

Kerääjäkasvit - tutkimuksesta käytännön kokemuksiin

Hannu Känkänen, Marjo Keskitalo ja Kaisa Riiko



 **TEHO**



TEHO-HANKKEEN JULKAISUJA 4/2011

Tehoa maatalouden vesiensuojeluun

Taitto: Graafinen suunnittelutoimisto Seepia / Mia Grönberg

Painopaikka ja aika: Edita Prima Oy, Helsinki 2011

Kannen kuvat: TEHO-hankkeen arkisto

Ylhäällä vasemmalla: Italianraiheinä-valkoapila -seos ohran puinnin jälkeen syyskuussa, keskellä kaista ilman kerääjäkasvia

Ylhäällä oikealla: Lähikuva viereisen kuvan kasvustosta

Alhaalla vasemmalla: Syysrypsi vehnän aluskasvina

Alhaalla oikealla: Valkosinappi kesäperunan noston jälkeen kylvettyinä

MMT Hannu Känkänen toimii tutkijana MTT Kasvintuotannon tutkimuksessa.

MMT Marjo Keskitalo toimii tutkijana MTT Kasvintuotannon tutkimuksessa.

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

ISBN 978-952-257-247-9 (nid.)

ISSN 1798-1115 (pain.)

ISBN 978-952-257-248-6 (PDF)

ISSN 1798-1123 (verkkok.)



Tehoa maatalouden vesiensuojeluun (TEHO) -hankkeessa v. 2008 - 2010 kehitetään ja toteutetaan käytännön vesiensuojelutoimenpiteitä. Hanketta rahoittavat maa- ja metsätalousministeriö ja ympäristöministeriö. Hankkeen toteutuksesta vastaavat Varsinais-Suomen ELY-keskus sekä MTK-Varsinais-Suomi ja MTK-Satakunta.

Esipuhe

Viljelyjärjestelmien monipuolistaminen muuttaa kasvintuotantoa kestävämmäksi. Viljelyä voidaan monipuolistaa syys- ja kevätkylvöisten tai syvä- ja matalajuuristen kasvien vuorottelulla tai vaikkapa vaihtelemalla muokkaus- ja kylvömenetelmiä. Yhteistä erilaisille keinoille on vaihtelun tuominen yksipuoliseen viljanviljelyyn. Viljelyn monipuolistamisesta hyötyvät monet ympäristötekijät. Viljelijän kannalta on ensisijaisen tärkeää, että löydetään sellaisia keinoja, jotka tukevat tuotantoa ja ovat taloudellisesti mielekkäitä. Tavoitteena tulee olla ympäristön parantaminen menetelmillä, jotka samalla edistävät tuotannon kannattavuutta.

MTT:n MONISOPU-hankkeen ja TEHO-hankkeen yhtenevät tavoitteet viljelyn monipuolistamiseksi johtivat tämän raportin syntymiseen. Raportin kolmessa itsenäisessä osassa tuodaan esiin kolme näkökulmaa kerääjäkasvien käyttöön viljatililla.

Ensimmäisessä osassa kerrotaan huhtikuussa 2010 julkaistun, aluskasveja koskevan väitöstutkimuksen keskeisin sisältö. Alkuosa valottaa monimuotoisuutta lisäävien kasvien tarvetta, yleisiä hyötyjä ja käytettyjä termejä. Loppupuoli kertoo pitkäaikaisten aluskasvikokeiden tuloksista. Väitöskirjan tavoitteena on aluskasvimenetelmän mahdollisimman tehokas soveltaminen käytäntöön. Kattavan aluskasvitietämyksen tuominen esiin tässä raportissa on oiva esimerkki siitä, miten tieteellinen tutkimus voi palvella suomalaista elinkeinoelämää ja miten eri toimijoiden yhteistyöllä tietoa saadaan tehokkaammin siirrettyä.

Toisessa osassa esitellään tuloksia yhden uuden viljelytulokkaan, syysrypsin viljelyn kehittämisestä. Raportti käsittelee ideaa syysrypsin kylvöstä viljojen aluskasviksi, jolloin syysrypsi voisi kerätä viljojen korjuun jälkeen peltoon jääneet mahdolliset ylijäämäravinteet ja suotuisissa oloissa vielä talvehtia seuraavaksi vuodeksi satoa tuottamaan. Neljä varsinaista suomalaista maatilaa lähti kokeilemaan syysrypsin viljelyä ensimmäistä kertaa. Tietoa tuotettiin siten tutkimuksen ja käytännön yhteisvoimin, mikä ei ole ehkä Suomessa kovinkaan tavanomaista. Tämä osoittautui erittäin hedelmälliseksi ja palkitsevaksi.

Raportin kolmannessa osassa kerrotaan TEHO-hankkeessa saaduista kerääjäkasvien viljelykokemuksista. Kerääjäkasvien viljely on nykyisen ympäristötuen lisätoimenpiteenä, mutta varsin harvat tilat ovat tämän toimenpiteen valinneet. Siksi kerääjäkasvien viljelyn käytännön kokemuksia haluttiin kerätä ja välittää ne laajempaan tietoon.

Kokonaisuudessaan raportti lisää huomattavasti tietämystä viljelyä monipuolistavien erikoiskasvien käytön merkityksestä ja käytännön mahdollisuuksista. Toivomme sen koituvan niin ympäristön kuin viljelyn tuottavuuden eduksi.

MONISOPU-hanke

TEHO-hanke

Marjo Keskitalo
Hannu Känkänen

Kaisa Riiko



SISÄLLYS

OSA I	4 - 35
Aluskasvit pohjoisissa oloissa ja niiden vaikutus kevätiljan satoon ja maan nitraattitypen huuhtoutumisriskiin	
Hannu Känkänen	
OSA II	36 - 51
Syysrypsi viljojen aluskasvina – kokemuksia kasvukaudelta 2009	
Marjo Keskitalo	
OSA III	52 - 73
Kokemuksia kerääjäkasvien käytöstä	
Kaisa Riiko	
Yhteenveto	72 - 77
Kuvailulehti	78
Documentation page	79

OSA I

Aluskasvit pohjoisissa oloissa ja niiden vaikutus kevätiljan satoon ja maan nitraattitypen huuhtoutumisriskiin

Hannu Känkänen

SISÄLLYS

1.	Johdanto	5
1.1.	Yksipuolinen viljely kestävyden uhkana	5
1.2.	Typi: tuotannontekijä, kustannus ja riski	5
1.3.	Kerääjä- ja peitekasvit riskien vähentäjinä	7
1.4.	Aluskasvi on sovellus pohjolan oloihin	8
2.	Aluskasvikokeet ja niiden tulosten tarkastelu	11
2.1.	Lajien erot typen keräämisessä ja luovuttamisessa	12
2.2.	Kilpailu viljan ja aluskasvin välillä	15
2.3.	Vuosittain toistuva aluskasvien käyttö	17
2.4.	Viljelytekniset ratkaisut	20
3.	Mukautuva aluskasvimenetelmä	27
4.	Johtopäätökset	30
	Lähteet	32

1. Johdanto

1.1. Yksipuolinen viljely kestävyiden uhkana

Viljelykiertojen lyheneminen, yhden kasvin toistuva viljely ja viherlannoituksesta luopuminen oli yleistä eri puolilla maailmaa viime vuosisadalla. Tämän voimaperäiseen viljelyyn liittyvän kehityksen on todettu vaikuttaneen kielteisesti maan kasvukuntoon ja ympäristöön. Suomessa yksipuolisuuden lisääntymistä kuvaa kevätiljelijöiden osuuden kasvaminen ensimmäistä kertaa yli puoleen viljelyalasta vuonna 2008. Yksipuolisuus ilmenee alueellisesti eri tavoin. Viljanviljely painottuu voimakkaasti eteläiseen ja läntiseen Suomeen, ja useimmiten viljan korvaa kierrossa vain öljykasvi. Yksipuolisuuden haittoja ovat muun muassa eloperäisen aineksen väheneminen, maan rakenteen heikkeneminen sekä eroosion lisääntyminen. Tämän seurauksena tarvitaan enemmän ulkoisia panoksia hyvään satoon pääsemiseksi. Myös pinta- ja pohjavesien pilaantuminen lisääntyy. Viljelymaan elävyyttä on pystytty parantamaan karjanlannalla ja viherlannoituksella. Viljelyn monipuolistamisen on maailmalla havaittu tuovan pitkäaikaisia myönteisiä vaikutuksia.

Paljon orgaanista ainesta sisältävän karjanlannan käyttö on usein mahdotonta, eikä pellon valjastaminen viherlannoituskasvien viljelyyn houkuttele taloudellisesti. Tällöin monipuolinen viljelykasvivalikoima voi helpottaa tilannetta. Erilaiset sekaviljelyn muodot, kuten viljan ja herneen seokset, ovat yksi ratkaisu yksipuolisuuden ongelmaan. Monesti kahden kasvin sekaviljelyssä kuitenkin vain toinen kasvi tuottaa myytävää satoa. Toisen tehtävänä on tuoda muita hyötyjä, kuten vähentää tautien ja tuholaisten aiheuttamia tuhoja, parantaa maan rakennetta tai lisätä typpeä viljelykiertoon. Tällaisesta yhteistyöstä on pääosin kysymys myös tämän julkaisun kuvaamassa aluskasvien viljelyssä.

1.2. Typpi: tuotannontekijä, kustannus ja riski

Typpi on yksi maapallon ravinnontuotantoa eniten rajoittavista tekijöistä. Kemialliset typpilannoitteet ovat lisänneet 1950-luvulta lähtien viljasatoja enemmän kuin mikään muu yksittäinen tekijä. Suomalaisilla kivennäismailla kevätiljelijöiden jyväsato lisääntyy yleensä selvästi 100 kg/ha typpilannoitukseen asti. Sitä suuremmilla määrillä on merkitystä vehnän valkuaispitoisuuden lisääntymiselle (Esala 1991). Typpilannoituksen kokonaismäärä hehtaaria kohti on vähentynyt 1990-luvun alusta noin 40 kilolla pääosin vähentyneestä väkilannoitteiden käytöstä johtuen (Salo ym. 2007). Lannoituksen väheneminen johtuu sekä kannattavuuden heikkenemisestä että ympäristötuen ehdoista.

