitenkaan niin suuri kuin viljeltäessä kasvia koko kasvukauden aikaisena saneerauskasvustona.

Keräjäkasvien vaikutus maalevintäisiin kasvitauteihin riippuu paljolti kasvilajista. Tautien lisääntymistä ei juuri ole havaittu. Joissakin tapauksissa maalevintäiset taudit ovat vähentyneet, mikä voi liittyä maan lisääntyneeseen biologiseen aktiivisuuteen.

Ristikukkaiset kasvit ovat möhöjuuren isäntäkasveja. Tanskalaisten kokemusten mukaan öljyretikan tai valkosinapin viljelystä ei aiheudu merkittävää möhöjuuririskiä, mutta valkosinappi on näistä kahdesta alttiimpi möhöjuurelle (Østergaard & Thorup-Kristensen 2008). Suomessa vuonna 2012 möhöjuurta sisältävällä pelolla tehdyssä kokeessa (Marika Rastas, MTT, suulli-

nen tieto) öljyretikka ei saastunut tautiin ja jopa vähensi taudinaiheuttajan määrää maassa. Valkosinappi oli yhtä altis möhöjuurelle kuin rypsi. Öljyretikkaa voidaan käyttää keräjäkasvina viljelykierron, joissa viljellään ristikukkaisia kasveja, mutta muita ristikukkaisia on syytä välttää. Ristikukkaiset ja palkokasvit ovat myös pahkahomeen isäntäkasveja, mutta keräjäkasvin lyhyen viljelyajan takia ne tuskin lisäävät pahkahomeriskiä viljelykierron (Asko Hannukkala, MTT, suullinen tieto).

Myös rikkakasvien menestyminen keräjäkasvia viljeltäessä riippuu sekä viljeltävästä lajista että rikkakasvilajistosta. Hyvin onnistunut keräjäkasvikasvusto kilpailee tehokkaasti siemenrikkakasvien kanssa. Esimerkiksi nopeakasvuiset ristikukkaiset kasvit tai raiheinä kilpailevat hyvin rikkakasvien kanssa ja ovat parempi vaihtoehto kuin maan pitäminen paljaana (Pålsson 2007). Sen sijaan juolavehnan saastuttamille lohkoille ei keräjäkasvia kannata kylvää, vaan ennemmin torjua juolavehnan mekaanisesti tai kemiallisesti. Pelto-ohdakke ei merkittävästi lisääny keräjäkasvikasvustoissa (Pålsson 2007). Keräjäkasveista itsestään ei yleensä aiheudu rikkakasviongelmia, sillä useimmat lajit kuolevat talven aikana.

4.4 Yhteenveto keräjäkasvien esikasvivaikutuksista

- Keräjäkasvien vaikutus seuraavan viljelykasvin tyyppilannoitustarpeeseen voi olla positiivinen tai negatiivinen, mutta yleensä vaikutus on pieni. Keräjäkasvin sitoma tyyppi vapautuu useiden vuosien aikana.
- Suurin hyöty keräjäkasveista saavutetaan, kun seuraava viljelykasvi on matalajuurinen.
- Keräjäkasvit voivat vaikuttaa seuraavien viljelykasvien kasvuoloihin myös parantamalla maan rakennetta ja lisäämällä maahan orgaanista ainesta.

5. ARVIO ALUSKASVIEN JA KERÄÄJÄKASVIEN POTENTIALISTA VÄHENTÄÄ PELTOVILJELYN AIHEUTTAMA TYPPIKUORMITUSTA

Meta-analyysin tulosten mukaan kevätiljan aluskasviksi kylvetty italianraiheinä vähensi epäorgaanisen typen määrää maassa 60 % ja typen huuhtoutumista 70 %. Italian- ja westerwoldinraiheinä kilpailevat voimakkaammin pääkasvin kanssa kuin englanninraiheinä ja muut monivuotiset heinälajit. Westerwoldin- ja englanninraiheinä pystyvät vähentämään tyyppikuormitusta noin neljänneksen. Westerwoldinraiheinän voimakkain kasvu ajoittuu kuitenkin liikaa samaan aikaan pääkasvin kanssa, minkä vuoksi se on muita raiheiniä huonompi aluskasvi. Myös syysviljalle voidaan kylvää aluskasvi keväällä, mutta käytännöstä ei ole tutkimustietoa.

Aluskasvia voidaan käyttää myös rypsilä ja rapsilla, mutta sitäkään ei ole kotimaassa tutkittu. Raiheinä voi kilpailla voimakkaasti rypsin kanssa kasvun alkuvaiheessa, mutta myöhemmin tilanne on päinvastainen. Rypsi korjataan melko myöhään syksyllä, joten raiheinän kasvuaika korjuun ja syysmuokkauksen välillä jää lyhyeksi. Koska rypsi jättää maahan enemmän tyyppiä kuin viljat, jäänee raiheinän teho tyyppihuuhtouman vähentäjänä noin kolmanneksen pienemmäksi rypsin kuin viljan yhteydessä.

Pääkasvin, yleensä varhaisperunan tai -vihannesten, jälkeen kylvettävien kerääjäkasvien suhteellinen teho on usein aluskasvia heikompi. Ruotsalaisessa tutkimuksessa (Neumann ym. 2012) varhaisperunan jälkeen kylvetty öljyretikka kuitenkin pystyi vähentämään maan epäorgaanisen typen määrää 70 % myöhään syksyllä tehdyn mittauksen mukaan, jolloin tyyppikuormitus jäi samalle tasolle kuin ohran viljelyssä. Myös kotimaisessa tutkimuksessa (Rahkonen 1996) öljyretikka vähensi epäorgaanisen typen pitoisuutta maassa tehokkaasti.

Vaikka vihanneksia viljellään vain pienellä osalla Varsinais-Suomen aluetta, eikä niistä aiheutuva tyyppikuormitusriski kokonaisuutta ajatellen ole suuri, voi sillä olla huomattavaa paikallista vaikutusta esimerkiksi pohjavesien laadulle. Kerääjäkasvien tehosta ei vihanneviljelyssä ole vielä kovin paljon tutkimustietoa, joten kerääjäkasvien potentiaalia typen huuhtoutumisen vähentäjänä ei voi luotettavasti arvioida. Maan pitäminen kasvipiteisenä kerääjäkasvien avulla vähentää eroosiota ja saattaa parantaa maan rakennetta.

Taulukko 5. Viljelykasvien pinta-alat (Tike 2012) ja %-osuudet viljellystä alasta sekä kerääjäkasvien soveltuvuus joko aluskasviksi tai korjuun jälkeen kylvettynä Varsinais-Suomen ELY-keskuksen alueella.

Kasvi	Pinta-ala, ha vuonna 2011	%-osuus viljellystä alasta	Soveltuva kerääjäkasvin toteutustapa
Kevätvilja	165 000	63	Kylvö aluskasviksi
Syysvilja	26 000	10	Kylvö aluskasviksi
Rypsi ja rapsi	20 000	8	Kylvö aluskasviksi
Nurmet	29 000	11	
Sokerijuurikas	6 500	2,5	
Peruna yhteensä, josta varhaisperuna	1 700 500	0,7 0,2	Kylvö korjuun jälkeen
Puutarhakasvit yhteensä, josta vihannekset	3 300 2 700	1,3 1,0	Osalle pinta-alasta korjuun jälkeen
Muut kasvit	8 500	3,3	



Kuva 12. Aluskasvi voidaan kylvää keväällä syysviljan sekaan ja puinnin jälkeen aluskasvi käyttää jäljellä olevan kasvukauden hyvin hyödykseen. Kuva: Janne Heikkinen.

Varsinais-Suomen ELY-keskuksen alueella on viljelyksessä noin 260 000 ha peltoa (Taulukko 5), josta suurimmalla osalla viljeltiin vuonna 2011 erilaisia kevätiljoja (165 000 ha, 63 % viljellystä alasta). Syysviljoja viljeltiin 26 000 hehtaarilla.

Jos viljely muilta osin pysyy Varsinais-Suomen ELY-keskuksen alueella samanlaisena kuin nyt, voidaan aluskasviksi kylvettyjen kerääjäkasvien avulla vähentää typpikuormitusta enimmillään 211 000 hehtaarin ja satokasvin korjuun jälkeen kylvettävien kerääjäkasvien avulla noin 3 000 hehtaarin alalla, yhteensä noin 80 %:lla viljelyksessä olevasta pinta-alasta.

Suuren toteuttamis-pinta-alan vuoksi käytettävällä aluskasvilla on suuri vaikutus typpikuormitukseen. Jos alueella käytetään aluskasvina koko sen viljelyyn soveltuvalla pinta-alalla italianraiheinää, alenee kuormitus alueella noin puoleen verrattuna tilanteeseen, jossa aluskasvia ei käytetä lainkaan. Tehottomampia aluskasveja (westerwoldin- ja englanninraiheinä) käytettäessä päästään noin 20 %:n typpikuormituksen vähenemiseen, kun taas apiloita käytettäessä ei vaikutusta typpikuormitukseen ole lainkaan. Varhaisperunan ja vihannesten jälkeen kylvettävillä kerääjäkasveilla on kokonaisuuden kannalta pieni merkitys, mutta paikallisesti niillä voi olla tärkeä rooli huuhtoutuvan typen vähentäjänä.

LÄHTEET

- *Alvenäs, G. & Marstorp, H. 1993. Effect of ryegrass catch crop on soil inorganic-N content and simulated nitrate leaching. *Swedish Journal of Agricultural Research* 23: 3–14.
- *Aronsson, H. & Torstensson, G. 1998. Measured and simulated availability and leaching of nitrogen associated with frequent use of catch crops. *Soil Use and Management* 14: 6–13.
- *Aronsson, H., Lindén, B. & Gustafson, A. 1995. Influence of ryegrass as catch crop and soil tillage on nitrogen mineralization and leaching. In *Proceedings of NJF seminar no. 245. "The use of catch or cover crops to reduce leaching and erosion"*. Knivsta, Sweden, 3 – 4 October 1994, s. 200–205.
- *Aronsson, H., Stenberg, M. & Ulén, B. 2011. Leaching of N, P and glyphosate from two soils after herbicide treatment and incorporation of a ryegrass catch crop. *Soil Use and Management* 27: 54–68.
- *Bergström, L. F. & Jokela, W. E. 2001. Ryegrass cover crop effects on nitrate leaching in spring barley fertilized with 15NH₄ 15NO₃. *Journal of Environmental Quality* 30: 1659–1667.
- Bergkvist, G., Stenberg, M., Wetterlind, J., Båth, B. & Elfstrand, S. 2011. Clover cover crops under-sown in winter wheat increase yield of subsequent spring barley – Effect of N dose and companion grass *Field Crops Research* 120: 292–298.
- *Bertilsson, G. 1988. Lysimeter studies of nitrogen leaching and nitrogen balances as affected by agricultural practices. *Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science* 38: 3–11.
- Boberg, I. 1997. Kerääjäkasvilajien käytön vertailu. Hämeen ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. 46 s.
- Breland, T. A. 1996. Green manuring with clover and ryegrass catch crops undersown in small grains: effects on soil mineral nitrogen in field and laboratory experiments. *Acta Agriculturae Scandinavica* 46: 178–185.
- Engström, L., Stenberg, M., Aronsson, H. & Lindén, B. 2011. Reducing nitrate leaching after winter oilseed rape and peas in mild and cold winters. *Agronomy for Sustainable Development* 31: 337–347.
- Eriksen, J. & Thorup-Kristensen, K. 2002. The effect of catch crops on sulphate leaching and availability of S in the succeeding crop on sandy loam soil in Denmark. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 90: 247–254.
- *Garand, M. J., Simard, R. R., MacKenzie, A. F. & Hamel, C. 2001. Underseeded clover as a nitrogen source for spring wheat on a Gleysol. *Canadian Journal of Soil Sciences* 81: 93–102.
- Gustafson, A., Fleischer, S. & Joelsson, A. 1998. Decreased leaching and increased retention potential co-operative measures to reduce diffuse nitrogen load on a watershed level. *Water Science and Technology* 38: 181–189.
- Hansen, E. M. & Djurhuus, J. 1996. Nitrate leaching as affected by long-term N fertilization on a coarse sand. *Soil Use Management* 12: 199–204.
- *Helander, C-A. 2004. Residual nitrogen effects on a succeeding oat (*Avena sativa* L.) crop of clover species and ryegrass (*Lolium perenne* L.) undersown in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica* 54: 67–75.
- Jiang, Y., Zebarth, B. & Love, J. 2011. Long-term simulations of nitrate leaching from potato production systems in Prince Edward Island, Canada. *Nutrient Cycling Agroecosystems* 91: 307–325.
- Koivunen, M. 1995. Kerääjäkasveilla typpi talteen. *Leipä* leveämmäksi 3/95, s. 29.
- Koppelmäki, K. & Marttila, J. 2008. Ravinnetaselaskelmat Lepsämänjoen valuma-alueella 1997–2005. *Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 1/2008*, 39 s.

*Känkänen, H. 1995. The effect of undersown clover and grass on the nitrogen leaching risk during autumn and winter. In Proceedings of NJF seminal no. 245. "The use of catch or cover crops to reduce leaching and erosion". Knivsta, Sweden, 3-4 October 1994, s. 79-86.

Känkänen, H., Kangas, A., Mela, T., Nikunen, U., Tuuri, H. & Vuorinen, M. 1998. Timing incorporation of different green manure crops to minimize the risk of nitrogen leaching. *Agricultural and Food Science in Finland* 7: 553-567.

*Känkänen, H. & Turtola, E. 1998. Typpihuuhtoutumat kuriin aluskasvilla. *Koetoiminta ja käytäntö* 55 3: 4.

Känkänen, H., Eriksson, C., Rökköläinen, M. & Vuorinen, M. 2001. Effect of annually repeated undersowing on cereal grain yields. *Agricultural and Food Science in Finland* 10: 197-208.

*Känkänen, H., Eriksson, C., Rökköläinen, M. & Vuorinen, M. 2003. Soil nitrate N as influenced by annually undersown cover crops in spring cereals. *Agricultural and Food Science in Finland* 12: 165-176.

*Känkänen, H. & Eriksson, C. 2007. Effect of undersown crops on soil mineral N and grain yield of spring barley. *European Journal of Agronomy* 27: 25-34.

Känkänen, H. 2010. Undersowing in a northern climate: effects on spring cereal yield and risk of nitrate leaching. *Doctoral Dissertation. MTT Science* 8, s. 50.

*Lemola, R., Turtola, E. & Eriksson, C. 2001. Undersowing Italian ryegrass diminishes nitrogen leaching from spring barley. *Agricultural and Food Science* 9: 201-215.

Leppänen, A. & Esala, M. 1995. Keväisen mineraalityypianalyysin käyttö lannoitustarpeen ennustamisessa. *Esitutkimus. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote* 1/95. 29 s.

*Lewan, E. 1994. Effect of catch crop on leaching of nitrogen from a sandy soil: simulation and measurements. *Plant and Soil* 166: 137-152.

*Løes, A-K., Trond, M., Henriksen, TM., Eltun, R. & Sjursen, H. 2011. Repeated use of green manure catch crops in organic cereal production – grain yields and nitrogen supply. *Acta Agriculturae Scandinavica* 61: 164-175.

*Lyngstad, I. & Breland, T. A. 1995. Ryegrass and white clover undersown in small grains at three N levels and four tillage treatments: effects on soil mineral nitrogen. In Proceedings of NJF seminal no. 245. "The use of catch or cover crops to reduce leaching and erosion". Knivsta, Sweden, 3-4 October 1994, s. 87-92.

Lyngstad, I. & Børresen, T. 1996. Effects of undersown cover crops on yields and soil mineral nitrogen in cereal production in southeast Norway. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 10: 55-70.

Mustonen, L. 1995. Perunan typpilannoitus ja jäännöstyyppi maassa. *Suomen Perunaseuran julkaisu* 2. s. 1-4.

Neumann, A., Torstensson, G. & Aronsson, H. 2012. Nitrogen and phosphorus leaching losses from potatoes with different harvest times and following crops. *Field Crops Research* 133: 130-138.

Pålsson, O. 2007. Senap och rättika som fånggrödor. *Jordbruksverket*. 24 s.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr146.pdf

Rahkonen, A. 1996. Varhaisviljelyn jäännösravinteet talteen keräjäkasvilla. *Tuottava Peruna* 2/96: 36-37.

Salo, T. & Turtola, E. 2006. Nitrogen balance as an indicator of nitrogen leaching in Finland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 98-107.

Salo, T., Raiskio, S. & Aaltonen, M. 1998. Kaalipellon syysmuokkaus ja kerääjäkasvit. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 43: 18-24.

Salo, T., Turtola, E., Virkajärvi, P., Saarijärvi, K., Kuisma, P., Tuomisto, J., Muurinen, S., Turakainen, M. 2013. Nitrogen fertilizer rates, N balances and related risk of N leaching in Finnish agriculture. MTT Raportti 102: 37 s.

*Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B., Rydberg, T. & Gustafson, A. 1999. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. *Soil & Tillage Research* 50: 115-125.

*Svensson, K. S., Lewan, E. & Clarholm, M. 1994. Effect of ryegrass catch crop on microbial biomass and mineral nitrogen in an arable soil during winter. *Swedish Journal of Agricultural Research* 23: 31-38.

Tike. 2012. Maatilatilastollinen vuosikirja 2012. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus. 269 s.

Thorup-Kristensen, K. 2006. Effect of deep and shallow root systems on the dynamics of soil inorganic N during 3-year crop rotations. *Plant and Soil* 288: 233-248.

Thorup-Kristensen, K., Magid, J. & Jensen, L. S. 2003. Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zone. *Advances in Agronomy* 79: 227-302.

*Torstensson, G. & Aronsson, H. 2000. Nitrogen leaching and crop availability in manured catch crop systems in Sweden. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56: 139-152.

Torstensson, G., Aronsson, H. & Ekre, E. 2011a. Utlakningsförsök med vitsenap och oljerättika som eftersådda fånggrödor. Slutrapport. *Ekohydrologi* 124. 13 s.

Torstensson, G., Aronsson, H. & Ekre, E. 2011b. Kväve- och fosforutlakning efter potatis - utlakning efter olika potatistyper. *Ekohydrologi* 127. 18 s.

Tuomola, J., Avikainen, H., Iivonen, S., Kivijärvi, P., Li, H., Piirainen, A. & Pirhonen, M. 2012. Vihannesviljelyn taloudellisen kannattavuuden kehittäminen tautien ja lannoituksen hallinnalla. Helsingin yliopisto. *Ruralia-instituutti. Raportteja* 80. 45 s.

Turtola, E. & Paajanen, A. 1995. Influence of improved subsurface drainage on phosphorus losses and nitrogen leaching from a heavy clay soil. *Agricultural Water Management* 28: 295-310.

Vuorenmaa, J., Rekolainen, S., Lepistö, A., Kenttämies, K. & Kauppila, P. 2002. Losses of nitrogen and phosphorus from agricultural and forest areas in Finland during the 1980s and 1990s. *Environmental Monitoring and Assessment* 76: 213-248.

Wallgren, B. & Lindén, B. 1994. Effect of catch crops and ploughing times on soil mineral nitrogen. *Swedish Journal of Agricultural Research* 24: 67-75.

Wyland, L. J., Jackson, L. E., Chaney, W. E., Klonsky, K., Koike, S. T. & Kimple, B. 1996. Winter cover crops in a vegetable cropping system: Impacts on nitrate leaching, soil water, crop yield, pests and management costs. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 59: 1-17.

Østergaard, H. S. & Thorup-Kristensen, K. 2008. Efterafgrøder. Hvilke skal jeg vælge? *Dansk Landbrugsrådgivning*. 20 s. https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Filer/Efterafgroeder_pjece2008.pdf

*Tietokantaan sisältyvä kirjallisuus

Liite 1. Aluskasvin vaikutus typen huuhtoutumiseen. Meta-analyysissä käytetyt tietokannan kuvaus.

Aluskasvi	Tutkimuksen tekijät	Maa	Koevuodet	Kokeen kesto (v)	Mitattu huuhtoutunut N	Sijainti	Maalaji	Menetelmä ¹	N huuhtoutumisen muutos (%)
Italianraiheinä	Lemola ym. (2000)	Suomi	1993–1998	3	Nitraatti-N	Jokioinen	savi	L	-53
Italianraiheinä	Lemola ym. (2000)	Suomi	1993–1998	3	Nitraatti-N	Jokioinen	hiesu	L	-29
Italianraiheinä	Lemola ym. (2000)	Suomi	1993–1998	3	Nitraatti-N	Jokioinen	hieta	L	-71
Italianraiheinä	Lewan (1994)	Ruotsi	1988–1991	4	Nitraatti-N	Mellby	hieta	P	-60
Italianraiheinä	Svensson ym. (1994)	Ruotsi	1988–1991	2	Nitraatti-N	Mellby	hieta	P	-81
Englanninraiheinä	Bergström, Jokela (2001)	Ruotsi	1992–1994	3	Nitraatti-N	Mellby	hieta	L	-53
Englanninraiheinä	Stenberg ym (1999)	Ruotsi	1993–1995	3	Nitraatti-N	Mellby	hieta	P	5
Englanninraiheinä	Aronsson ja Torstensson (1998)	Ruotsi	1992–1994	3	Nitraatti-N	Mellby	hieta	P	-34
Englanninraiheinä	Aronsson ym. (1995)	Ruotsi	1988–1992	5	Kokonais-N	-	savi	P	-15
Englanninraiheinä	Aronsson ym. (2011)	Ruotsi	2005–2007	2	Kokonais-N	Lanna	savi	P	-53
Englannin- ja italianraiheinä	Torstensson ja Aronsson (2000)	Ruotsi	1990–1994	5	Kokonais-N	Mellby	hieta	P	-60
Apila	Bertilsson (1988)	Ruotsi	1976–1981	5	Kokonais-N	-	hiue	L	7
Apila	Bertilsson (1988)	Ruotsi	1977–1982	5	Kokonais-N	-	hivesavi	L	-35
Rapsi	Bertilsson (1988)	Ruotsi	1976–1981	5	Kokonais-N	-	hiue	L	-47
Rapsi	Bertilsson (1988)	Ruotsi	1977–1982	5	Kokonais-N	-	hivesavi	L	-58

¹ P; pelto; L, lysimetri

Liite 2. Aluskasvin vaikutus maan typpipitoisuuteen. Meta-analyyssissä käytetyn tietokannan kuvaus.

Aluskasvi	Tutkimuksen tekijät	Maa	Koevuodet	Kokeen kesto (v)	Mitattu maan N	Sijainti	Maalaji	Maakerros (cm)	Maan N muutos (%)
Italianraiheinä	Känkänen ja Eriksson (2007)	Suomi	1995–1999	5	Nitraatti-N	Jokioinen	savi ja karkea hieta	0–30	-61
Italianraiheinä	Lyngstad ja Breland (1995)	Norja	1989–1992	4	Epäorgaaninen N	-	hiuesavi	0–60	-61
Italianraiheinä	Svensson ym. (1994)	Ruotsi	1988–1992	2	Epäorgaaninen N	Melby	hieta	0–60	-64
Italianraiheinä	Avenas ja Marstorp (1993)	Ruotsi	1987–1990	4	Epäorgaaninen N	Melby	hieta	0–90	-59
Englanninraiheinä	Løes ym. (2011)	Norja	2002–2005	4	Epäorgaaninen N	Apelsvoll	hieta	0–30	-29
Englanninraiheinä	Løes ym. (2011)	Norja	2002–2005	4	Epäorgaaninen N	Kize	hiue	0–30	-18
Englanninraiheinä	Aronsson ym. (2011)	Ruotsi	2005–2007	2	Epäorgaaninen N	Lanna	savi	0–90	-45
Englanninraiheinä	Stenberg ym. (1999)	Ruotsi	1993–1995	3	Epäorgaaninen N	Melby	hieta	0–90	-17
Englanninraiheinä	Helander (2004)	Ruotsi	1995–1997	3	Epäorgaaninen N	Logården	savi	0–90	8
Westerwoldinraiheinä	Känkänen (1995)	Suomi	1991–1992	2	Nitraatti-N	Laukaa	hiesu	0–30	-19
Westerwoldinraiheinä	Känkänen (1995)	Suomi	1991–1992	2	Nitraatti-N	Päikäne	karkea hieta	0–30	-37
Westerwoldinraiheinä	Känkänen ja Eriksson (2007)	Suomi	1995–1999	5	Nitraatti-N	Jokioinen	savi ja karkea hieta	0–30	-28
Westerwoldinraiheinä	Känkänen ja Turtola (1998)	Suomi	1995–1996	2	Nitraatti-N	Päikäne	karkea hieta	0–90	-36
Westerwoldinraiheinä	Känkänen ja Turtola (1998)	Suomi	1995–1996	2	Nitraatti-N	Laukaa	hiesu	0–90	-7
Puna-apila	Känkänen (1995)	Suomi	1991–1992	2	Nitraatti-N	Laukaa	hiesu	0–30	-12
Puna-apila	Känkänen (1995)	Suomi	1991–1992	2	Nitraatti-N	Päikäne	karkea hieta	0–30	-14