Tavanomaisilla viljatililla typpi annetaan pääasiassa epäorgaanisina lannoitteina (väkilannoitteina), mutta biologisen typensidonnan hyödyntämistä luomutilojen tapaan voidaan lisätä. Kiinnostus viherlannoitusta kohtaan on lisääntynyt lannoitteiden hintojen noustessa. Herneen tai härkäpavun lisääminen viljelykiertoon säästää typpilannoitusta niiden

viljelyvuonna ja tuo typpihyötyä seuraavalle kasville. Näiden typpilannoitusvaikutus tosin jää kauas lämpimämpien maiden soijaan tai Suomessa varta vasten kasvatettuun viherlannoituskasvustoon verrattuna. Suomessa biologisen typensidonnan hyödyntäminen on nykyisin vähäistä, sillä Salo ym. (2007) arvioivat sen olevan vuodessa vain 3 - 7 kg N/ha.

Yli 90 % maan tpeestä on sitoutuneena eloperäiseen ainekseen, eli se on orgaanisessa muodossa. Tämä muoto suojaa tpeä häviöiltä, mutta se ei ole myöskään suoraan kasvien käytettävissä. Orgaanisen tpen pitää mineraloitua ammonium- (NH_4^+) ja nitraattitypeksi (NO_3^-) eli mineraalitypeksi ennen kuin kasvi voi sitä ottaa. Pohjoismaisen tutkimuksen mukaan (Lindén ym. 1992) orgaanisen aineksen määrän kasvaminen yhdellä prosentilla muokkauskerroksessa (0 - 20 cm) lisää tpen vapautumista keskimäärin 5 kg/ha kevään ja viljan keltatuleentumisen välisenä aikana. Toisin sanoen peltomaan eloperäisen aineksen lisääminen lisää ajan mittaan myös kasvien tpen saantia maasta.

Ammoniumtyppi hapettuu nitrifikaatiossa nitraattitypeksi, joka huuhtoutuu helposti runsaiden sateiden tai sulamisvesien mukana. Vaikka lannoitetypen korvaaminen biologisin keinoin on toivottavaa, varoitetaan viherlannoituksen yhteydessä usein kasvaneesta tpen huuhtoutumisriskistä. Tpen vapautuminen viherlannoitusmassasta pitäisi saada ajoittumaan viljelykasvin tpen tarpeen mukaisesti.

Viljan puinnin jälkeen maassa oleva mineraalityppi on vaarassa huuhtoutua. Sadonkorjuun jälkeen maassa olevan tpen määrä vaihtelee suuresti viljelykäytäntöjen ja -olojen mukaan. Euroopassa määrät vaihtelevat alle 20 kilosta yli 200 kiloon hehtaaria kohti. Suomessa lukemat ovat asteikon alapäässä, vaikka korkeitakin määriä löytyy paikallisesti ja lannan levityksen jälkeen. Viljan viljelyssä tyypillisiä lukemia lienevät Sippolan ja Ylärannan (1985) metrin syvyydestä maakerroksesta keväällä mitaamat 22 - 27 kg/ha aitosavimaalla ja 45 - 78 kg/ha turvemaalla.

Viljelyjärjestelmän lisäksi maalaji, viljelykasvit ja sääolot vaikuttavat suuresti tpen mineralisaatioon maasta ja kasvintähteistä. Rankisen ym. (2007) mukaan 40 - 98 % vuosittaisesta tpen huuhtoutumisesta Lounais-Suomen pelloilta tapahtuu kasvukauden ulkopuolella, mutta huuhtoutuminen painottuu sadonkorjuun ja maan routaantumisen väliseen aikaan. Myös keväällä, lumen ja roudan sulamisen aikana, voi huuhtoutua huomattavia määriä nitraattityppeä.

Vaikka mineraalitypen määrä onkin Etelä-Suomen viljatilojen pelloissa yleensä pienehkö, voi huuhtoutuvan tpen merkitys ympäristön kannalta olla suuri, koska typpi rajoittaa levien kasvua suurimmassa osassa Itämeren (Granéli ym. 1990). Rekolainen ym. (1995) raportoivat viljelysmailta tulevan typpikuorman olevan 10 - 20 kg/ha vuodessa. Salo ja Turtola (2006) mittasivat kahdella huuhtoutumiskentällä tpen huuhtoutumiseksi keskimäärin 10 - 16 kg/ha vuodessa.

1.3. Kerääjä- ja peitekasvit riskien vähentäjinä

Yksipuolisen viljelyn haittoja ja eroosiota sekä ravinteiden huuhtoutumista voidaan vähentää kasvattamalla muita kuin myyntiin tarkoitettuja kasveja satokasvin korjuun ja seuraavan kylvön välisenä aikana. Erityistarkoituksiin kasvatettujen kasvien, kuten maanpeite-, kerääjä- ja viherlannoituskasvien (taulukko 1) merkitys on kasvanut maailmanlaajuisesti. Myös väkilannoitteiden kallistuminen ja vaihtoehtojen hakeminen kasvinsuojeluun ovat vaikuttaneet tähän kehitykseen.

Kasvimateriaalin lisääminen maahan vaikuttaa maan mikrobitoimintaan. Paljon tyypeä sisältävät palkokasvit lisäävät mikrobien moninaisuutta ja aktiivisuutta. Vähän tyypeä eli suhteessa paljon hiiltä sisältävä kasvimateriaali puolestaan parantaa maan laatua lisäämällä multavuutta. Onkin esitetty, että molempien tyyppistä kasvimateriaalia tulisi lisätä maahan samaan aikaan. Tämä tukee ajatusta aluskasvien käytöstä. Viljan puinnin jälkeen kasvava kasvi suojaa maata syksyn sateilta, ja sen juuret lisäävät merkittävästi maanalaisesta kasvimassaa.

Taulukko 1. Erilaisia nimityksiä, jotka liittyvät kasvien viljelyyn monimuotoisuuden lisäämiseksi, ravinteiden hallinnan tehostamiseksi, peltomaan suojaamiseksi, maan kasvukunnon parantamiseksi ja ympäristöhaittojen vähentämiseksi.

Peitekasvi	<ul style="list-style-type: none">- kasvaa pellon pintaa peittäen silloin, kun viljelykasvi ei sitä tee- voi kasvaa eri aikaan kuin tuotantokasvi tai samaan aikaan sen riviväleissä- vähentää eroosiota ja ravinteiden huuhtoutumista- voi parantaa maan rakennetta ja kasvukuntoa sekä estää rikkakasvien kasvua ja lisätä seuraavien kasvien typen saantia
Kerääjäkasvi	<ul style="list-style-type: none">- kerää maasta mineraalityppeä ja estää sen huuhtoutumista vesistöihin- väljemmän tulkinnan mukaisesti sen voidaan sanoa täyttävän peitekasvin tehtäviä
Typensitojakasvi	<ul style="list-style-type: none">- typensitoja- eli palkokasvi sitoo ilmakehän tyypeä kasvin massaansa biologisen typensidonnan avulla
Viherlannoituskasvi	<ul style="list-style-type: none">- yleensä palkokasveja tai palkokasvien ja muiden kasvien seoksia- kasvatetaan lähinnä typen tuottamiseksi viljelykasvien käyttöön
Aluskasvi	<ul style="list-style-type: none">- kasvaa yhdessä tuotantokasvin kanssa, mutta jatkaa kasvuaan tämän korjuun jälkeen
Sekaviljely	<ul style="list-style-type: none">- kahden tai useamman kasvilajin osittain tai kokonaan samanaikainen viljely samassa kasvupaikassa- päällekkäisviljely eli syysviljan kylväminen jo keväällä kevätiljan sekaan on yksi sekaviljelyn muoto- tavoitteena on resurssien käytön tehostaminen, vaikka eri kasvien sato jää yleensä vastaavaa puhdaskasvustoa pienemmäksi

Kerääjä- ja aluskasvit voidaan nähdä pohjoismaissa vähentyneiden tuotantonurmien korvaajina. Pellon tuottavuuden on todettu parantuneen pitkään kerääjäkasvina käytetyn raiheinän ansiosta verrattuna pelkkään viljan viljelyyn (Hansen ym. 2000), mutta myönteisen vaikutuksen nopeudesta on erilaisia arvioita.

Peite- ja kerääjäkasveja pidetään keinona lisätä viljanviljelyn ympäristöystävällisyyttä. Eurooppalaisessa selvityksessä todettiin, että tehokas kerääjäkasvi voi vähentää nitraattitypen huuhtoutumisen kymmeneen kiloon hehtaarilta verrattuna syysviljojen tai paljaan maan 30 - 50 kilon huuhtoutumiseen. Pohjois-Saksan hietamailla kerääjäkasvit on todettu tehokkaimmaksi keinoksi pienentää korkeita pohjaveden nitraattimääriä.

Kerääjäkasveja suositellaan usein nimenomaan tavanomaiseen viljanviljelyyn. Torstenonin ym. (2006) mielestä kemiallisen typpilannoitteen ja kerääjäkasvin käyttö yhdessä on tehokkain tapa kaikkien viljelyjärjestelmien joukossa hallita typpihävikkejä ja lisätä typenkäytön tehokkuutta. Kerääjäkasvien avulla voidaan tehostaa typen hallintaa yhä paremaksi tavanomaisessa viljanviljelyssä, jossa typen huuhtoutuminen Rankisen ym. (2007) mukaan on jo muutenkin pienintä kaikkien tuotantotapojen joukossa. Tavanomaisen viljanviljelyn suuret pinta-alat tekevät typen hallinnan tehostamisen merkitykselliseksi. Eri tutkimuksissa on tosin todettu kerääjäkasvit hyödyllisiksi muissakin viljelyjärjestelmissä.