Aluskasvi	Tutkimuksen tekijät	Maa	Koevuodet	Kokeen kesto (v)	Mitattu maan N	Sijainti	Maalaji	Maakerros (cm)	Maan N muutos (%)
Puna-apila	Känkänen ja Eriksson(2007)	Suomi	1995–1999	5	Nitraatti-N	Jokioinen	savi ja karkea hieta	0–30	-13
Puna-apila	Garand (2001)	Kanada	1993–1995	3	Nitraatti-N	Quebec	savi	0–90	9
Valkoapila	Känkänen (1995)	Suomi	1991–1992	2	Nitraatti-N	Laukaa	hiesu	0–30	-6
Valkoapila	Känkänen (1995)	Suomi	1991–1992	2	Nitraatti-N	Pälkäne	karkea hieta	0–30	49
Valkoapila	Känkänen ja Eriksson (2007)	Suomi	1995–1999	5	Nitraatti-N	Jokioinen	savi ja karkea hieta	0–30	-6
Valkoapila	Känkänen ym. (2003)	Suomi	1995–1997	3	Nitraatti-N	Pälkäne	karkea hieta	0–90	-6
Valkoapila	Känkänen ym. (2003)	Suomi	1995–1997	3	Nitraatti-N	Laukaa	hiesu	0–90	20
Valkoapila	Lyngstad ja Breland (1995)	Norja	1989–1992	4	Epäorgaaninen N	-	hiesusavi	0–60	-1
Valkoapila	Helander (2004)	Ruotsi	1995–1997	3	Epäorgaaninen N	Logården	savi	0–90	37
Puna- ja valkoapila	Løes ym. (2011)	Norja	2002–2005	4	Epäorgaaninen N	Apelsvoll	hieta	0–30	1
Puna- ja valkoapila	Løes ym. (2011)	Norja	2002–2005	4	Epäorgaaninen N	Kize	hiue	0–30	10
Valkoapila, italian- ja englanninraiheimä	RaHa-hanke	Suomi	2010–2012	3	Epäorgaaninen N	Makela	hiesusavi	0–60	-30

SISÄLLYS

OSA II

TEHO Plus ja RaHa-hankkeen tilakohtaiset kerääjäkasvikokeilut

Janne Heikkinen ja Kari Koppelmäki

1. JOHDANTO	28
2. TEHO PLUS JA RAHA -HANKKEEN KERÄÄJÄKASVIKOEILUT	30
Kerääjäkasvikokeiden näytteenotto	31
Kesän sääolosuhteet vaikuttivat kerääjäkasvien kasvuun syksyllä	31
2.1 Aluskasvin aikainen kylvö ja siemenen multaus tie onnistumiseen	32
Italianraiheinä vähentää tehokkaasti typen huuhtoutumisriskiä	33
2.2 Sadonkorjuun jälkeen kylvettävät kerääjäkasvit tarvitsevat lämpöä	34
Suuri kasvimassa sitoo itseensä paljon typpeä	35
Niitolla siementäminen kuriin	36
2.3 Palkokasveilla typpeä viljelykiertoon	37
2.4 Talviaikainen kasvipeitteisyys	38
Kerääjäkasvien talvehtimisen kanssa on oltava tarkkana	39
2.5 Parempi maan rakenne	40
Syväjuuriset kasvit maan rakenteen parantajina	41
2.6 Kerääjäkasvit mahdollisina taudinaiheuttajina	42
2.7 Kerääjäkasvit saneerauskasveina	42
3. VIJELIJÖIDEN MIETTEET KOKEILUTOIMINNASTA	43
3.1 Hyvät puolet	43
3.2 Huolen aiheet ja haasteet	45
4. TALOUDELLISET VAIKUTUKSET	46
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	47
LIITE 1. TEHO Plus -hankkeen alus- ja kerääjäkasvikysely viljelijöille	48
KUVAILULEHTI	50
PRESENTATIONSBLAD	51

1. JOHDANTO

Kerääjäkasvilla tarkoitetaan kasvia, joka kylvetään aluskasviksi samaan aikaan satokasvin kanssa tai pian satokasvin kylvön jälkeen. Kerääjäkasvi voidaan kylvää myös aikaisen satokasvin jälkeen. Kerääjäkasvin päätarkoitus on sitoa kasvustoonsa satokasvin jälkeen siltä käyttämättä jäänyttä lannoitettyä ja maan orgaanisesta aineksesta vapautuvaa tyyppiä. Näin kerääjäkasvin avulla saadaan vähennettyä typen huuhtoutumista ja siirrettyä tyyppiä seuraavan vuoden satokasville. Kerääjäkasveja ei lannoiteta.

Kerääjäkasvien avulla saadaan parannettua pellon tuottavuutta. Hyvärakenteinen maa on hyvän sadon edellytys. Kerääjäkasvien avulla viljely saadaan monipuolisemmaksi ja kasvimassaa jää peltoon lierojen ja pieneliöiden ravinnoksi, mitkä vuorostaan parantavat maan rakennetta tekemillään käytävillä ja erittämillään lima-aineillaan. Samalla kasviainekseen sitoutuneita ravinteita vapautuu maahan seuraavien satokasvien käyttöön.

Lohkoilla, joilla typpitase on suuri, käytetään orgaanisia lannoitteita ja aikaisia satokasveja, sadonkorjuun jälkeen tapahtuva typen huuhtoutumisriski on suuri. Orgaanisista lannoitteista vapautuu liukoista tyyppiä maahan pitkälle syksyyn maan lämpötilasta ja kosteusoiloista riippuen. Aikaisin korjattavan satokasvin jälkeen pelto on ilman vihreää kasvipeitettä loppukasvukauden, ellei viljelykierrossa ole seuraavaksi syyskylvöisiä kasveja. Tällöin maahan satokasvilta käyttämättä jäänyt ja maasta vapautuva typpi on huuhtoutumisalttiina ilman kerääjäkasvia.

Syksyinen kasvipeitteisyys vähentää tehokkaasti sateiden aiheuttamaa eroosiota. Talven yli säilytettynä kerääjäkasvit vähentävät tehokkaasti myös talviaikaista eroosiota talvikauden leutoina jaksoina. Tulevaisuudessa ilmaston muuttuessa talviaikaisella kasvipeitteisyydellä tulee olemaan yhä suurempi vaikutus viljelyyn, sillä sateiden on ennustettu lisääntyvän kasvukauden ulkopuolisena ajankohtana. Viljavan pintamaan säilyminen pellossa on niin viljelijän kuin ympäristönkin etu. Kerääjäkasvien etuuksiin kuuluu myös kilpailu rikkakasvien kanssa, jos kerääjäkasvi kasvusto on riittävän tiheä varjostamaan rikkakasveja. Myöhään kukkiva kerääjäkasvikasvusto tarjoaa pölyttäjille ravintoa ennen talventuloa, kun luonnonkukat ovat jo lopettaneet kukkimisensa.



Kuva 1. Italianraiheinä jatkaa kasvuaan puinnin jälkeen keräten kasvustoonsa tyyppiä ja vähentäen eroosiota. Kuva: Kari Koppelmäki.



Aluskasvin kilpailua satokasvin kanssa ravinteista ja elintilasta voidaan vähentää sopivilla kasvivalinnoilla ja siemenmäärillä. Kun satokasvi puidaan, maahan tulevan valon määrä lisääntyy ja aluskasvi lähtee nopeaan kasvuun peittäen maanpinnan ja keräten tehokkaasti kasvustoonsa liukoista typpeä. Satokasvin jälkeen kyl-

vettävä kerääjäkasvi ei kilpaile satokasvin kanssa, joten tässä tapauksessa kerääjäkasvin tärkein ominaisuus on mahdollisimman nopea kasvimassan tuotto. Kerääjäkasvien kohdalla kannattaa kuitenkin muistaa viljelykierron tärkeys, ettei satokasvien taudinaiheet säily kerääjäkasvikasvustoissa.

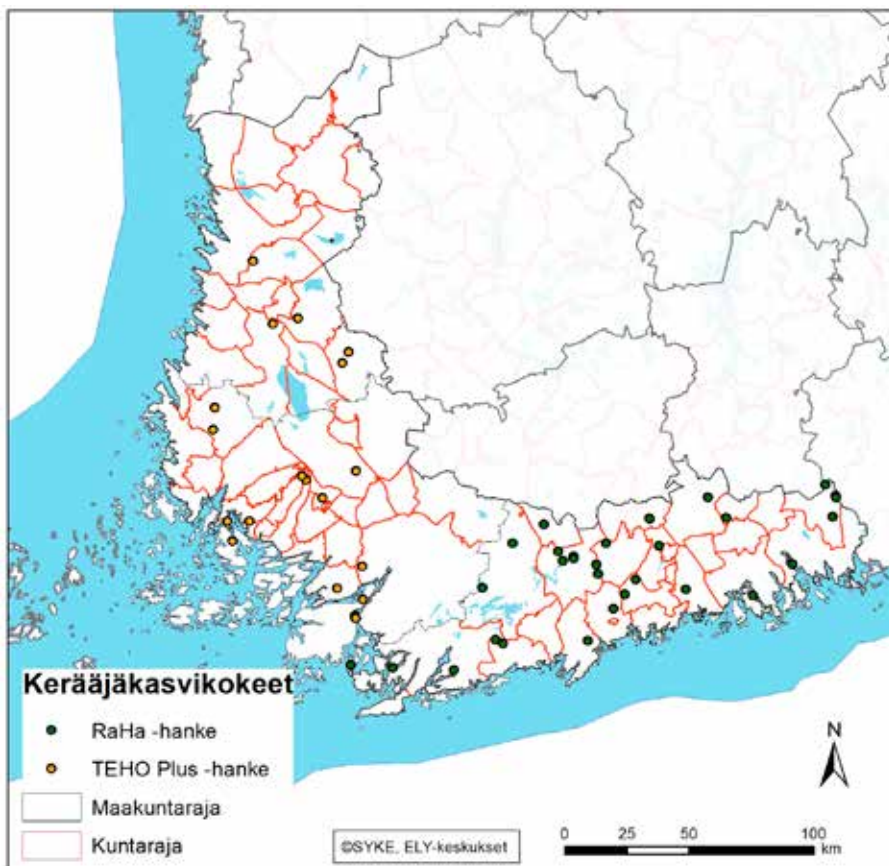
2. TEHO PLUS JA RAHA -HANKKEEN KERÄÄJÄKASVIKOKEILUT

TEHO Plus -hanke (Maatalouden vesiensuojelun tehostaminen -hanke) ja RaHa-hanke (Ravinnehuuhtoumien hallinta -hanke) toteuttivat kerääjäkasvikokeiluja viljelijöiden kanssa heidän omilla peltolohkoillaan. Kokeilujen pääpainona oli tutkia kerääjäkasvien vaikutusta maan typpipitoisuuden muutokseen satokasvin jälkeen. TEHO Plus -hanke jatkoi TEHO-hankkeen aloittamia kerääjäkasvikokeiluja tiloilla, jotka ilmaisivat kiinnostuksensa kokeilla kerääjäkasvien viljelyä. Kokeet toteutettiin vuosina 2011–2013. Hanke keskittyi kokeissaan varhaisperunan ja -vihannesten jälkeen kylvettäviin kerääjäkasveihin, mutta kokeilussa oli myös viljan alle kylvettäviä aluskasveja. Uudenmaan ELY-keskuksen RaHa-hankkeen kerääjäkasvikokeet painottuivat aluskasvien kokeiluun vuosina 2010–2013.

Kokeiluissa kerättiin viljelijöiden tekemiä havaintoja uuden ja vanhan viljelymenetelmän vertaamisista keskenään. Pelto jaettiin kahteen osaan, jossa verrannuudessa viljelijä jatkoi viljelyä vanhaan tapaan ilman kerääjäkasvia ja toisessa kokeiltiin uutta viljelytapaa.

Varhaisperunalohkojen pienuudesta johtuen, niiden verranneruuduilla ei maata muokattu perunannoston jälkeisen kasvukauden aikana, joka osin johti rikkakasvien runsastumiseen verranneruuduilla. Kokeita toteutettiin eri puolilla Uuttamaata ja Lounais-Suomea (kuva 2).

Tilakohtaisissa kerääjäkasvikokeiluissa oli edustettuna suuri valikoima erilaisia alus- ja kerääjäkasveiksi soveltuvia kasvilajeja. Suosituin aluskasvi oli italianraiheinä. Muita kokeiluissa mukana olleita heinäkasveja olivat timotei, nurminata, englanninraiheinä ja westerwoldin raiheinä. Palkokasveista valkoapilaa, puna-apilaa ja persianapilaa kokeiltiin seoksissa yhdessä heinäkasvien kanssa. Yhdellä tilalla kokeiltiin kerääjäkasvina veriapilaa puhdaskasvustona varhaisperunan jälkeen ja yhdellä tilalla aluskasviksi kylvettiin syväjuurinen sikuri. Eniten sadon jälkeen kylvettävänä kerääjäkasvina käytettiin öljyretikkaa. Myös valkosinappia ja hunajakukkaa kokeiltiin kerääjäkasveina varhaisperunan ja -vihannesten tuotannossa.



Kuva 2. TEHO Plus ja RaHa-hankkeiden kerääjäkasvikokeilat sijaitsivat ympäri Lounais-Suomea ja Uuttamaata. Kuva: Joni Koskinen.



Kuva 3. Aluskasvin kylvö onnistuu myös rikkaaestyksen yhteydessä. Kuva: Kari Koppelmäki.

KERÄÄJÄKASVIKOEIDEN NÄYTTEENOTTO

Vaikutusta typen huuhtoutumisen riskin vähenemiseen selvitettiin kerääjäkasvilohkoilta otettujen maanäytteiden avulla. Maanäytteet otettiin myös verranlohkoilta, joihin ei kerääjäkasveja kylvetty. Näytteet otettiin lohkoilta sadonkorjuun jälkeen, kasvukauden loputtua ja keväällä ennen kylvöä. RaHa-hankkeessa maanäytteistä analysoitiin ammonium- ja nitraattitypen määrät pinta- (0–20 cm) ja pohjamaasta (20–50 cm). TEHO Plus -hankkeessa maanäytteistä analysoitiin liukoisen kokonaistypen ja vesiliukoisen nitraattitypen määrät pinta- (0–20 cm) ja pohjamaasta (20–60 cm). Osalta lohkoista otettiin myös kasvustonäytteet, joiden avulla selvitettiin kerääjäkasvin sisältämä typpimäärä.

KESÄN SÄÄOLOSUHTEET VAIKUTTIVAT KERÄÄJÄKASVIEN KASVUUN SYKSYLLÄ

Kasvukausien sääolot vaihtelivat kerääjäkoeaikana. Kesä 2010 oli ennätyksellisen lämmin. Suurimmassa osassa Uuttamaata kasvukausi oli myös kuiva ja kasvustot kärsivät veden puutteesta. Osa aluskasveista ei taimet-

tunut kuivuuden takia. Sadonkorjuun jälkeen kerääjäkasvit hyötyivät lämpimänä jatkuneesta kasvukaudesta.

Myös kasvukausi 2011 oli keskimääräistä lämpimämpi. Sateisuudessa oli Uudenmaan sisällä suurta vaihtelua. Osassa kokeista kuivuus aiheutti taas ongelmia aluskasvien taimettumisessa. Lounais-Suomessa kuivuus ei haitannut kerääjäkasvikokeita. Sadonkorjuun jälkeen kasvukausi jatkui pitkään lämpimänä ja sateisena, mikä näkyi rehevinä kerääjäkasvikasvustoina. Maanäytteiden perusteella maassa oli paljon liukoista typpeä kerääjäkasvien käytettävissä.

Kasvukausi 2012 oli sateinen ja viileä. Sadot puitiin myöhään ja myös syksy oli sateinen. Kerääjäkasveille jäi sadonkorjuun jälkeen niukasti kasvu-aikaa ja kasvustot olivat vaatimattomampia kuin edellisinä syksyinä. Sadon jälkeen kylvettäville kerääjäkasveille ei lämpösumma riittänyt kunnan kasvuston muodostumiselle. Karkeilta mailta jatkuva vesisade huuhteli maan liukoista typpeä, mikä näkyi maanäytteiden typpipitoisuuksissa.





Kuva 4. Tuulisena päivänä keskipakoislevittimellä tehdystä kylvöstä seuraa epätasainen lopputulos. Kuva: Kari Koppelmäki.

Viimeinen RaHa-hankkeen kerääjäkasvikoivuosi 2013 oli viljelykasveille suotuisin Uudellamaalla. Kasvukausi oli lämmin ja vettä satoi kohtuullinen määrä kasvien tarpeeseen nähden. Lounais-Suomessa kasvukausi oli hyvin kuiva, mikä verotti kerääjäkasvikoilujen onnistumista. TEHO Plus -hanke tarkkaili kerääjäkasvikasvustojen kehittymistä kyseisenä vuonna, muttei ottanut enää maanäytteitä tarkempaan analysointiin.

2.1 Aluskasvin aikainen kylvö ja siemenen multaustie onnistumiseen

Aluskasvin aikainen kylvö ja siemenen multaaminen takasivat tasaisen taimettumisen ja vähintäänkin tyydyttävän kasvuston syksyllä. Parhaat tulokset saatiin kylvämällä aluskasvi kylvökoneella erillisenä kylvökertana tai satokasvin kylvön yhteydessä esimerkiksi heinäsiemenlaatikosta. Rikkaäestyksen yhteydessä kylvetyt aluskasvit onnistuivat myös melko hyvin. Piensiemenkylvökoneella ei voi kylvää tuulisella säällä kevyitä heinäsiemeniä, koska silloin kasvusto taimettuu epätasaisesti. Heinäsiementä ei suositella kylvettäväksi samaan aikaan viljan kanssa samassa kylvölaatikossa, koska siemen joutuu liian syväälle. Kylvettäessä heinä-apila-seosta täytyy myös aiheuttaa siemenien

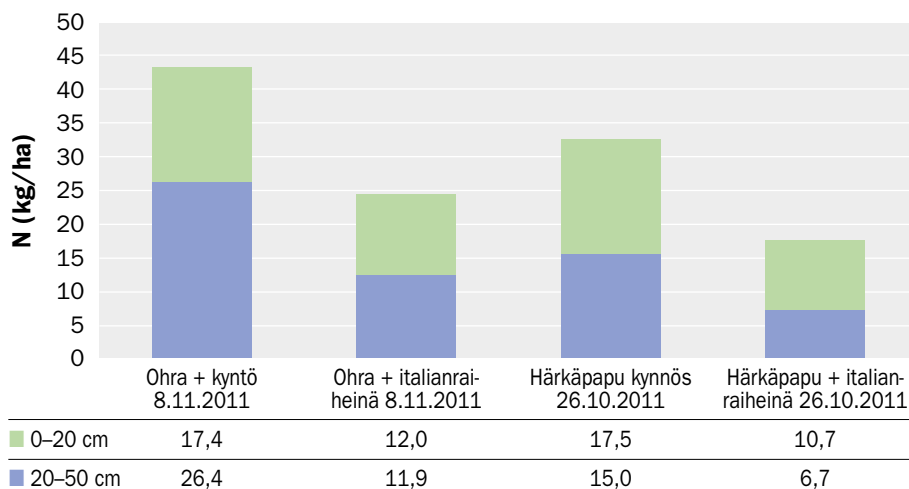
Sopiva siemenmäärä italianraiheinälle on 7–10 kg/ha. Raiheinävalkoapila-siemenoseksessa kannattaa olla 7 kg/ha heinää ja 2 kg/ha apilaa.

kerrostumista kylvölaatikossa, jolloin kasvustosta tulee epätasainen.

Aluskasvin voi kylvää myös syysviljalle keväällä esimerkiksi rikkaäestyksen yhteydessä tai hajakylvönä pintaan. Tällöin maassa on sopivasti kevätkosteutta jäljellä aluskasvin nopeaan itämiseen. Reilusti satokasvin kylvön jälkeen kylvetyt aluskasvit eivät taimettuneet osalla koelohkoista kuivina alkukesinä 2010 ja 2011. Erityisesti savimaalla pienen heinäsiemenen taimettuminen on epävarmaa, jos siemen kylvetään pintaan. Maalajin muuttuessa karkeammaksi aluskasvin kylvöä voitiin myöhästyttää viljan kylvöajasta.

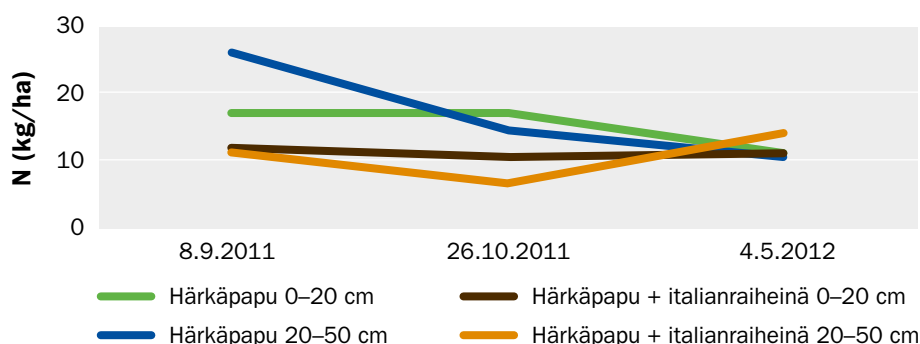
Aluskasvin viljelyä aloitettaessa kannattaa italianraiheinää kylvää 7–10 kg/ha. Italianraiheinän ja valkoapilan siemenosesta kylvettäessä kannattaa kylvää raiheinää 7 kg/ha ja apilaa 2 kg/ha. Kylvömäärään vaikuttavat

Aluskasvin vaikutus maan mineraalityypen pitoisuuteen härkäpavun puinnin jälkeen ja kasvukauden lopussa 2011



Kuva 5. Italianraiheinä vähensi liukoisen typen määrää kahdessa havaintokokeessa syksyllä 2011 otettujen näytteiden perusteella.

Aluskasvin vaikutus maan liukoisen typen pitoisuuteen



Kuva 6. Italianraiheinä vähensi typen huuhtoutumisriskiä. Aluskasvittomalla osalla lohkoa tyyppiä todennäköisesti huuhtoutui enemmän kuin italianraiheinää kasvavalla loholla.

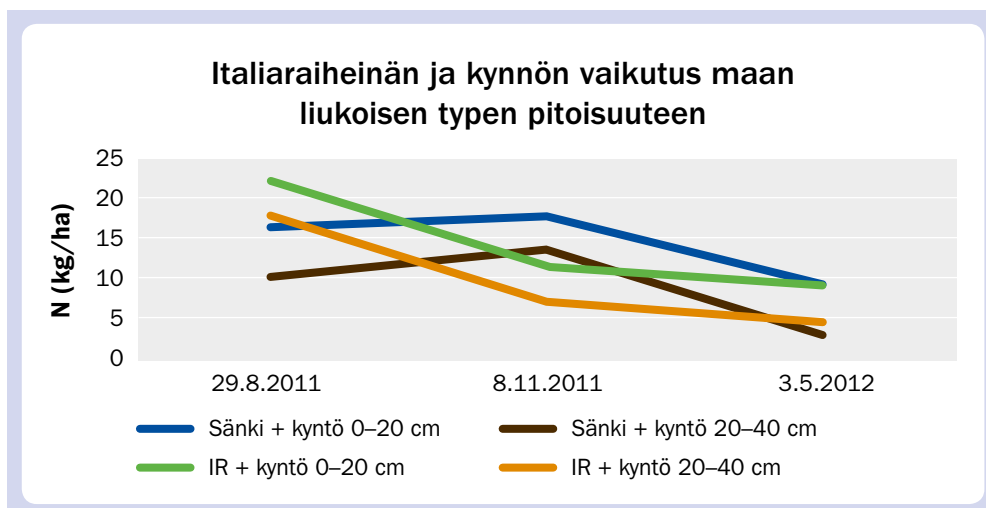
kylvöaika ja -tapa sekä aluskasvin viljelyn tavoitteet. Kasvukauden aikana tehtävät havainnot on tärkeää kirjata ylös, jotta siemenmäärän voi säätää sopivammaksi seuraavana vuotena.

ITALIANRAIHEINÄ VÄHENTÄÄ TEHOKKAASTI TYPEN HUUHTOUTUMISRISKIÄ

Italianraiheinä on siemenkustannuksiltaan edullinen ja siementä on helposti saatavilla, mikä osaltaan vaikutti siihen, että italianraiheinä oli yleisin aluskasvi kerääjäkasvikokeissa. Italianraiheinä vähensi liukoisen typen

määrää maassa syksyisin verrattuna kynnökseen (kuva 5). Eryyksen hyvin raiheinä toimi aluskasvina tilanteissa, joissa pääkasvin satomäärä jäi tavoiteltua alhaisemmaksi, milloin aluskasvi hyödynsi satokasvilta jääneet ravinteet.