Heinät ja ristikukkaiset kasvit keräävät typpeä maasta, mutta palkokasvit voivat ottaa typpeä ilmasta biologisen typensidonnan avulla. Palkokasvien on useissa pohjoismaisissa tutkimuksissa todettu ottavan typpeä myös maasta, jos sitä on saatavilla. Tällöin nekin voivat vähentää typen huuhtoutumista. Palkokasvit ovat silti lähinnä mahdollisuus lisätä viljelyn tuottavuutta, tosin niiden sisältämän typen saaminen tehokkaasti käyttöön on haaste. Monet tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet palkokasvien olevan hyviä typen tuottajia seuraavalle kasville ja siten väkilannoitteen korvaajia myös aluskasveina kasvettuaan.

1.4. Aluskasvi on sovellus pohjolan oloihin

Eurooppalaisen selvityksen mukaan kerääjäkasveja voidaan kasvattaa kaikkialla, jos ne kylvetään viimeistään elokuun alussa. Jos ne kylvetään myöhemmin, syksyn lämpösumma ei riitä tarvittavaan kasvuun pohjoisilla alueilla. Koska viljat puidaan meillä yleensä aikaisintaan elokuussa, ei korjuun jälkeinen kylvö ole järkevää. Pohjoismaissa kylvö aluskasviksi on todettu sopivaksi tavaksi perustaa kerääjäkasvi. Se mahdollistaa jäännöstyypen keruun maasta heti viljan puinnin jälkeen tai toisaalta suuremman typen määrän tuottamisen seuraavaa kasvia ajatellen. Aluskasvin aiheuttama kilpailu tyydestä voi kuitenkin vähentää pääkasvin ja jopa seuraavan kasvin typenottoa, mikä tekee hyötyjen ja haittojen arvioinnin monimutkaiseksi.

Aluskasveja ei viljellä pelkästään kylmän ilmaston alueilla, vaan niitä käytetään viljelyn monipuolistamiseen kaikkialla maailmassa. Ilmastonmuutos lisää edelleen kerääjäkasvien tarvetta Pohjois-Euroopassa, kun nykyistä runsaammat ja rankemmat sateet sekä lämpimämmät talvet lisäävät kasvinsuojeluaineiden ja ravinteiden huuhtoutumisen sekä

erosion riskiä (Peltonen-Sainio ym. 2009). Syksyjen lämpeneminen ei välttämättä lisää kerääjäkasvien kasvua viljan korjuun jälkeen, koska päivän pituus rajoittaa kasvua. Siksi aluskasveja voidaan tarvita puinnin jälkeen tehdyn kylvön sijaan tulevaisuudessakin.

Kun kaksi tai useampi kasvi kasvaa samalla paikalla, syntyy vääjäämättä kilpailua ravinteista, vedestä ja valosta. Aluskasvin kasvun tulisi olla vähäistä viljan puintiin asti, jotta kilpailu olisi mahdollisimman pientä. Kirjallisuuden perusteella aluskasvit voivat pienentää pääkasvin satoa paljon, vähän tai ei ollenkaan riippuen kasvilajeista, viljelytekniikoista ja oloista. Kun aluskasveilla tuotetaan viherlannoitusmassaa, on viljasta saatava sato kuitenkin aina etu verrattuna tilanteeseen, jossa pelto pyhitetään koko kesäksi pelkästään viherlannoituskasvuston käyttöön.



Kuva 1. Aluskasvin tulisi kilpailla mahdollisimman vähän pääkasvia vastaan. Valkoopila on viljaan nähden pientä juhannuksen aikaan. Kuva: Hannu Känkänen

Karlsson-Stresse ym. (1996) määrittivät ideaalisen aluskasvin ominaisuuksia. Aluskasvin tulee sietää pääkasvin aiheuttamaa kilpailua, mutta se ei saa kasvaa voimakkaasti ennen pääkasvin korjuuta. Puinnin jälkeen sen pitää kasvaa voimakkaasti, sen pitää sietää hyvin pakkasta ja talvea sekä sillä pitää olla hyvin kehittyvä juuristo. Lisäksi hyvästä aluskasvista ei saa tulla helposti rikkakasvia, eikä se saa auttaa pääkasveja haittaavien tuholaisten ja tautien lisääntymistä. Tauti- ja rikkakasviongelmiin välttäminen on ollut syynä siihen, että ristikukkaisia kasveja ei ole suomalaisissa aluskasvikokeissa käytetty kuten muualla pohjoismaissa. Sen sijaan esimerkiksi syysrypsin kylvö aluskasvin tapaan, tavoitteena myös sadon tuottaminen seuraavana kesänä, on mielenkiintoinen vaihtoehto.



Kuva 2. Puinnin jälkeen aluskasvi hyötyy saamastaan kasvutilasta. Onnistunut valkoapila on syyskuussa tiheää ja peittävää. Kuva: Hannu Känkänen

2. Aluskasvikokeet ja niiden tulosten tarkastelu

Aluskasveja pidetään keinona vähentää yksipuolisen viljanviljelyn haittoja, minkä vuoksi ne ovat toimenpidevaihtoehtona ympäristötuen. Väärin käytettynä aluskasvit voivat kuitenkin haitata liikaa viljan kasvua tai niillä voi olla jopa negatiivinen vaikutus ympäristöön. Vielä helpommin aluskasvien käyttö jää tehottomaksi. Menetelmää on aina toteutettava tarpeiden mukaisesti. Tavoitteena tulee olla mukautuva aluskasvien käyttö, joka ottaa huomioon kasvuolot, kasvustobiomassan määrän ja laadun sekä odotettavissa olevan tyypin vapautumisen kasvimassasta.

Neljällä MTT:n koepaikalla (Jokioinen, Laukaa, Pälkäne ja Vihti) tehtiin 1990-luvulla useita aluskasvikokeita. Kokeiden sisältö vaihteli koepaikoittain. Kaikkiaan 17 kasvilajia kylvettiin kevätiljojen aluskasveiksi, ja näistä kahdeksan lajia valittiin tarkemman tutkimisen kohteeksi (taulukko 2). Lajien lisäksi selvitettiin kylvötekniikkaa, typpilannoitusta ja siemenmääriä. Tuloksista viljan jyväsato, aluskasvin kuiva-aine- ja typpisato sekä maan nitraattityypen määrä olivat erityisesti kiinnostuksen kohteena.

Taulukko 2. Tarkimmin tutkitut aluskasvilajit ja niiden koevuodet. Lajin kohdalle on merkitty x, jos se osallistui kylvötiheyttä, vuosittain toistettua aluskasvin kylvöä tai kylvötekniikkaa selvittäviin kokeisiin. Vuosittain toistetun kylvön kokeessa tutkittiin myös typpilannoitusta (0, 30, 60 ja 90 kg N/ha).

Aluskasvi	Koevuodet	Tutkitut viljelymenetelmät		
		Kylvötiheys	Vuosittain, typpitasot	Kylvötekniikka
Valkoapila	1991 - 1999	x	x	
Puna-apila	1991 - 1999	x	x	(x) ^{c)}
Nurmimailanen	1995 - 1999	x		
Timotei	1995 - 1999	x		
Westerwoldinraiheinä	1991 - 1999	x	x	
Italianraiheinä	1997 - 1999	x		
Syysvehnä	1995 - 1999	x		
Nurminata	1991 - 1997	(x) ^{a)}	(x) ^{b)}	(x) ^{c)}

^{a)} Vain kylvötiheyskokeiden alkuvuosina, ^{b)} Seoksena puna-apilan kanssa, ^{c)} Puna-apilan ja nurminadan seos

2.1. Lajien erot typen keräämisessä ja luovuttamisessa

Kasvuston biomassa ja typpisato

Kasvilajien kyky tuottaa biomassaa ja reagointi kasvuoloihin vaihteli suuresti. Italianraiheinä tuotti loppusyksyyn mennessä suurimman maanpäällisen kuiva-ainesadon, keskimäärin 1400 kg/ha kokeiden keskimmaisella siemenmäärällä (taulukko 5 sivulla 22), kun muiden heinien sato oli 400 - 600 kg/ha. Kasvilajien kasvutavoissa oli suuria eroja (taulukko 3). Monivuotisista heinistä timotei oli kasvussaan luotettavin. Sen maanpäällinen kuiva-ainesato syksyllä, keskimäärin 400 kg/ha, jäi kuitenkin paljon pienemmäksi kuin yksivuotisilla heinäkasveilla.

Taulukko 3. Kasvilajien vertailua viljan aluskasveina. Lajien välinen vertailu on tehty kokeissa mitattujen arvojen perusteella käyttäen tukena havaintoja ja pohjoismaisia tutkimustuloksia. P = paras tai suurin, S = suuri, K = keskiverto, V = vähäinen tai satunnainen, E = ei ole ominaisuutta, O = päinvastainen ominaisuus, – = ei tutkittu tai todettu.

Aluskasvi	Kyky ottaa typpeä maasta	Biol. typensidonta	Kasvurytmi painottuu syksyyn	Varsiston ja juurten massa myöhään syksyllä	Kasvu seuraavana keväänä	Typen vapautumisen nopeus
Valkoapila	V	P	P	K/S1)	K	S
Puna-apila	V	S	P	K	K	S/K
Nurmimailanen	V	S/P1)	P	K/S1)	E	S/P1)
Timotei	S	E	S	K	S	V
Westerwoldinraiheinä	S	E	V	K	E	K2)
Italianraiheinä	P	E	K	P	V	V2)
Syysvehnä	S	E	O	S	V	K2)
Nurminata	K	E	K	V	K	-

1) suurella siemenmäärällä, 2) voi vaihdella paljon oloista riippuen

Italianraiheinän juurisato (1450 kg/ha) oli selvästi suurempi kuin timotein (980 kg/ha) ja westerwoldinraiheinän (680 kg/ha). Juurten merkitys on suuri pyrittäessä parantamaan maan kasvukuntoa tai kerättäessä typpeä maasta. Tulos korostaa italianraiheinän kapasiteettia, vaikka sen kasvurytmi ei aivan ideaalinen olekaan. Pietola ja Alakukku (2005) kuitenkin totesivat italianraiheinän juurten kasvavan voimakkaasti kasvukauden lopulla ja päättelivät sen siksi olevan hyvä kerääjäkasvi viljan puinnin jälkeen. Monivuotisten heinien tapaan timotein juurten määrä on suuri suhteessa versojen määrään, mikä yhdessä syksyyn painottuvan kasvun kanssa lisää sen arvoa aluskasvina. Suhteellisen matalasta näytesyvyydestä (25 cm) huolimatta juuritulokset antoivat mitä ilmeisimmin oikean kuvan lajien välisistä eroista (taulukko 4), koska suurin osa kasvien juurista on tässä syvyydessä.