Italianraiheinä oli myös suosittu aluskasvi luomutiloilla ja sitä kokeiltiin kolmella eri luomutilalla härkäpavun aluskasvina. Typensitojakasvina härkäpapu tuottaa tyyppiä ilmasta ja sitä voi jäädä runsaasti maahan sadonkorjuun jälkeen. Italiaraiheinä kasvoi voimakkaasti



Kuva 7. Ohran aluskasviksi kylvetty italiaraiheinä vähensi maan liukoisen typen määrää syksyllä. Aluskasvittomalla lohkolla liukoisen typen määrä taas kasvoi loppusyksyä kohden. Keväällä maan liukoisen typen määrä oli molemmilla lohkoilla lähes sama.



Kuva 8. Italiaraiheinän runsas juuristo kerää tehokkaasti maasta typpeä. Viljan juuristo sitä vastoin on jo puinnin jälkeen suurimmalta osin hajonnut. Kuva: Janne Heikkinen.

sadonkorjuun jälkeen ja vähensi selvästi typen huuhtoutumisen riskiä (kuvat 6 ja 7). Keväällä kasvien käytävissä oli lähes sama määrä typpeä. Keväällä osa italiaraiheinän keräämästä tpeestä on vielä sitoutuneena orgaaniseen ainekseen.

2.2 Sadonkorjuun jälkeen kylvettävät kerääjäkasvit tarvitsevat lämpöä

Satokasvin jälkeen kylvettävältä kerääjäkasviltä vaaditaan nopeaa kasvuun lähtöä ja suuren biomassan tuottoa. Näin kerääjäkasvi pystyy tehokkaasti sitomaan itseensä maan liukoista typpeä ennen kasvukauden loppumista. Viljelykokemukset öljyretikan tai sinapin käytöstä kerääjäkasvina ovat vähäisiä. RaHa-hankkeen kokemusten mukaan kohtuullisen kasvuston aikaansaamiseksi tarvittava lämpösumma on epävarma saavuttaa, jos öljyretikka kylvetään viljakasvien sadonkorjuun jälkeen. Parhaiten sadonkorjuun jälkeen kylvettävät kerääjäkasvit soveltuvatkin varhaisvihannesten jälkeen. TEHO Plus -hankkeessa kokeiltujen varhaisperunan ja -porkkanan jälkeen kerääjäkasvikasvustojen onnistumiseen vaikutti kaikkein eniten niiden kylvöajankohta. Kylvö tulisi tehdä elokuun alkuun mennessä, jotta kerääjäkasvilla olisi riittävästi lämpöä kasvuunsa. Kerääjäkasvien kylvön siirtyminen viikollakin voi olla hyvin ratkaisevaa peittävän kerääjäkasvikasvuston aikaansaamiseksi, sillä jos loppukesä on viileä ja sateinen, kasvusto kehittyy hyvin hitaasti. Varsinkin öljyretikka ja valkosinappi tarvitsevat kasvaakseen riittävästi läm-

pöä. Hunajakukka ja heinät kasvoivat retikkaa ja sinnappia paremmin viileänä loppukasvukautena.

Sadon jälkeen kylvettävän kerääjäkasvin siemenmäärä saa olla suurempi kuin aluskasviksi kylvettävän kerääjäkasvin, sillä kilpailutilannetta kerääjäkasvin ja satokasvin välillä ei ole. Öljyretikalle ja valkosinapille havaittiin hyväksi siemenmääräksi 15 kg/ha. Puhdas-kasvustona kylvettävän italianraiheinän siemenmäärä saa olla 20 kg/ha. Tätä pienempi siemenmäärä saattaa jättää kasvuston harvaksi epäsuotuisina kasvu-kausina, joka vaikuttaa selvästi rikkakasvien esiintymiseen. Kylvö voidaan suorittaa samoilla koneilla kuin aluskasveilla. Parhaimman lopputuloksen antaa sijoitettava piensiemenkylvökone, mutta kylvö onnistuu myös heinänsiemenkylvölaatikosta, hajakylvönä piensiemenkylvökoneella tai lautasvantaalla riippuen siitä, mitä kasvia kylvetään. Öljyretikan ja valkosinapin pyöreiden siementen kylvö onnistuu hyvin pneumaattisella kylvökoneella. Siementen muokkaus maahan nopeuttaa itävyttä ja kasvuun lähtöä.

*Sadonkorjuun jälkeen
öljyretikkaa ja valkosinappia
kannattaa kylvää 15 kg/ha.
Italianraiheinää kannattaa
kylvää 20 kg/ha.*

SUURI KASVIMASSA SITOO ITSEENSÄ PALJON TYPPEÄ

Mitä suurempi kerääjäkasvimassa on, sitä enemmän siihen on sitoutunut typpeä. Loppukasvukauden sääolojen ollessa epäsuotuisat kerääjäkasveille, kasvustot jäävät pieniksi ja ne näyttävät siltä, ettei niillä ole merkitystä typen huuhtoutumisen vähentäjinä. TEHO Plus -hankkeen kasvinäyteanalyysien perusteella pienikokoisen kasvin typpipitoisuus on kuitenkin paljon suurempi kuin suurikokoisen kasvin, mutta sadollisesti suurempaan kerääjäkasvikasvustoon sitoutuu enemmän typpeä kuin pienempään kasvustoon.

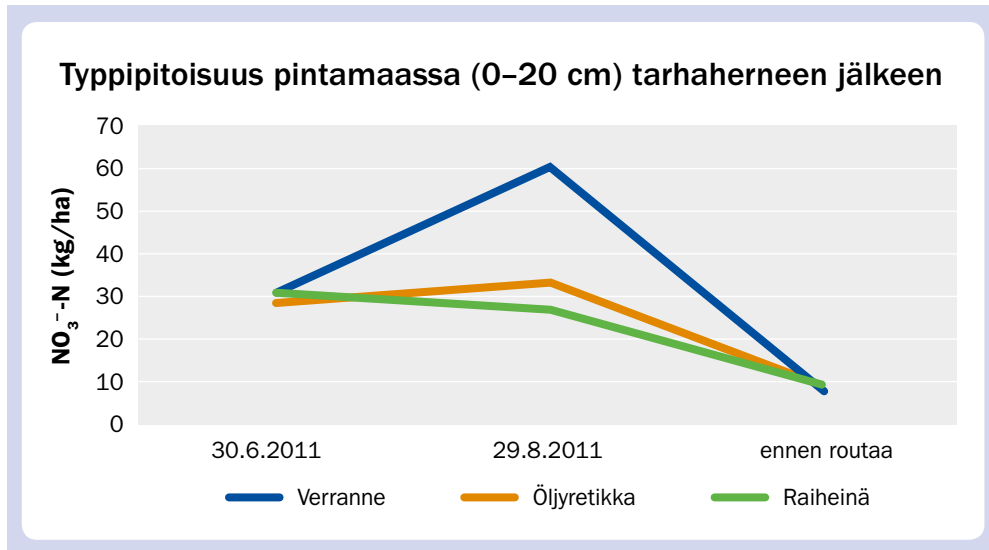
TEHO Plus -hanke ei määrittänyt öljyretikan ja valkosinapin hiili/typpi-suhdetta (C/N-suhde), jonka perusteella voitaisiin tarkastella sen esikasviarvoa seuraavalle satokasville. Varhaisperunalohkoilla, missä öljyretikkaa ja



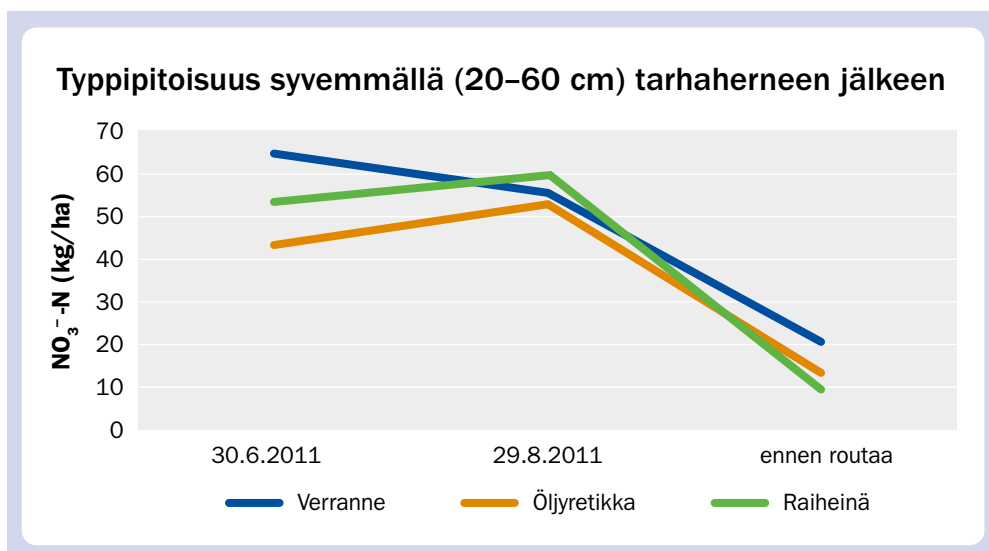
Kuva 9. Valkosinappi kasvattaa suuren biomassan varhaisperunan jälkeen, jos loppukasvukausi on suotuisa. Kuvan runsas kasvusto kertoo myös, että maassa on ollut sadonkorjuun jälkeen runsaasti typpeä käytettävissä. Kuva: Kaisa Riiko.

valkosinappia kokeiltiin kerääjäkasveina, ei muodostunut ongelmaa kerääjäkasvista keväällä perunan istuttamisvaiheessa. Syksyllä kyntäen lopetetut kerääjäkasvikasvustot olivat maatuneet kokonaan talven aikana. Tästä voidaan päätellä, että näiden kasvien C/N-suhde on matala, kun kasvimateriaalin hajotus tapahtuu nopeasti.

Tuoreena kerättävien palkokasvien, kuten tarhaherneen jälkeen kannattaa kylvää kerääjäkasvi. TEHO Plus -hankkeessa tehdyssä kerääjäkasvikokeessa tarhaherneen kasvustoon jäi paljon typpeä tuleentumattomien palkojen keruun jälkeen. Tarhaherneen jälkeen hernekasvuston typpi vapautuu nopeasti kasvuston hajotessa. Kerääjäkasvien avulla saadaan hernekasvustosta vapautuva typpi sidottua uudelleen kasvillisuuteen (kuva 10). Italianraiheinä runsaalla juuristollaan sitoo itseensä tehokkaasti satokasvista vapautuvan typen.



Kuva 10. Aikaisin kerättävän palkokasvin jälkeen kylvettävä kerääjäkasvi on tehokas sitomaan satokasvista vapautuvaa typpeä.



Kuva 11. Kerääjäkasvikasvusto haihduttaa maasta vettä estäen typen huuhtoutumista syvemmillä maassa.

Kerääjäkasvi hidastaa sadeveden virtausta syvemmälle maahan ottamalla juuristollaan vettä maasta ja haihduttamalla sitä lehvästönsä kautta takaisin ilmaan. Samalla vähenee typen huuhtoutuminen syvempään maakerrokseen (kuva 11). Kasvukauden päätyttyä vesisade huuhtoo liukoista typpeä niin verranteelta kuin kerääjäkasvilohkolta.

Sateisena kesänä typpi voi huuhtoutua maassa liian syvälle ennen satokasvin jälkeen kylvettävän kerääjäkasvin itämistä. Karkea maalajisilla varhaisperunalohkoilla päästiin kerääjäkasvit kylvämään vasta elokuun puolella märkyuden takia vuonna 2012. Ennen kerääjäkasvin

kylvöä otettujen maanäytteiden perusteella maassa oli selvästi vähemmän typpeä, kuin edeltävänä vuotena ennen kerääjäkasvien kylvöä. Tämä vaikutti osaltaan kerääjäkasvien heikkoon kasvuun, sillä typpi oli jo huuhtoutunut kerääjäkasvin juuren ulottumattomiin.