Apiloiden juurten kuiva-ainesato oli maanpäällistä satoa suurempi. Kasvupaikalla oli kui-

tenkin suuri merkitys. Erityisesti valkoapilan juurisato oli suuri Pälkäneen hietamaalla Laukaan hiesuun verrattuna. Myös juurten määrän suhde varsiston määrään oli paljon korkeampi Pälkäneellä.

Taulukko 4: Eroja aluskasvien välillä viljan jyväsatoon ja maan nitraattitypen huuhtoutumiseen liittyen. Vertailut on tehty kokeissa tehtyjen mittausten perusteella, minkä lisäksi viimeisessä sarakkeessa on käytetty myös ulkomaisten tutkimusten tietoja. P = paras tai suurin, S = suuri, K = keskiverto, V = vähäinen, H = huonoin, E = ei vaikutusta, O = päinvastainen ominaisuus, – = ei tutkittu tai todettu.

Aluskasvi	Viljan jyväsato yksittäisenä aluskasvivuonna	Viljan jyväsato toistuvassa aluskasvin käytössä	Juurten kuiva-ainesato myöhään syksyllä	Maan NO ₃ -typen vähentäminen syksyllä	Maan NO ₃ -typen vähentäminen keväällä (verrattuna ed. syksyyn)	Typen huuhtout. riskin lisääntymisen toistuvassa käytössä
Valkoapila	S	P	K	E	O	K
Puna-apila	S	P	K	V	E/O	V
Nurmimailanen	S	-	V	K	O	-
Timotei	S	-	S	K/S ²⁾	P	-
Westerwoldinraiheinä	K	K	K	K/S ²⁾	E	E
Italianraiheinä	K	-	P	P	E	- ³⁾
Syysvehnä	H	-	S	V	O	-
Nurminata	S	S1)	-	-	-	E1)

¹⁾ päätelmä kokeista, joissa kasvanut seoksessa puna-apilan kanssa, ²⁾ suurella siemenmäärällä, ³⁾ kasvava riski ulkomaisten tutkimusten mukaan

Nurmimailasen maanpäällisen biomassan typpipitoisuus (N-%) loppusyksyllä (2,8 - 2,9), oli pienempi kuin apiloiden (3,6 - 3,8). Heinäkasveista westerwoldinraiheinän (1,2 - 1,4) ja italianraiheinän (1,3 - 1,8) N-% oli pienempi kuin timotein (2,1 - 2,4). Etenkin voimakasvuiset raiheinät todennäköisesti kärsivät typen puutteesta kasvun lopulla. Lajien väliset erot juurten typpipitoisuuden osalta olivat samansuuntaisia kuin versoissa, mutta typpipitoisuudet olivat alemmalla tasolla.

Puna-apilan versojen ja juurten sisältämä typpisato loppusyksyllä oli keskimäärin 30 kg/ha. Kilpailu rajoittaa voimakkaasti aluskasvin kasvua, sillä puhdaskasvustoina yhden kesän puna-apilan typpisato on ollut lähellä sataa kiloa ja toisinaan jopa yli 200 kg/ha (Känkänen ym. 1998). Suomen etelärannikolta on kuitenkin raportoitu paljon korkeampia apiloiden typpisatoja aluskasveina (Kauppila ja Kilttilä 1992, Kauppila ja Lindqvist 1992). Valkoapilan typpisato oli yleensä puna-apilaa suurempi, ja rankattiin siksi korkeammalle biologisen typensidonnan osalta (taulukko 3). Nurmimailasen maanpäällisen massan keskimääräinen typpisato oli suurinta kylvötiheyttä käytettäessä melko korkea (33 kg/ha). Vain keskimäisestä kylvötiheydestä mitattu juurten typpisato jäi nurmimailasella (9 kg/ha) kuitenkin pienemmäksi kuin apiloilla (15 kg/ha).

Italianraiheinän typpisato (40 kg/ha) oli noin kaksinkertainen timoteihin ja westerwoldinraiheinään verrattuna. Italianraiheinän ja timotein välinen ero johtui pääasiassa maan ylä-

puolisesta sadosta. Kasvilajien kyky kerätä typpeä voidaan laittaa paremmuusjärjestykseen (taulukko 3), mutta heinien typpisato riippuu saatavilla olevan typen määrästä.

Maan nitraattityppi loppusyksyllä ja keväällä

Aluskasvien vaikutuksia maan mineraalityyppeen tutkittiin ottamalla maanäytteitä puinnin aikaan, myöhään syksyllä, aikaisin keväällä ennen roudan sulamista ja seuraavan kasvukauden alussa. Näytteet otettiin 0 - 30, 30 - 60 ja 60 - 90 cm syvyydestä. Keskimääräinen maan nitraattitypen ($\text{NO}_3\text{-N}$) määrä myöhään syksyllä oli kokeissa vähemmän kuin 20 kg/ha koko 0 - 90 cm maakerroksessa. Se on vähän moneen ulkomaiseen tutkimukseen verrattuna, joskaan ei harvinainen määrä pohjoismaissa. Suuri vaihtelu vuosien ja koepaikkojen välillä kuitenkin osoitti, että typen huuhtoutumisen riski voi ajoittain olla suuri.

Aluskasvilajin huomattava merkitys typen keräämiseen syksyn aikana oli ilmeinen (taulukko 4). Italianraiheinä keräsi kaksi kolmasosaa maan nitraattitypestä, ja se onkin vähentänyt typen huuhtoutumista useissa ulkomaisissa tutkimuksissa. Westerwoldinraiheinä vähensi maan nitraattityppeä puolta vähemmän kuin italianraiheinä, mikä johtui aikaisesta kasvun päättymisestä. Timotei vähensi nitraattityppeä saman verran kuin westerwoldinraiheinä 0 - 30 cm syvyydessä, mutta sen vaikutus ei ulottunut syvemmälle maahan vielä syksyllä. Syysvehnän heikko kyky vähentää aluskasvina loppusyksyn nitraattityppeä oli pettymys, erityisesti suureen biomassan typpisatoon nähden.

Timoteilla on monivuotisena heinäenä hyvät edellytykset jatkaa typen keruuta seuraavana keväänä (taulukko 4). Pietolan ym. (2009) mukaan timotein juuristo kehittyy keväällä voimakkaammin kuin puna-apilan ja syysvehnän juuristo, mikä meidän kokeissamme näkyi hyvänä typen keruuna talven jälkeen.

Palkokasvit eivät lisänneet myöhäissyksyn nitraattityppeä maassa edes silloin, kun niiden typpisato oli suuri. Joskus havaittiin jopa pientä nitraattitypen vähenemistä, mikä vastaa monien tutkimusten tuloksia. On kuitenkin syytä muistaa, että aluskasveina kasvaneiden palkokasvien on toisinaan havaittu myös lisäävän nitraattitypen määrää syksyn edetessä, kuten tapahtui jonkin verran monivuotisessa kokeessa Laukaalla.

Seuraavan kevään mineraalitypen määrä lisääntyi kylvettäessä valkoapilaa ja nurmimailasta suurimmalla siemenmäärällä, ja toisinaan käytettäessä apiloita toistuvasti aluskasveina. Muissakin lähellä meidän leveysasteitamme tehdyissä tutkimuksissa mineraalitypen on keväällä todettu lisääntyneen palkokasvien jälkeen, vaikka syksyllä lisääntymistä ei olisikaan ollut. Nitraattitypen lisääntymistä keväällä on havaittu vaihtelevasti, ja poikkeustapauksissa jopa sen vähenemistä aluskasveina kasvaneiden apiloiden jälkeen. Näyttääkin siltä, että typen lisääntyvän huuhtoutumisen riski on aluskasviapiloiden yhteydessä melko pieni ja että typpi vapautuu niistä sopivasti seuraavan kasvin käyttöön.

Valkoapilan taipumus lisätä maan mineraalityppeä hieman nopeammin kuin puna-apila ei selity kasvimassan typpipitoisuudella, koska N-% oli kokeissa näillä lajeilla sama. Muissa tutkimuksissa eroa on selitetty puna-apilan nopeammalla hiilen vapautumisella tai eroilla

kasvimassan ligniinin ja selluloosan määrissä. Kokeissa havaittu puna-apilan suurempi juurten määrä maanpäälliseen kasvimassaan nähden voi olla yksi syy, koska typen vapautumisen on todettu olevan sekä vähäisempää että hitaampaa juurista kuin kasvin muista osista. Valkoapilan mahdollinen nopeampi typen vapauttaminen sekoittui kuitenkin moniin muihin tekijöihin, kuten puna-apilaa suurempaan kasvuston typpisatoon.

Monilla muillakin tekijöillä kuin kasvimassan laadulla on merkitystä sille, miten kasvilajit vaikuttavat maan tyypeen (taulukko 3). Esimerkiksi nurmimailasen kuoleminen syksyllä oli ehkä syynä kevään suurempaan nitraattitypen määrään syvällä maassa verrattuna monivuotisiin apiloihin. Nurmimailasen on todettu myös vapauttavan tyypeä apiloita nopeammin (Kirchmann ja Marstorp 1991).