NIITOLLA SIEMENTÄMINEN KURIIN

Öljyretikka ja valkosinappi ovat Suomen oloissa yksi-vuotisia. Talven aikana pääjuuri tuhoutuu, jolloin kerääjäkasvista ei tule rikkakasvia. Leutoina ja lumisina talvina voi mahdollisesti muutama kasvi selvitä talven yli. Retikka- ja sinappikasvustot on hyvä niittää, jos näyttää siltä, että kasvusto on hyvin rehevää ja kukinnan

jälkeen lidut ovat pullistuneet. Näin saadaan estettyä itämiskykyisten siemenien muodostuminen ja kerääjäkasvin muuttuminen rikkakasviksi. Niitto kannattaa tehdä siinä vaiheessa, kun alimmissa lehdissä havaitaan luontaista lakastumista ja kukinnan päävaihe on mennyt ohi. Jos niittokohdan alapuolelle ei jää vihreitä lehtiä, kasvu hidastuu tai päättyy kokonaan. Retikka ja sinappi kasvattavat nopeasti sivuhaaroja, jos sääolosuhteet ovat suotuisat.

2.3 Palkokasveilla typpeä viljelykiertoon

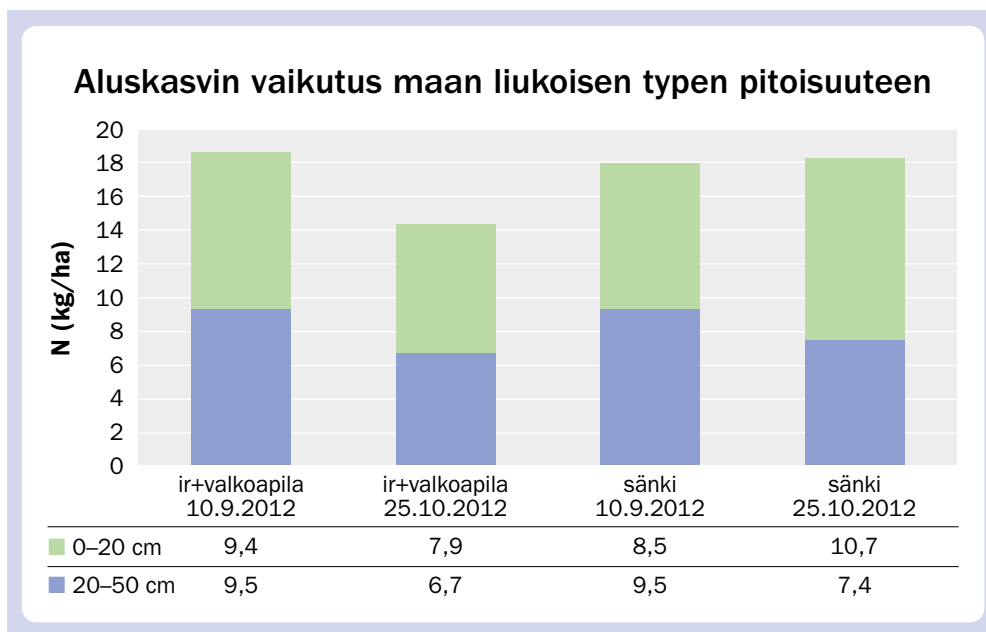
Palkokasvit sitovat ilmasta typpeä kasvustoonsa, jolloin niiden käyttö ei sovellu kerääjäkasvitarkoitukseen niin hyvin kuin heinäkasvien käyttö. Palkokasvit ottavat juuristollaan typpeä myös maasta, mutta tutkimusten perusteella niiden merkitys maan liukoisen typen vähentäjänä on vähäinen. Ne voivat jopa lisätä maan liukoisen typen pitoisuutta kasvukauden loppua kohti. Palkokasveja käytettäessä kannattaa siemenseoksessa olla myös heinäkasveja, jolloin kerääjäkasvikasvustosta saadaan suurempi hyöty maan rakennetta ajatel-

len. Samalla typen huuhtoutumisriski pienenee, sillä tyypirikas kasvimassa hajoo nopeasti maassa mikrobien toimesta. Jos palkokasvivaltainen kerääjäkasvikasvusto lopetetaan aikaisin, lisääntyy riski typen huuhtoutumiselle. Tällöin menetettäneen myös palkokasvin esikasviarvoa seuraavalle satokasville. Palkokasvien sitoma typpi saadaan sitä paremmin seuraavan satokasvin käyttöön, mitä myöhemmin kasvusto lopetetaan.

Palkokasveista matalakasvuiset valkoapila ja persianapila olivat yleisimmät aluskasvina käytetyt palkokasvit italianraiheinän kanssa. Apiloiden käyttö koettiin joillakin tiloilla rikkakasvien torjunnan kannalta ongelmalliseksi. Yhdessä kokeessa keväällä kylvetty valkoapila kuoli rikkakasviruiskutuksessa. Näytteiden perusteella apilat eivät juuri vähentäneet liukoisen typen huuhtoutumisriskiä, mutta eivät lisänneetkään sitä (kuva 13). Puhdasta apilakasvustoa ei suositella satokasvin jälkeen kylvettäväksi kerääjäkasviksi. Puna- ja veriapila kasvattaa nopeasti suuren biomassa, johon voi olla sitoutuneena hyvin paljon typpeä. Varhaisperunan jälkeen kylvetty puhdas veriapilakasvusto satoi maan päälliseen kasvustoonsa typpeä maasta ja ilmasta 70 kg/ha.



Kuva 12. Niitetty öljyretikkakasvusto lähtee uuteen kasvuun kasvuolojen ollessa suotuisat. Kuva: Kaisa Riiko.



Kuva 13. Kevätvehnän aluskasviksi kylvetyt italianraiheinä-valkooapilaseoksen vaikutus maan liukoisen typen pitoisuuteen sadonkorjuun jälkeen ja kasvukauden loputtua.

2.4 Talviaikainen kasvipeitteisyys

Osassa kokeista aluskasvia ei muokattu syksyllä, vaan kasvusto jätettiin suojaamaan pellon pintaa kevääseen asti. Käytettäessä monivuotisia kasvilajeja on lopetus tehtävä keväällä joko kemiallisesti tai muokkaamalla, jottei aluskasvista muodostu rikkaruohoa seuraavalle satokasville. Havaintokokeissa suosittu italianraiheinä on Suomen oloissa normaalisti yksivuotinen, koska se ei kestä talvemme pakkasia. Viljelijöiden mukaan kuolleet kasvijäte pellon pinnassa ei haittaa kevätmuokkausta ja kylvöä. Muokkaamattomuudesta voi olla hyötyä myös kosteuden pidätyksessä kuivina keväinä.

Havaintokokeista otettujen maanäytteiden mukaan syksyn kyntämättömyys todennäköisesti tehosti niin apilan typen sitomista kuin raiheinän typen keruuta pidentyneen kasvuajan myötä. Eroosion eston kannalta talviaikaisen kasvipeitteisyyden hyödyt korostuvat erityisesti leutoina ja sateisina syksyinä.

Varhaisperunalohkoilla kerääjäkasvikasvustot lopetettiin viimeistään lokakuun lopussa kyntämällä. Viljelijät eivät halunneet jättää kerääjäkasveja keväälle, sillä kasvuston katsottiin estävän keväällä maan kuivumista ja lämpenemistä, sillä varhaisperuna pyritään laittamaan mahdollisimman aikaisin maahan. Lokakuun puolivälin tienoilla tehty kasvuston kyntö takasi sen,



Kuva 14. Valkooapila soveltuu palkokasveista hyvin aluskasviksi matalan ja maata peittävän kasvutapansa takia. Kuva: Janne Heikkinen.



Kuva 15. Italian raiheinä suojaa pellon pintaa eroosiolta. Kuva: Kari Koppelmäki.



Kuva 16. Talvehtinut italianraiheinäkasvusto kannattaa lopettaa huolellisesti keväällä, ettei satotappioita synny. Kuva: Kari Koppelmäki.

ettei kerääjäkasveista ollut haittaa kevään perunanis-
tutuksessa.

KERÄÄJÄKASVIEN TALVEHTIMISEN KANSSA ON OLTAVA TARKKANA

Runsaslumisina talvina italianraiheinä saattaa talveh-
tia lumipeitteen suojassa. Jos raiheinä selviää talvesta

hengissä, vaatii se huolellisen lopettamisen keväällä.
Muutoin riski suuresta satotappiosta kasvaa voimak-
kaan kilpailun johdosta. Talvehtimisriskiä voidaan pie-
nentää käyttämällä talvehtimisominaisuuksiltaan hei-
kompia lajikkeita. Lisäksi mahdollista talvehtimistä
täytyy tarkkailla keväällä ja olla valmiina tarvittaviin toi-
menpiteisiin.



Kuva 17. Aluskasvien vaikutus maan rakenteeseen. Vasemmalta oikealle: timotei, sänki, italian raiheinä. Kuva: Kari Koppelmäki.

2.5 Parempi maan rakenne

Kerääjäkasvi kuivattaa maata pitkälle syksyyn ja elävät juuret murustavat maata. Maahan muokattava vihermassa vilkastuttaa maan mikrobitoimintaa ja edesauttaa näin kestävämmän mururakenteen syntymistä. Viljelijähavaintojen mukaan pellon muokkaus sujuu helpommin lohkoilta, joilla kasvoi kerääjäkasvi. Sateisina

syksyinä kerääjäkasvi vähentää pellon tiivistymisen riskiä sadonkorjuu- ja muokkaustöiden yhteydessä.

Kokeista tehtyjen havaintojen mukaan pellon muokkaaminen sujui kerääjäkasvin jälkeen sänkieltoa helpommin. Kerääjäkasvin vaikutus näkyi selvästi havaintokokeessa (kuvat 17 ja 18), missä pellon muokkaus jätettiin keväeseen. Syksyllä pitkään kasvanut italianraiheinä mu-



Kuva 18. Samat maapaakut (kuva 17) kevyen murustamisen jälkeen. Kuva: Kari Koppelmäki.

rusti maata ja maa oli talven jäljiltä sänkeen verrattuna selvästi huokoisempaa ja kuivempaa. Osalle lohkoa oli kylvetty aluskasviksi timotei, jonka kasvu oli italianraihneeseen verrattuna vaatimattomampaa. Timotei kuivattaa monivuotisena kasvina maata jo aikaisin keväällä.

SYVÄJUURISET KASVIT MAAN RAKENTEEN PARANTAJINA

Syväjuuriset kasvit ovat tehokkaita maan rakenteen parantajia. Juuret muokkaavat maata mekaanisesti kasvaessaan. Juuret ottavat maasta vettä, jolloin juurta ympäröivä maa kuivuu ja voi halkeilla. Juurien tuottamat eritteet ravitsevat maan mikrobitoimintaa, minkä seurauksena mikrobien tuottamat lima-aineet muodostavat maamuruja. Juurien kuoltua maahan jää juurikäytäviä,

mitä kautta liika vesi, ilma ja satokasvien juuret pääsevät helposti syvemmälle maahan.

TEHO Plus -hankkeen kolmella tilalla kylvettiin monivuotisia syväjuurisia kasveja keväällä 2012. Tiloilta kerättiin kokemuksia syväjuuristen kasvien viljelystä osana viljelykiertoa. Syväjuurisissa nurmiseoksissa kasvoi sini- ja rehumailasta, ruokonataa sekä puna- ja alsikeapilaa. Kaikkia näitä kasveja voidaan käyttää myös aluskasveina. Sinimailasen alkukehitys on hidasta, joten se ei sovellu sadon jälkeen kylvettäväksi kerääjäkasviksi. Sinimailasen siemen maksaa myös sen verran paljon, ettei sitä yleensä käytetä aluskasvina. Syväjuurisia kasveja käytettäessä kerääjäkasveina, kannattaa niiden kasvuaika maksimoida mahdollisimman pitkäksi, sillä mitä pitempään kasvit kasvavat, sitä syvemmälle niiden juuristo tunkeutuu maahan parantaen maan ra-

Kuva 19. Sikurin paalujuuri kasvaa nopeasti hyvin mittavaksi. Kuva: Anna Liljeström.



kennetta. Monivuotisia syväjuurisia kasveja viljeltäessä kannattaa kasvusto säilyttää useamman vuoden.

Mahdottomuuksiin ei kasvienkaan juuret pysty. Suurin ongelma kasvien juurten syvyyskasvuun on liika märkyys, jolloin juurien hapensaanti syvemmillä maassa heikkenee. Maakerroksen ollessa tiivistynyttä, kannattaa valita sellaisia kasvilajeja, joiden juuren kasvupaine on mahdollisimman suuri. Tämä takaa juuren pureutumisen kovempaankin maahan, jos vain happea on riittävästi saatavissa. Mailaset ovat hyviä porautumaan kovempaankin maahan, mutta ne ovat herkkiä liialle märkyydelle. Öljyretikka on syväjuurinen kerääjäkasvi, mutta maassa oleva tiivistymä voi estää täysin juurakon kasvun syvälle maahan.