2.2. Kilpailu viljan ja aluskasvin välillä

Kauran, ohran ja kevätvehnän on eri kokeissa todettu kilpailevan voimakkaasti sekakasvustojen muita kasveja vastaan. Niinpä kevätiljoilla on edellytykset kasvaa hyvin aluskasvista huolimatta. Kasvilajin sato on kuitenkin lähes aina pienempi sekakasvustossa kuin yksin kasvaessaan. Ohlander ym. (1996) arvioivat, että aluskasvien voi olettaa vähentävän jyväsatoa silloin, kun satotaso on muutenkin alhainen. Hyvin usein aluskasvin ja viljan sekakasvustossa kuitenkin nimenomaan aluskasvin sato pienenee huomattavasti puhdaskasvustoon verrattuna, kun voimakas pääkasvi kasvaa lähes häiriöttä. Samasta syystä palkokasvien tuottama typen määrä viljelykiertoon jää aluskasvina puhdaskasvustoa pienemmäksi.

Kasvu ennen ja jälkeen viljan puinnin

Aluskasviyksilöiden lukumäärä väheni Vihdin kokeessa viljan versomisvaiheen ja tähkälletulon välissä yhtenä vuonna melkein puolella ja kahtena vuonna kolmasosalla. Siten kasvun alku ei välttämättä vielä osoita aluskasvin aiheuttamaa kilpailun voimakkuutta. Myös muualla on havaittu seoksen heikomman kasvilajin vähenemistä kilpailun vuoksi etenkin epäedullisissa kasvuoloissa.

Palkokasvien kuiva-ainesato ei noussut suureksi viljan puintiin mennessä. Korkein maanpäällinen sato, 180 kg/ha, saatiin nurmimailasesta suurimmalla siemenmäärällä. Apilat kasvattivat pääosan biomassastaan puinnin jälkeen. Myös timotei kasvatti pääosan massastaan puinnin jälkeen ja italianraiheinäkin puolet, mutta westerwoldinraiheinä kasvoi heikommin ja syysvehnä hyvin vähän ohran puinnin jälkeen.

Ohran puinnin aikaan italianraiheinän ja syysvehnän kuiva-ainesato oli suurin (900 kg/ha suurimmalla siemenmäärällä). Westerwoldinraiheinän kuiva-ainesato oli selvästi pienempi ja timotein heinälajeista pienin (200 kg/ha).

MTT:n kokeissa apilat kasvoivat aluskasveina optimaalisesti, mutta yleisesti palkokasvien kasvurytmeissä on havaittu merkittäviäkin eroja. Jos pääkasvin kasvuaika on hyvin pitkä, voi puna-apilan suurempi pituuskasvu tehdä siitä valkoapilaa kovemman kilpailijan. Kevätviljojen kasvuaika näyttäisi olevan riittävän lyhyt kevätkylvöisen puna-apilan käyttöön aluskasvina, koska sen pituuskasvu ei kokeissa kertaakaan aiheuttanut ongelmia.

Alussa voimakkaasti kasvava aluskasvi voi toisaalta kilpailla voimakkaammin kuin hitaasti kasvuun lähtevä, vaikka viljan puintiin mennessä kertynyt biomassa olisikin sama. Viljat ovat erityisen herkkiä kilpailulle versomisen aikaan (Bergkvist 2003), mikä on yksi syy siihen, että aluskasvien tulisi keskittää kasvunsa kasvukauden lopulle. Tässä suhteessa kokeiden palkokasvit olivat parhaita ja monivuotiset heinät parempia kuin yksivuotiset (taulukko 3).

Viljan olki- ja jyväsato

Syysvehnä pienensi kevätiljan olkisatoa jopa tuhannella kilolla hehtaarilta. Se on siis kova kilpailija, vaikka kasvaakin keväällä hitaammin kuin kevätiljat (Huusela-Veistola ja Känkänen 2000). Muita aluskasveja nopeampi alkukasvu aiheutti kuitenkin niin kovan kilpailun, että ohran olkisato pieneni kaksinkertaisesti italianraiheinän aiheuttamaan verrattuna, vaikka kyseisten aluskasvien kuiva-ainesato puintiaikaan oli yhtä suuri. Vastaavasti westerwoldinraiheinä alensi ohran olkisatoa yhtä paljon kuin italianraiheinä, vaikka sen biomassa puintiaikaan oli pienempi, mikä myös todennäköisesti johtui sen nopeammasta alkukasvusta italianraiheinään verrattuna. Timotei ja palkokasvit eivät oleellisesti muuttaneet ohran olkisadon määrää.

Italianraiheinä pienensi ohran jyväsatoa lähes 500 kg/ha keskimmaisella siemenmäärällä ja 1000 kg/ha suurimmalla siemenmäärällä (taulukko 5), mikä vastaa useiden ulkomaisten tutkimusten tuloksia kyseisestä kasvilajista. Syysvehnän kovempi kilpailu aiheutti vieläkin suuremman sadon alennuksen. Westerwoldinraiheinän jyväsatoa alentava vaikutus kasvoi 170:stä 480 kiloon hehtaarilla siemenmäärän kasvaessa. Jyväsato aleni suhteellisen vähän olkisatoon nähden, mikä ilmeisesti johtui westerwoldinraiheinän kasvun aikaisesta tyrehtymisestä, usein jopa tuleentumisesta vain hieman ohraa myöhemmin. Timotein aiheuttama kilpailu oli niin vähäistä, että se ei alentanut ohran jyväsatoa kahdella alemmalla siemenmäärällä. Suurinkin siemenmäärä johti vain samansuuruiseen 200 kg/ha jyväsadon pienenemiseen kuin raiheinien pienin siemenmäärä. Monivuotiset heinälajit eivät aluskasveina näyttäisi siis estävän suuria satoja, kuten eivät myöskään ne palkokasvit, joiden kasvu kylvökesänä ei ole kovin voimakasta (taulukko 4).

Pelkästään aluskasvivuoden perusteella tutkittaessa palkokasveilla oli taipumusta pienentää jyväsatoa keskimäärin 230 kg/ha. Valkoapilan siemenmäärän lisääminen pienimmästä suurimpaan lisäsi jyväsadon alenemista 200 kg/ha, mutta muiden palkokasvien kohdalla ei vastaavaa havaittu. Muuten apiloiden kilpailuvaikutukset olivat keskenään samanlaiset, vaikka muualla erojakin on löydetty. Suurin syy toisistaan poikkeaviin satovaikutuksiin tutkimusten välillä on ero aluskasvin biomassan määrässä.

Ulkomaisten tutkimusten mukaan sekakasvuston toinen kasvi voi saada käyttöönsä palko-

kasvin juurista mineraloituvaa typpeä. Tämä mahdollinen myönteinen typpivaste pääkasviin ei kuitenkaan näkynyt esimerkiksi jyvien typpipitoisuudessa. Usein juurista kasvukauden aikana vapautuvan typen määrä on sen verran pieni, että sen merkitys peittyy muihin tekijöihin, kuten aluskasvin kilpailuvaikutukseen.

Heinien vaste jyvän tyypeen oli kytköksissä jyväsatovaikutuksiin. Vaste korostui suurilla siemenmäärillä. Syysvehnä aluskasvina pienensi jyvien valkuaispitoisuutta kaikissa kylvötiheyksissä, mutta eniten suurimmalla siemenmäärällä. Italianraiheinä alensi jyvien valkuaispitoisuutta pääasiassa suurimmalla siemenmäärällä. Koska näissä tapauksissa aluskasvien kuiva-ainesato oli suuri jo viljan kasvaessa, oli kilpailu lannoitteen ja maan tyypestä ehkä suurempaa kuin muista kasvutekijöistä, mikä vähensi käytettävissä olevan typen määrää jyvän täyttymisen aikaan. Ohran jyvien typpisato pieneni jopa enemmän kuin oli sen aluskasvina kasvaneen tiheän syysvehnän typpisato puinnin aikaan. Se osoittaa syysvehnän haitanneen aluskasvina huomattavasti pääkasvin kasvua koko kasvun ajan.

2.3. Vuosittain toistuva aluskasvien käyttö

Jotta aluskasveista saataisiin suurin mahdollinen hyöty, tulisi niiden sopia säännölliseen käyttöön. Jatkuva viljan viljelyssä jopa vuosittaista aluskasvien kylvöä voidaan harkita. Jo yksittäisen aluskasvin vaikutusten toteaminen on vaikeaa, sillä kasvuvuoden kilpailuvasteen lisäksi aluskasvi voi lisätä tai vähentää seuraavan kasvin typen saantia. Vuosittain toistuvassa käytössä aluskasvin merkityksen määrittäminen käy entistäkin vaikeammaksi, kun kilpailu- ja jälkivaikutukset sekoittuvat. Optimitalanteessa kilpailu pääkasvia kohtaan on pientä ja edellisen aluskasvin keräämä typpi alkaa vapautua viljan käyttöön jo sadonmuodostuksen kannalta tärkeissä kasvun alkuvaiheissa.

Vaihtelevat olot vuosien ja paikkojen välillä

Eurooppalaisen selvityksen mukaan syksyllä tarvitaan vähintään 500 asteen lämpösumma ($> 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$) kerääjäkasvin riittävään kasvamiseen, jos se kylvetään pääkasvin jälkeen. Seitsemän vuoden kokeiden aikana tämä lämpösumma saavutettiin viljan puinnin jälkeen Laukaalla vain kahdesti, eikä Pälkäneellä kertaakaan. Vihdissä näin tapahtui kerran neljän vuoden aikana. Aluskasviksi kylväminen on selvästikin perusteltu menetelmä Suomessa kerääjä- tai peitekasvin perustamiseen.

Vaihtelevat sääolot ja toisistaan poikkeavat syksyisen kasvuajan pituudet aiheuttivat kuitenkin myös aluskasvien sadoissa suuria vuosittaisia ja kasvupaikkojen välisiä eroja, kuten monissa ulkomaisissakin tutkimuksissa. Pitkäaikaisten kokeiden maanpäälliset kuiva-ainesadot olivat 100 - 3600 kg/ha ja juurten sekä varsien yhteinen typpisato 2 - 160 kg N/ha. Pienimmät sadot liittyivät alkukesän tai alkusyksyn kuivuuteen tai alhaisiin lämpötiloihin puinnin ja syyskynnön välillä. Pitkältä ajalta saadut tulokset osoittivat, että tietyn aluskasvin ei voi aina olettaa vaikuttavan tietyllä tavalla.



Kuva 3. Aluskasvien kasvun suureen vuosittaiseen vaihteluun on syytä varautua. Kuvassa on hyvin kasvavaa valko-apilaa syyskuussa koeruudun päästä kuvattuna. Kuva: Hannu Känkänen

Apiloiden typpipitoisuus myöhään syksyllä (3,6 - 3,8 %) oli korkeampi kuin puinnin aikaan (2,5 - 2,9 %). Wivstad (1997) päinvastoin totesi puna-apilan typpipitoisuuden alentuneen iän myötä, kun apila sai kasvaa vapaasti. Todennäköinen syy eroavuuteen on, että puinnissa puna-apilan yläosa katkeaa, minkä jälkeen lehtien kasvu on voimakasta ja niiden osuus massasta kasvaa. Lehtien typpipitoisuus puolestaan oli Wivstadin (1997) mukaan kaksinkertainen varsien typpipitoisuuteen verrattuna. Samoista aluskasveista on muutenkin julkaistu erilaisia typpipitoisuuksia, joihin tärkein syy useimmiten lienee toisistaan poikkeavat kasvuasteet.

Westerwoldinraiheinän typpisato (lannoitus 90 kg N/ha) oli Pälkäneellä keskimäärin 53 kg/ha, mutta Laukaalla vain 14 kg/ha. Myös monet ulkomaiset tutkimukset ovat kertoneet suurista satoeroista kasvupaikkojen välillä. Lisäksi typen vapautuminen talvikauden aikana on sääoloista riippuen huomattavan erilaista eri vuosina. Vaikka kylmän talven oletetaan vähentävän typen hävikkejä, irrottaa etenkin toistuva jäätyminen ja sulaminen typpeä kasvukudoksesta. Niinpä talvien erilaisuus johtaa myös erilaisiin maan typpimääriin keväisin.

Kasvilajin vaikutus jyväsatoon

Apiloiden myönteinen vaste viljaan näkyi, vaikka aluskasvi kylvettiin vuosittain. Jyväsadon lisäys oli keskimäärin 280 kg/ha. Puna- ja valkoapilan välille ei syntynyt eroa (taulukko 4), vaikka jälkimmäisen maanpäällinen typpisato olikin suurempi. Jälkivaikutuksen voi olettaa olevan isompi, jos yhtä aluskasvivuotta seuraa puhdas viljakasvusto.

Westerwoldinraiheinän toistuva viljely ei lisännyt typen saatavuutta kokeiden edetessä, vaikka muualla on raiheinien kohdalla todettu ajan mittaan niin tapahtuvan. Westerwoldinraiheinä pienensi jyväsatoa keskimäärin 230 kg/ha, mikä on lähellä pelkän yhden aluskasvivuoden kilpailuvaikutusta. Melko pienet typpisadot estivät typen saatavuuden lisääntymisen, kun aluskasveja käytettiin lyhyehkö aika eli kuusi vuotta. On mahdollista, että Suomenkin oloissa typen saatavuus voi ajan mittaan lisääntyä, etenkin jos aluskasvina toistuvasti kasvavan heinän typpipitoisuus nousisi korkeammaksi.

Kuusi aluskasvivuotta eivät lisänneet maan sadontuottokykyä kahtena seuraavan vuonna saatujen jyväsatujen perusteella. Kokeissa ei kuitenkaan mitattu suoraan maan kasvukuntoon liittyviä ominaisuuksia, kuten maamurujen kestävyyttä, jonka on muualla todettu parantuneen aluskasvien ansiosta. Suuria muutoksia kuudessa vuodessa ei tosin odotettuakaan, sillä usein biologiset muutokset vievät paljon aikaa. Aluskasvien pitkäaikaiset vaikutukset voivat riippua myös lähtötilanteesta.

Myöskään apiloiden lyhytaikainen vaikutus ei ollut yllättävää, koska typpisato oli keskimäärin kohtuullinen ja viimeisenä vuonna pieni. Hajoamattomien kasvintähteiden vaikutus maassa pienenee nopeasti ensimmäisen vuoden jälkeen, joten jälkivaikutuksen puuttuminen toisena vuonna apiloiden jälkeen oli ymmärrettävää. Pitkäaikaista vaikutusta ei ilmennyt edes puna-apilan jälkeen, vaikka sitä suositellaan valkoapilan sijaan, jos pyritään typen vapautumiseen seuraaville kasveille pidemmän ajan kuluessa (Müller ja Sundman 1988).

Maan mineraalityppi pitkään aluskasveja käytettäessä

Apiloiden merkitys maan nitraattitypen määrän lisääjinä ennen talvea kasvoi vuosien varrella toistuvassa käytössä vain hyvin vähän. Myös valkoapilalla havaittu kevään mineraalitypen lisääntyminen ajan kuluessa oli niin vähäistä, että se korkeintaan viittaa toistuvan käytön kumulatiiviseen vaikutukseen. Ajan mittaan kasvavia vaikutuksia voidaan silti odottaa, koska kasvimateriaalin hajoamisen ja palkokasvien typen vapautumisen on todettu jatkuvan useita vuosia. Vapautuminen kuitenkin painottuu ensimmäiseen vuoteen.

Westerwoldinraiheinän kuusivuotisella aluskasvikäytöllä ei ollut merkitystä maan nitraattitypen määrälle jakson jälkeisinä kahtena vuotena. Monissa tutkimuksissa raiheinän tyyppi on kuitenkin jatkanut vapautumistaan usean vuoden ajan, mikä osoittaa kumulatiivisten typpivaikutusten olevan mahdollisia.

Paitsi että kuuden vuoden jakso oli ehkä liian lyhyt kumulatiivisten vaikutusten ilmeneeseen, niiden havaitseminen on vaikeaa vuosien välisten suurten erojen vuoksi. Maan mineraalitypen suuri vuosivaihtelu on normaali ilmiö, samoin kuin eri kasvien vaihteleva merkitys maan typelle. Tulosten ja kirjallisuuden perusteella typen huuhtoutumisen riski saattaa olla toistuvassa aluskasvin käytössä jonkin verran suurempaa valkoapilan kuin puna-apilan kohdalla. Italianraiheinän jatkuvaan käyttöön liittyvä ajan mittaan lisääntyvä huuhtoutumisriski katsottiin mahdolliseksi muualla julkaistujen tulosten perusteella (taulukko 4).

Nitraattitypen määrä vaihteli suuresti näyteaikojen välillä ollen suurin ennen kylvöä toukokuussa. Toukokuussa määrä oli myös paljon suurempi kuin maaliskuussa ennen roudan sulamista, jolloin mittaus tosin tehtiin vain kerran. Tulos on hyvin myönteinen, sillä lumen ja roudan sulamisen aikaan suuret huuhtoumapiikit ovat mahdollisia. Nitraattitypen määrän vaihtelua vuoden aikana tutkittiin tarkemmin vain kolmena vuonna, mutta jo siinä ajassa sääolojen merkitys huuhtoutumisen riskin kannalta tuli esiin. Lämpimien ja sateisten talvien aiheuttamien haasteiden on arvioitu lisääntyvän ilmastonmuutoksen takia (Peltonen-Sainio ym. 2009).

Typen huuhtoutumisen riski oli nitraattimäärien perusteella huomattavasti suurempi Pälkäneen hietamaalla kuin Laukaan hiesulla. Maalajin merkitys onkin todettu suureksi monissa tutkimuksissa. Maan nitraattitypen määrä vaihteli myös vuosittain, ja oli korkea toukokuussa 1996 ja 1997 Pälkäneellä. Seuraavassa näytteenotossa puintaikaan määrä oli pudonnut pieneksi. Tämän tyyppisen näytteenoton perusteella ei voida täydellä varmuudella sanoa, onko keväällä maassa ollut tyyppi tullut kasvin käyttämäksi vai onko se painunut syvemmälle. Huuhtoutuminen syvemmälle maahan on kuitenkin normaalikesinä epätodennäköistä, joten tyyppi näytti vapautuvan sopivaan aikaan seuraavan kasvin käytön kannalta.

On syytä huomata, että tyyppiä mineraloitui paljon keväällä myös pelkkää viljaa viljeltäessä. Aluskasvien merkitys oli hyvin pieni maassa vapautuneen typen kokonaismäärän kannalta. Laukaalla valkoapila kuitenkin lisäsi keväistä nitraattitypen määrää erityisesti vuosina, jolloin sen määrä maassa oli muutenkin korkea. Huomionarvoista on myös, että kun westerwoldinraiheinän sato oli suuri vuonna 1995, se pienensi nitraattitypen määrää maassa selvästi syksyllä ja seuraavana talvena. Muulloin sen merkitys oli heikomman kasvun myötä vaatimatonta.

Kokeet olivat melko lyhytkestoisia mitä tulee maan viljavuuden muutoksiin. Tanskassa on varoitettu, että jos pitkään jatkuvan kerääjäkasvien käytön aiheuttamaa typen mineraloitumisen lisääntymistä ei oteta viljelyssä huomioon, voi kerääjäkasvin merkitys typen huuhtoutumisen vähentäjänä pienentyä ajan mittaan. Monet muutkin tutkimukset ovat viitanneet samaan ilmiöön. Siksi voidaan olettaa, että myös Suomen oloissa jatkuva aluskasvien käyttö heijastuisi ajan mittaan typen mineraloitumisen määrään, vaikka nyt tehtyjen kokeiden tulokset korkeintaan antavat vihiä siihen suuntaan.