2.6 Kerääjäkasvit mahdollisina taudinaiheuttajina

Heinäkasvit ovat turvallinen vaihtoehto kerääjäkasviksi vihannestuotannossa oleville tiloille. Perussääntönä voidaan pitää sitä, ettei ristikukkaista kerääjäkasvia käytetä ristikukkaisilla satokasveilla, sillä taimipolteen riski on olemassa. Liiallista apilan käyttöä kerääjäkasvina pitäisi välttää taimipolteriskin vähentämiseksi. Viljat ja heinät ovat hyviä kerääjäkasveja vihannestuotannossa, jos alueella esiintyy taimipoltetta.

Viljelijät ovat suhtautuneet varauksella öljyretikan käyttöön kerääjäkasvina, jos viljelykierrossa on ristikukkaisia kasveja. Öljyretikan on epäilty ristikukkaisena kasvina lisäävän riskiä möhöjuuren lisääntymiseen maassa. Kasvavan kerääjäkasvikiinnostuksen takia asiaa päätettiin selvittää RaHa-hankkeessa MTT:n tekemässä koeksessa, jossa testattiin öljyretikkaa möhöjuuren pahasti saastuttamalla maalla. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että päinvastoin kuin odotettiin, öljyretikka vähensi möhöjuuren määrää maassa. Tämä perustui siihen, että öljyretikan juurieritteet innostavat möhöjuuren

kestoitiöt itämään maassa, mutta ne eivät kuitenkaan pysty aiheuttamaan tartuntaa öljyretikassa, mistä joutuessa ne kuolevat.

Varastoitavien vihannesten ja perunan sekä rypsin ja rapsin viljelyssä kerääjäkasveina käytettävät palkokasvit, etenkin apilat ja virnat, voivat levittää pahkahometta satokasveihin. Viljat ja heinät ovat tässä tapauksessa varmin vaihtoehto vähentämään pahkahomeriskiä. Harmaahome ei valikoi kosteissa olosuhteissa kohdetta, vaan voi saastuttaa kasvuston kuin kasvuston. Harmaahome vioittaa vähiten viljoja ja heiniä, joten näitä kannattaa suosia kerääjäkasvina varastovihannesten kanssa.

Hunajakukka, viljat ja heinät ovat hyviä kerääjäkasveja porkkanan mustamätää vastaan, sillä niillä on maata puhdistava vaikutus. Hunajakukka toimii isäntäkasvina taimipolteelle, pahkahomeelle ja harmaahomeelle. Jos viljan seassa käytetään aluskasvina heinäkasveja, voidaan kaksisirkkaisia rikkoja ruiskuttaa kasvustosta. Typpirikas apilakasvusto nopeuttaa oljen hajoamista maassa, jolloin oljen kautta leviävät sienitaudit, kuten lehtilaikkutaudit, vähenevät.

2.7 Kerääjäkasvit saneerauskasveina

Jotkin markkinoilla olevat öljyretikka- ja valkosinappilajikkeet toimivat saneerauskasveina vähentämään ankeroisipainetta. Farmer- ja Maximus-öljyretikka sekä Achilles-valkosinappi ovat tehokkaita varsinkin sokeri-juurikkaan ankeroisia vastaan.

Saneerauskasvit vaikuttavat kahdella eri tavalla ankerosiin. Ankeroiset yrittävät lisääntyä saneerauskasvien juuristossa siinä onnistumatta, jolloin ankeroisimäärä maassa vähenee. Saneerauskasveista muodostuu maassa hajotessaan sinappikaasua, mikä puhdistaa maata taudinaiheuttajista. Kerääjäkasveina näiden kasvien saneerausteho on sitä suurempi, mitä aikaisemmin kasvit päästään kylvämään satokasvin jälkeen. Tarkempaa tietoa saneerauskasvivaikutuksesta sokeri-juurikkaalla löytyy Sokeri-juurikkaan tutkimuskeskuksesta (www.sjt.fi).

3. VIJELIJÖIDEN MIETTEET KOKEILUTOIMINNASTA

Havainnoimalla kerääjäkasvien vaikutuksia kasvukauden aikana, viljelijä voi kehittää viljelymenetelmää omalle tilalleen sopivammaksi. Havainnoitavia asioita ovat muun muassa kylvötapa- ja aika, kilpailu satokasvin kanssa, kasvuston tasaisuus sekä rikkakasvien ja kasvitautien esiintyminen. Jos kerääjäkasvikasvusto lopeetaan muokkaamalla, kannattaa kiinnittää huomiota maan kosteuteen ja maan muokkautuvuuteen. Kerääjäkasvuston tyypipitoisuutta voi päätellä kasvuston koon ja värityksen perusteella ja sen pohjalta miettiä seuraavan vuoden satokasville annettavan typpilannoituksen vähentämistä. Sääoloilla on ratkaiseva osuus kerääjäkasvikasvuston onnistumiselle, jolloin yhden pieleen menneen kokeiluvuoden takia ei kannata kerääjäkasvien toimivuutta tuomita, vaan kokeilua kannattaa jatkaa seuraavanakin vuotena. Samalle lohkolle kannattaa jättää pieni kerääjäkasvion verranneala, jolloin kerääjäkasvien vaikutusta satoon ja maan rakenteeseen on helppo verrata.

TEHO-tiloilta, joilla kokeiltiin kerääjäkasveja, pyydettiin kyselylomakkeen (liite 1) avulla palautetta jokaisesta kasvukaudesta erikseen. Kyselyn pohjalta saatiin selville viljelijöiden mietteitä kerääjäkasvien viljelystä, sen hyvistä ja huonoista puolista.

3.1 Hyvät puolet

Suurin hyöty, minkä viljelijät kokivat kerääjäkasvien viljelystä saavansa, oli maan rakenteen paraneminen multavuuden lisääntymisen myötä. Yksipuolisessa varhaisperunanviljelyssä viljelijät kertoivat maan rakenteen paranevan jo ensimmäisen kerääjäkasvivuoden jälkeen huomattavasti. Samanlaisia havaintoja on saatu myös italianraiheinällä, kun se on kylvetty aluskasviksi. Maan muokkautuvuus parani kerääjäkasvien juuriston sitoessa maata ja haihduttamalla kosteutta maasta. Kerääjäkasvilohkoilla pystyttiin muokkaamaan maata myöhem-



Kuva 20. Kerääjäkasvi voidaan kylvää heti viljan jälkeen, jos puimaan päästään elokuun alussa. Kuva: Jouko Willberg.



Kuva 21. Kerääjäkasvittoman verranteen jättämisellä viljelijä voi itse havaita kerääjäkasvin vaikutuksen satoon ja maan rakenteeseen. Kuva: Janne Heikkinen.

min kuin kerääjäkasvittomilla lohkoilla, sillä maa kantoi koneita kerääjäkasvin ansiosta paremmin syysateiden kostuttamassa maassa. Tämä auttoi viljelijöitä rytmittämään syystöiden ajoittamisen normaalia pitemmälle aikajaksolle.

Viljelyn monipuolistuminen nähtiin myös kerääjäkasvien etuutena, joka vaikuttaa myönteisesti maan rakenteeseen ja satokasvien tautipaineen vähenemiseen. Kerääjäkasvien avulla saadaan esille viljelykierron hyviä puolia, mutta ne eivät korvaa säännöllisen viljelykierron tuomia hyötyjä. Kerääjäkasvien hyödyksi katsottiin myös eroosion esto, sillä ravinteikkaan pintamaan säilyttäminen pellolla on niin viljelijän kuin ympäristönkin etu. Riittävän tiheän kerääjäkasvikasvuston nähtiin hyvin estävän yksivuotisten rikkakasvien kasvua.

Kerääjäkasvien ensisijainen tehtävä huuhtoutumisherkän typen talteen ottajana ja sen siirtäjänä seuraavalle satokasville näytti olevan viljelijöille toissijainen hyöty. Puolet TEHO Plus -hankkeen viljelijöistä arveli kerääjäkasvien esikasvivaikutuksen olevan joko suora tai ainakin myönteinen maan rakenteen paranemisen myötä. Apiloiden kohdalla esikasviarvoon suhtauduttiin luotavammin kuin heinien kohdalla. Monen viljelijän mie-

lessä kävi seuraavan satokasvin typpilannoituksen vähentäminen kerääjäkasvien turvin, mutta tieteellisen näytön puuttuminen turvallisen typpilannoitusmäärän vähentämisestä sai monen viljelijän jatkamaan samalla typpilannoitusmäärillä kuin ennen kerääjäkasvejakin.

Viljelijöiden on vaikea mitata aluskasviin sitoutuneen typen määrää tai maanparannuksen rahallista arvoa, mutta monen viljelijän mielestä aluskasvi on halpa hinta maan rakenteen paranemisesta. Aluskasvien viljely on saanut monet TEHO Plus ja RaHa-hankkeen viljelijät suunnittelemaan aluskasvien viljelyn laajentamista isommalle alalle tulevaisuudessa. Jos sato oli hyvä,



KERÄÄJÄKASVIEN HYÖDYT

- Typen talteenotto
- Maan rakenteen paraneminen
- Syystöiden ajoittaminen myöhemmäksi
- Eroosion esto
- Kilpailu rikkakasvien kanssa

aluskasvi kasvoi heikommin, mutta huonona satovuonna aluskasvi kasvoi hyvin sitoen itseensä satokasvilta käyttämättä jääneitä ravinteita. Kerääjäkasvi on ”win-win -toimenpide”, jossa typpi saadaan pysymään maassa ja maan rakenne paranemaan. Kerääjäkasveja voidaan kerätä nurmisato, jos loppukasvukausi on suotuisa. Aluskasvin seassa oleva viljan sänki voi vaikeuttaa aluskasvin rehuksi soveltuvuutta, mutta sikatiiloilla aluskasvista saa hyvää virikeheinää.

3.2 Huolen aiheet ja haasteet

Aluskasvin kilpailu satokasvin kanssa oli viljelijöiden suurin huolenaihe aluskasvin viljelyssä. Valitsemalla aluskasveiksi sopivia lajeja ja käyttämällä sopivaa satokasvin siemenmäärää, voidaan vähentää aluskasvin aiheuttamaa kilpailua satokasvin kanssa. Kokeilemalla viljelijä löytää tilalle sopivan siemensuhteen sato- ja aluskasvista. Aluskasvin viljely kannattaa aloittaa puhtaalla italianraiheinäkasvustolla tai italianraiheinä ja valkoapilan seoksella. Westerwoldin raiheinä ei sovellu aluskasviksi voimakkaan kasvunsa takia. Westerwoldin

raiheinän on havaittu tähkivän viljan puintiaikaan, sillä sen kasvurytmi on nopeampi kuin italianraiheinällä.

Jos vilja lakoontuu, aluskasvi voi vaikeuttaa viljan tuleentumista ja puintia. Liiallista typpilannoitusta kannattaa välttää, jotta viljan korsi ei kasva liian pitkäksi, jolloin lakoontumisriski kasvaa. Lyhytkortisia lajikkeita käytettäessä aluskasvin läpikasvu voi olla mahdollista.

Hukkakaurasta kärsivällä loholla heinäkasvien käyttö viljan aluskasvina tuottaa ongelmia, sillä hukkakauran ruiskutusta ei voida tehdä heinä ollessa aluskasvina. Samoin juolavehnän torjunta on ongelmallista kerääjäkasvin ollessa heinäkasvi. Viljalla heinäkasveja aluskasveina käytettäessä voidaan kasvustosta kuitenkin ruiskuttaa leveälehtiset rikkakasvit. Torjuntatarve voi myös vehentyä alus- ja kerääjäkasvien kilpaillessa rikkojen kanssa elintilasta. Kerääjäkasvin muodostuminen rikkakasviksi huolestutti myös viljelijöitä. Oikea kasvi- ja esimerkiksi öljyretikkakasvuston niitto täyskukinnon päättyessä estävät kerääjäkasvien siemenien kehittymisen itämiskykyisiksi.

4. TALOUDELLISET VAIKUTUKSET

Kerääjäkasvien siemenkustannukset riippuvat käytettävästä kasvista ja siemenmäärästä. Siemenkustannus on 20–75 €/ha. Kylvökustannukseen vaikuttaa tilan konekalusto. Kaikkein edullisimmin kerääjäkasvi kylvetään pääkasvin kylvön tai rikkakasviäestyksen yhteydessä, milloin kerääjäkasvin kylvöstä ei aiheudu ylimääräisiä ajokertoja pellolla.

Esikasvivaikutus voi olla joko negatiivinen tai positiivinen, riippuen käytetäänkö heinä- vai palkokasveja. Aluskasviksi kylvetty rehevä apilakasvusto saattaa sisältää syksyllä typpeä jopa 100 kg/ha, mutta vaihtelu on suurta. Tavallisimmillaan typpilannoitusta voidaan vähentää noin 20 kg/ha ja suurimmillaan 60 kg/ha. Lisäksi pieniä säästöjä voi tulla helpommasta maanmuokkauksesta. Syysmuokkauksen sujuminen pienemmällä tehotarpeella vähentää polttoöljyn kulutusta.

Erityisesti heinäkasveja käytettäessä aluskasvi kilpailee satokasvin kanssa ravinteista ja vedestä ja voi vähentää satoa. Muokattaessa maahan heinäkasveja, joiden C/N-suhde on korkea, voi esikasvivaikutus olla negatiivinen, koska mikrobit tarvitsevat typpeä orgaanisen aineksen hajotukseen. Pitkällä aikavälillä maan rakenteen ja multavuuden paranemisen myötä voidaan satotasojen olettaa kasvavan tai vähintäänkin pysyvän samana. Lisäksi tiivistymien ehkäisy vaikuttaa pitkällä aikavälillä ravinteiden hyväksikäyttöön ja saavutettavien satojen suuruuteen.

Kuva 22. Aluskasvi säästää lannoituskuluissa. Niissä kohdissa, missä vilja ei kunnolla kasva, aluskasvi sitoo viljalta käyttämättä jääneet ravinteet siirtäen ravinteita seuraavien satokasvien käyttöön. Kuva: Janne Heikkinen.



5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Viljelijöiden kiinnostus aluskasvien viljelyä kohtaan kasvoi hankkeiden myötä. Moni viljelijä koki aluskasvien viljelyn varteenotettavaksi viljelymenetelmäksi omalla tilallaan. Kerääjäkasvit ovat vielä suurelle osalle viljelijöistä hyvin tuntemattomia ja toimenpiteen eteen tarvitaan lisää tiedonvälitystä. Viljavaltaiseen viljelykiertoon sopivat aluskasvit tuovat monipuolisuutta viljelykiertoon, vaikkeivät ne varsinaista viljelykiertoa pysty korvaamaan. Vaikka viljelijöiden on vaikea hahmottaa kerääjäkasvien esikasvarvoa, niin kerääjäkasvien vaikutus maan rakenteen paranemiseen on selvästi havaittavissa. Tiheä kerääjäkasvikasvusto estää tehokkaasti siemenrikköjen kasvua, millä on varsinkin luonnonmukaisessa tuotannossa hyvin suuri merkitys. Kuivina tai sateisina kasvukausina maan rakenteen tärkeys sadon muodostumiselle korostuu. Kasvien juurten täytyy päästä kasvamaan sinne missä ravinteita ja vettä on riittävästi. Märkinä kausina liikaveden täytyy päästä nopeasti suodattumaan maakerroksen läpi, jotta juuret eivät kärsi hapen puutteesta. Viljelijöiden mielestä maan rakenteen paraneminen oli selvästi suurin muutos kerääjäkasveja viljeltäessä.

Satokasvin jälkeen kylvettävä kerääjäkasvi jakoi viljelijöiden mielipiteitä toimivuudestaan, sillä kasvuston onnistumiseen vaikuttaa hyvin vahvasti kylvöajankohta ja kasvukauden loppupuolen sääolot. Joinakin vuosina kasvustot onnistuvat erittäin hyvin, mutta joinain vuosina kasvustot voivat jäädä hyvin mitättömän näköisiksi. Kasvukaudet eivät ole samanlaisia, joten yhdestä

epäonnistuneesta kerääjäkasvivuodesta ei kannata lanjistua, vaan kerääjäkasvien viljelyä kannattaa kokeilla useampana vuonna. Satokasvin jälkeen kylvettävä kerääjäkasvi täytyy kylvää viimeistään elokuun alussa, jotta loppukasvukausi on riittävän pitkä, pitää tiheän kerääjäkasvikasvuston kasvamiselle.

Koelohkoilta otettujen maa- ja kasvustonäytteiden perusteella aluskasvit vähentävät typen huuhtoutumisen riskiä sitomalla sadonkorjuun jälkeen huuhtoutumiselle alttiina olevan typen kasvustoon. Palkokasvien käyttö kerääjäkasvina ei ole suositeltavaa puhdaskasvustoina, sillä palkokasvien vaikutus vähentää maan liukoksen typen määrää on vähäinen. Palkokasvien joukossa kannattaa olla aina heinäkasveja mukana, jolloin saadaan myös parempi maan rakenteellinen vaikutus kerääjäkasvien viljelystä.

Ilmastonmuutoksen on ennustettu vähentävän kasvukauden alkupuolen sateita ja lisäävän kasvukauden loppupuolen sateita. Tämä voi tuoda aluskasvinviljelylle omat haasteensa, mutta myös kysyntää, sillä kerääjäkasvit ovat tehokkaita hillitsemään ravinteiden huuhtoutumista ja maa-aineksen eroosiota kasvukauden loppupuolella.

LIITE 1

TEHO Plus -hankkeen alus- ja kerääjäkasvikysely viljelijöille

Kysymykset:	
Tuotantotapa	
Tuotantosuunta	
Yleisimmät maalajit	
Viljelykierto	
Kuinka kauan olette viljelleet alus-/kerääjäkasveja?	
Minkä kasvin kanssa olette viljelleet alus-/kerääjäkasvia?	
Kuinka suurella alalla olette vuosittain viljelleet aluskasveja?	
Mitä alus-/kerääjäkasvia olette viljelleet?	
Alus-/kerääjäkasvin kylvöajankohta	
Alus-/kerääjäkasvin kylvötapa	
Alus-/kerääjäkasvin siemenmäärä	

Kysymykset:	
Arvioitu aluskasvin muokkauksen/lopettamisen ajankohta	
Lopetustapa	
Keskimääräiset sato- kasvin lannoitusmäärät N-P-K	
Kasvinsuojelutoimet lohkoilla missä alus- kasveja	
Arvioi alus-/kerääjäkasvin vaikutusta rikkakasvi- tilanteeseen	
Arvioi alus-/kerääjä- kasvien vaikutusta tautilanteeseen	
Arvioi alus-/kerääjä- kasvin vaikutusta kosteus- olosuhteisiin	
Arvioi alus-/kerääjäkasvin vaikutusta pääkasvin sadonkorjuun ajankohtaan	
Arvioi alus-/kerääjäkasvin vaikutusta pääkasvin satoon	
Arvioi alus-/kerääjäkasvin esikasvivaikutusta	
Arvioi alus-/kerääjä- kasvin vaikutusta maan rakenteeseen	
Muut havainnot/lisätiedot	

KUVAILULEHTI

Julkaisija:	TEHO Plus -hanke			
Julkaisuaika:	Huhtikuu 2014			
Tekijät:	Riitta Lemola, Elena Valkama, Terhi Suojala-Ahlfors, Hannu Känkänen, Eila Turtola, Janne Heikkinen ja Kari Koppelmäki			
Julkaisun nimi:	KERÄÄJÄKASVIT – hyötyä viljelijälle ja ympäristölle			
Julkaisusarjan nimi ja numero:	TEHO Plus -hankkeen julkaisuja 6/2014			
Tiivistelmä:	<p>Tässä julkaisussa käsitellään kerääjäkasvien toimivuutta typen huuhtoutumisen vähentäjänä ja soveltuvuutta käytännön viljelyyn. Ensimmäisessä osassa käsitellään kerääjäkasvien mahdollisuuksia vähentää typen huuhtoutumista tieteelliseltä tutkimuspohjalta ja toisessa osassa paneudutaan viljelijöiden tilakohtaisiin kerääjäkasvikokemuksiin. Tutkimusten ja tilakohtaisten kokeilujen pohjalta kerääjäkasvit estävät typen huuhtoutumista. Kerääjäkasveilla on myös suotuista vaikutus maan rakenteeseen ja se vähentää eroosiota ja rikkakasvien määrää kasvustoissa. Julkaisu on suunniteltu auttamaan viljelijöitä, jotka harkitsevat aloittavansa kerääjäkasvien viljelyä.</p> <p>Tämä opas on osa TEHO Plus -hankkeen tuottamaa materiaalia viljelijöiden ja neuvojen käyttöön, mikä täydentää hankkeen laatimaa Maatilan ympäristökäsikirjaa.</p>			
Asiasanat:	maatalous, aluskasvit, viljelykierto, nurmiviljely, raiheinät, eroosio, rikkakasvit			
Rahoittaja/toimeksiantaja:	TEHO Plus -hanke			
	ISBN 978-952-314-010-3 (painettu)	ISBN 978-952-314-011-0 (PDF)	ISSN 1798-1115 (painettu)	ISSN 1798-1123 (verkkojulkaisu)
	Sivuja 56	Kieli: suomi	Luottamuksellisuus: julkinen	
Julkaisun myynti/jakaja:	<p>Julkaisun myynti/jakaja: TEHO Plus -hanke/Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Ympäristö ja luonnonvarat -vastuualue puh. 0295 022 500</p> <p>Julkaisu on saatavana myös Internetistä: www.ymparisto.fi/tehoplus > Julkaisusarja / www.doria.fi</p>			
Julkaisun kustantaja:	TEHO Plus -hanke			
Painopaikka ja -aika:	Kopijyvä Oy, Jyväskylä 2014			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare:	TEHO Plus -projektet			
Publiceringsdatum:	April 2014			
Författare:	Riitta Lemola, Elena Valkama, Terhi Suojala-Ahlfors, Hannu Känkänen, Eila Turtola, Janne Heikkinen och Kari Koppelmäki			
Publikationens titel:	FÅNGGRÖDOR – nytta för odlaren och miljön			
Publikationsseriens namn och nummer:	TEHO Plus-projektets publikationer 6/2014			
Sammandrag:	<p>Den här publikationen går in på hur fånggrödorna minskar kväveurlakningen och hur de lämpar sig för odling i praktiken. I första delen behandlar vi fånggrödornas möjligheter att minska urlakningen av kväve på en vetenskaplig forskningsgrund och i andra delen går vi in på jordbrukarnas erfarenheter av fånggrödor gårdsvis. Forskningen och de gårdsvisa försöken visar att fånggrödorna hindrar kväveurlakningen. Fånggrödorna har också en gynnsam verkan på markstrukturen och den minskar erosionen och mängden ogräs i växtligheten. Publikationen är avsedd att vara till hjälp för de jordbrukare som planerar att börja odla fånggrödor.</p> <p>Denna guide ingår i det material som producerats inom TEHO Plus-projektet för jordbrukare och rådgivare. Den kompletterar Gårdens miljöhandbok, som också sammanställts inom projektet.</p>			
Nyckelord:	lantbruk, underväxter, växtföljd, vallodling, rajgräs, erosion, ogräs			
Finansiär/uppdragsgivare:	TEHO Plus -projektet			
	ISBN 978-952-314-010-3 (tryckt)	ISBN 978-952-314-011-0 (PDF)	ISSN 1798-1115 (tryckt)	ISSN 1798-1123 (webbpublikation)
	Sidantal 56	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 också på webben: www.ymparisto.fi/tehoplus > Julkaisusarja / www.doria.fi			
Förläggare:	TEHO Plus -projektet			
Tryckeri/tryckort och år:	Kopijyvä Oy, Jyväskylä 2014			

Kerääjäkasvit ovat todellisia tehopakkauksia niin ympäristön kuin viljelijän kukkaronkin kannalta. Kerääjäkasvioppaaseen on koottu MTT:n tutkijoiden tieteellinen tarkastelu kerääjäkasvien toimivuudesta typenhuuhtouman vähentäjänä ja monimuotoisuuden lisääjänä sekä TEHO Plus ja RaHa-hankkeiden tuloksia tilakohtaisista kerääjäkasvikokeiluista. Opas kertoo myös kokeilutoiminnassa mukana olleiden viljelijöiden mietteitä kerääjäkasvien viljelystä. Opas on tarkoitettu neuvojen ja viljelijöiden käyttöön innostamaan viljelijöitä kerääjäkasvien kokeiluun ja omaksumaan niiden käytön viljelykierron monipuolistamiseen. Opas täydentää TEHO Plus -hankkeen tekemää Maatilan ympäristökäsikirjan tietoja.

ISBN 978-952-314-010-3 (painettu)

ISBN 978-952-314-011-0 (PDF)

ISSN 1798-1115 (painettu)

ISSN 1798-1123 (verkkajulkaisu)