2.4. Viljelytekniset ratkaisut

Kasvilajien valinta

Koska italianraiheinä keräsi syksyisin tehokkaimmin tyyppiä maasta, olisi sen tutkiminen vuosittain toistuvassa käytössä ollut tarpeellista. Suurten tyyppisatojen ansiosta italianraiheinän jälkivaikutus olisi saattanut kompensoida sen voimakasta kilpailua. Toisaalta hieman westerwoldinraiheinää pienempi N-% olisi voinut vaikuttaa toisinkin päin. Koska heinälaajien luontaisissa tyyppipitoisuuksissa on eroja, voitaisiin lajivalinnalla edelleen tarkentaa kerääjäkasvin typen ottoa ja vapauttamista. Kyseiseen hienosäätöön ei tutkimustulosten perusteella kuitenkaan päästä, vaan tyyppisadot, maan tyyppimäärät ja kilpailuvaikutus pääkasvia kohtaan ovat oleelliset tekijät heinälaajia aluskasviksi valittaessa.



Kuva 4. Hyvin kasvava heinä suojaa maata ja kerää tehokkaasti typpeä. Kuvassa on italianraiheinää syyskuussa koeruudun päästä kuvattuna. Kuva: Hannu Känkänen

Puna- ja valkoapila sopivat hyvin aluskasveiksi, kuten jo Kauppila (1983) totesi. Muualla on todettu, että puna- ja valkoapila eivät kilpaile pääkasvia vastaan yhtä voimakkaasti kuin monet muut palkokasvit. Yksivuotinen nurmimailanen on tulosten perusteella vaihtoehto apiloille. Nurmimailanen saattaisi olla tarpeen apiloiden korvaajana lähinnä kyntämättä viljelyssä, mikäli keväistä glyfosaattiriskutusta ei käytetä.

Syysvehnä ei pystynyt vähentämään typen huuhtoutumisen riskiä, ja jyväsatoa vähentävä vaikutus vastasi jo päällekkäisviljelytutkimuksissa todettua (Känkänen ym. 2004). Tämän perusteella syysvehnä ei sovi typenkeruuseen aluskasvina.

Osa kasvilajeista hylättiin kokeista huonon kasvun takia vuonna 1995. Vuosi oli kuitenkin poikkeuksellinen erittäin runsaiden alkukesän sateiden vuoksi. Esimerkiksi sikuria aluskasvina voitaisiin tutkia lisää, sillä sen juuret voivat ulottua yli 2,5 metrin syvyyteen (Thorup-Kristensen 2006). Vuoden 1995 jälkeen pois jätetyn kuminan viljely on sittemmin voimakkaasti lisääntynyt, ja sen viljelyn yhdistäminen aluskasvimenetelmään on mielenkiintoinen vaihtoehto. Monet muutkin kasvilajit voisivat sopia aluskasvikäyttöön.

Siemenseoksilla voidaan saavuttaa erityistavoitteita, kuten hyvä typen keruu sekä syksyllä että keväällä italianraiheinän ja timotein avulla. Palko- ja heinäkasvin seoksen avulla kasvimassan typpipitoisuus saadaan näiden lajiryhmien välimaastoon. Kokeissa puna-apilan ja nurminadan seoskasvuston typpipitoisuus oli 0,2 - 0,6 % alhaisempi kuin pelkän puna-apilan. Tavoiteltuun lajien väliseen suhteeseen kasvustossa päästiin kuitenkin vain yhtenä

vuonna neljästä. Tämä osoittaa että siemenseoksella on mahdotonta täsmälleen etukäteen säädellä tulevia tyypivaikutuksia. Optimitapauksessa seoskasvusto voi olla itsesäätyvä. Toisin sanoen heinäkasvi kasvaa voimakkaammin, kun maassa on runsaasti typpeä, mutta kun typestä on pulaa, kerää palkokasvi sitä ilmasta varsinaisten viljelykasvien käyttöön. Timoteita monivuotisena kasvina puolestaan voitaisiin käyttää aluskasviseoksessa myös varmistamaan keväällä mahdollisesti liian aikaisin palkokasveista vapautuvan typen keruu.

Kylvötiheys

Kylvötiheyden kaksinkertaistaminen lähes kaksinkertaisti kasvutiheyden, vaikka suhde näiden välillä ei ollutkaan aina suora. Pienimmällä siemenmäärällä raiheinien, timotein ja nurmimailasen kasviyksilöitä oli yli sata neliometrillä, valkoapilayksilöitä sata ja puna-apiloita 75.

Aluskasvin perustamisen varmistaminen siemenmäärää lisäämällä lisäsi aluskasvien biomassaa viljan puinnin aikaan ja usein myös kilpailua viljaa kohtaan. Vaikka heinäyksilöiden määrän lisääminen lisäsi kilpailua, se edisti vain vähän tai ei ollenkaan maan nitraattityypen vähenemistä myöhäissyksyllä. Niinpä voimakkaasti kilpailevalle italianraiheinälle voi suositella pienempää kuin kokeissa etukäteen ns. normaaliksi arvioitua keskimmäistä siemenmäärää, koska typen keruu on kohtuullisellakin kasvitiheydellä hyvää. Koska timotei puolestaan pienensi vain vähän viljan jyväsatoa korkeimmallakin siemenmäärällä, on melko suuri kylvötiheys suositeltava typen keruun lisäämiseksi. Jos nämä kaksi kasvia kasvavat seoksena, myös timoteille riittää pienehkö siemenmäärä italianraiheinän tehokkaan syksyisen typenoton ansiosta.

Taulukko 5. Kylvötiheyskokeessa käytetty keskimäinen aluskasvien siemenmäärä itävien siementen kappalemääränä neliometriä kohti ja kiloina hehtaaria kohti sekä monivuotisen aluskasvien käytön ja kylvötekniikkakokeen siemenmäärä kg/ha.

Aluskasvi	Kylvömäärä, itäviä siemeniä			
	kylvötiheyskoe		monivuotinen koe kg/ha	kylvötekniikkakoe kg/ha
	kpl/m ²	kg/ha		
Valkoapila	600	4	6	
Puna-apila	300	6	6	3(+6) ^{a)}
Nurmimailanen	600	12		
Timotei	800	6		
Westerwoldinraiheinä	400	16	10	
Italianraiheinä	400	20		
Syysvehnä	300	110		
Nurminata	400	10	(3+) 6 ^{a)}	(3+) 6 ^{a)}

^{a)} Puna-apilan ja nurminadan seos

Palkokasvien kylvötiheydellä ei ollut merkitystä myöhäissyksyn nitraattitypen määrälle. Koska lisäksi sekä meidän tulostemme että Kauppilan (1983) mukaan apiloiden aiheuttama kilpailu on kohtuullista, suuri siemenmäärä näyttää turvalliselta. Toteutuva kasvimäärä voi kuitenkin vaihdella suuresti. Koska taimettumisoloilla on suuri merkitys, kokeissa käytetyt keskimäiset kylvötiheydet tai jopa suurempi siemenmäärä voi olla perusteltua.

Tähän raporttiin on väitöskirjasta poiketen lisätty ohjeelliset siemenmäärät todennäköisimmille aluskasveille ja seoksille (taulukko 6). Ne ovat suositeltavia siemenmääriä aloitettaessa aluskasvien viljelyä tilalla. Suositusten ala- ja ylärajat ovat tarkoituksellisesti melko kaukana toisistaan useista syistä. Kylvötekniikka, kylvön ajoitus ja onnistuminen, sääolot kylvön aikaan ja kesällä sekä pellon ominaisuudet vaikuttavat siihen, miten suuri osa kylvetyistä siemenistä tuottaa taimia ja vielä syksylläkin hengissä olevia kasviyksilöitä. Kylvötiheys riippuu myös asetetusta tavoitteesta. Harvahkollakin kylvöllä voidaan saada kohtuullinen maan pintaa suojaava kasvusto, koska myös viljan sänki ja olki suojaavat osaltaan maata. Sen sijaan jos pyritään tehokkaaseen typen keruuseen maasta tai ilmastasta, on kasvustonkin oltava tiheähkö, mihin on pienillä siemenmäärillä vaikeaa päästä. Oleellista onkin seurata saavutettuja kasvustoja, ja säätää siemenmäärää kokemusten pohjalta. Alimmatkaan taulukossa esitetyt siemenmäärät eivät ole ehdottomia alarajoja, jos edellytykset korkeisiin taimettumisprosentteihin näyttävät ensikokemusten perusteella todennäköisiltä.

Taulukko 6. Ohjeelliset siemenmäärät (kg/ha itäviä siemeniä) todennäköisimmille aluskasveille ja seoksille, kun niitä käytetään typen keräämiseen maasta (lähinnä heinäkasvit) tai ilmasta (palkokasvit). Alimpia siemenmääriä voi käyttää, jos olettaa edellytysten (kylvötekniikka, pellon ominaisuudet) hyvään taimettumiseen olevan olemassa. Siemenmäärää säädetään seuraavina vuosina lohko kohtaisesti sen perusteella, tyydyttääkö syksyksi saavutettu kasvutiheys. Kasvukauden aikana vallinneet erityisen edulliset tai epäedulliset sääolot on otettava huomioon, kun siemenmäärää arvioidaan uudelleen.

Aluskasvi	kg/ha
Valkoapila	4 - 6
Puna-apila ja muut apilat	6 - 10
Nurmimailanen	10 - 16
Timotei	7 - 10
Muut monivuotiset heinät	12 - 18
Italianraiheinä	8 - 15
Timotei + italianraiheinä	4 - 6 + 5 - 8
Timotei + puna-apila	4 - 8 + 8 - 3 ^{a)}
Italianraiheinä + apila ^{b)}	5 - 10 + 8 - 3 ^{a)}

^{a)} Sitä heinävaltaisempi seos, mitä enemmän halutaan kerätä typpeä maasta.

Sitä apilavaltaisempi seos, mitä parempi typpilannoitusvaikutus halutaan.

^{b)} Jos halutaan välttää kevätkasvulta, valitaan yksivuotinen apilalaji.

Typpilannoitus

Niin verso- kuin juurisadotkin olivat apiloilla usein enemmän kuin kaksinkertaiset ilman typpilannoitusta kuin 90 kg N/ha lannoituksella. Palkokasvien kuiva-ainesadon pieneneminen typpilannoituksen kasvaessa johtui mitä ilmeisimmin pääkasvin voimistuneesta kilpailusta aluskasvia kohtaan. Myös Helenius ja Jokinen (1994) päättelivät, että erilainen tarve saada typpeä maasta säätelee kasvilajien välistä kilpailua palkokasvin ja muun kasvin sekaviljelyssä.

Typpilannoitus lisäsi westerwoldinraiheinän biomassaa, mutta vaikutus ei ollut yhtä voimakas kuin päinvastainen vaikutus apiloihin. Kauppilan ja Kiltilän (1992) tulokset olivat samansuuntaisia kuin meilläkin, paitsi että heillä italianraiheinän juurisato pieneni typpilannoituksen lisääntyessä. Kaiken kaikkiaan typpilannoituksella on negatiivinen vaste aluskasviksi kylvettyjen palkokasvien kasvuun. Sen sijaan vaikutus heiniin on vaikeammin ennustettavissa, koska kyse on kahden typpensä lannoitteesta tai maasta ottavan lajin välisestä kilpailusta.

Kokeissa käytetty kohtuullinen ja jopa alhainen typpilannoitus ilmeisesti vähensi jäännöstyypin ja heinäkasvien keräämän tyypin määrää. Se myös ehkä vähensi raiheinän mahdollisuutta luovuttaa typpeä seuraaville viljelykasveille monivuotisessa kokeessa. Ulkomaisissa kokeissa on todettu, että heinäkasvien typpivaste seuraavalle kasville voi olla negatiivinen, kun typpilannoitus on pieni, ja positiivinen, kun typpilannoitus on suuri. Näyttää siltä, että tulevan kasvin typpilannoitus pitäisi ainakin osittain päättää myös edeltävän kerääjäkasvin typpipitoisuuden perusteella, joten biomassan N-%:n määrittämisestä olisi apua. Lisäksi pitkällä aikavälillä lisääntyvä mineralisaatio tulisi ottaa huomioon.

Apiloiden toistuva käyttö aluskasveina lisäsi Laukaan jyväsatoja keskimäärin 710, 460, 330 ja 250 kg/ha, kun lannoitustyppitasot olivat 0, 30, 60 ja 90 N. Useissa ulkomaisissa tuloksissa palkokasvien merkitys pienenee samaan tapaan typpilannoituksen lisääntyessä. Apiloiden tuoma sadonlisä pienellä typpilannoituksella oli kuitenkin paljon vähäisempi Pälkäneellä, missä jyväsato ilman typpilannoitusta oli muuten Laukaata suurempi ja typpilannoituksen satoa lisäävä vaikutus pienempi.

Apiloille laskettiin arvo, joka kuvaa, kuinka monta typpilannoituskiloa ne pystyivät korvaamaan toistuvasti aluskasveina kasvaessaan. Laukaalla apiloiden typpilannoitusarvot olivat 29, 19, 14 ja 10 kg/ha typpilannoitustasoilla 0, 30, 60 ja 90 N. Molempien koepaikkojen keskiarvona kaikilla typpilannoitustasoilla puna-apilan typpilannoitusarvoksi saatiin 15 kg/ha ja valkoapilan arvoksi 13 kg N/ha. Pälkäneen tulokset siis selvästi pienensivät keskiarvoa, vaikka apiloiden typpisadot siellä olivat samaa luokkaa tai jopa suurempia kuin Laukaalla. Kanadasta on raportoitu jopa 80 kg/ha typpilannoitusarvoja vuosittain toistuvalla puna-apilan aluskasvikäytölle.

Kaiken kaikkiaan sekä pää- että aluskasvin tarpeet, pellon tuottokyky ja edeltävän aluskasvimassan luovuttama typpi pitäisi osata ottaa huomioon typpilannoituksen määrästä päätettäessä.

Kylvötekniikka

Aluskasvit kylvettiin normaalisti vantaiden kautta ristiin viljariveihin nähden 12,5 cm rivivälillä. Kylvötekniikkaa selvittäneessä kokeessa normaalia kylvötapaa verrattiin hajakylvöön kylvölannoituskoneen taakse asennetulla heinäsiemenen kylvölaitteella. Yksi hajakylvö tehtiin ilman multaavia takalaitteita. Sen lisäksi kokeiltiin multausta tehostavina lisälaitteina jyräpyörästä, varpajyrää ja kaksirivistä jälkiäestä.

Puna-apila ja nurminata taimettuivat kuivissa oloissa nopeammin ja tiheämmin vantaiden kautta kylvettynä. Kun sademäärät olivat runsaita kylvön jälkeen, pintaan kylvö tuotti enemmän puna-apilayksilöitä. Kylvötavan valinnalla on mahdollista säädellä kilpailua sekakasvustossa, mutta sen merkitys on taimettumisoloista riippuvainen. Vantaiden kautta kylvö lisäsi nurminadan osuutta kasvustossa silloin, kun sen osuus oli muuten pieni.

Pintaan kylvö lisätynä kylvökoneen taakse kytketyillä multaavilla laitteilla johti pienimpään kuiva-ainesadon vaihteluun vuosien välillä, mikä onkin toivottavaa aluskasvien vaikutusten arvioimisen helpottamiseksi. Jyräpyörästä tai jälkiäestä voidaan suositella varpajyrän sijaan, koska varpajyrä lisäsi rikkakasvien biomassaa. Koska jyväsadot em. kylvötekniikoiden yhteydessä olivat 300 - 450 kg/ha suurempia kuin kylvettäessä aluskasvi erikseen vantaiden kautta, näyttävät ne käyttökelpoisilta. Sen sijaan erillinen jyräys kamrikkijyrällä aluskasvin kylvön jälkeen ei vaikuta kannattavalta.

Aluskasvit kylvettiin kaikissa kokeissa samaan aikaan kuin vilja tai heti sen jälkeen, koska ruotsalaisten tulosten mukaan aluskasvin kylvön viivyttäminen ei ole hyödyttänyt viljaa, mutta aluskasvin syysato on huomattavasti pienentynyt. Tavoitteista riippuen kuitenkin myös toisenlaiset kylvöratkaisut ovat mahdollisia. Yksi mielenkiintoinen vaihtoehto on kylvää vilja jo kasvussa olevaan monivuotiseen apilakasvustoon. Se johtaa kuitenkin helposti suureen viljasadon alenemiseen ja edellyttää menetelmän kehittämistä.

Kasvun lopettamisen ajoitus ja tapa

Monivuotisen kokeen syyskynnöt tehtiin mahdollisimman myöhään, koska monet pohjoismaiset kokeet ovat osoittaneet sen vähentävän typen huuhtoutumisen riskiä. Samalla varmistettiin mahdollisimman pitkä aluskasvien kasvuaika. Myöhäinen syyskynnö voi vähentää typpihävikkejä jopa kevätmuokkaukseen verrattuna, koska suuri osa talvehtivan aluskasvin maanpäällisen biomassan tyyppistä ei säily seuraavaan kevääseen (Känkänen ym. 1998, Sturite ym. 2007). Kasvuston muokkaamista maahan Suomen oloissa lokakuun puolivälissä tukee Lemolan ym. (2000) tulos, jonka mukaan muokkauksen siirtäminen kevääseen vähensi typen huuhtoutumista vain turvemaidilla, kun italianraiheinä oli ohran aluskasvina.

Myös jyväsatojen kannalta viherlannoitusmassan muokkaaminen maahan myöhään syksyllä on todettu luotettavammaksi menetelmäksi Suomen oloissa kuin keväinen kevennety muokkaus tai kyntö (Känkänen ym. 1999, Lahti ja Kuikman 2003). Kasvuston maahan muokkaamisen ajoittaminen on mitä ilmeisimmin sijainnista riippuvainen. Esimerkiksi Vi-

rossa kevätkynnöllä on saatu suurempia satoja syyskyntöön verrattuna. Iso-Britanniassa suositellaan kyntöä maaliskuussa, jolloin kylmä sää pitää aluksi kurissa typen mineraloitumista, mutta kasvimassan typpi alkaa tulla seuraavan kasvin käyttöön ilmojen lämmetessä.

Monivuotisten heinien typen huuhtoutumista vähentävä vaikutus paranee, jos muokkusta viivytetään syksyllä tai siirretään kevääseen. Koska italianraiheinä ei talvehtinut ja syysvehnän vaste maan tyypeen oli olematon, voitiin keväistä typen keruuta odottaa vain monivuotisilta heiniltä. Timotei vähensi nitraattityppeä keväällä yhtä paljon kaikissa maakerroksissa. Myös syvimmissä kerroksessa (60 - 90 cm) nitraattitypen vähennys oli selkeä, toisin kuin vielä syksyllä. Magid ym. (2001) kuitenkin varoittivat, että tyypeä voi sitoutua pois seuraavan kasvin käytöstä, jos vain vähän ennen kylvöä maahan kynnetään kasvimateriaalia, jonka typpipitoisuus on alhainen.

Kevätkyntö ei sovi Suomessa yleisille savimaille, joilla kevytmuokkaus ja muokkaamattomuus antavat mahdollisuuden aluskasvin kasvun jatkumiseen keväällä. Kristensenin ym. (2000) mukaan typen mineraloituminen muokkaamattomassa maassa on kuitenkin vähäistä. Toisaalta maakontaktin merkitys biomassan hajoamiselle vaihtelee kasvimateriaalista riippuen (Henriksen ja Breland 2002).

Kokeissa oljet kerättiin pois puinnin jälkeen aluskasvien kasvun varmistamiseksi, millä voi olla merkitystä typpivaikutusten kannalta. Viljan olki palkokasvien kanssa sekoitettuna pienentää kasvimassan typpipitoisuutta puhtaaseen palkokasviin verrattuna. Koska olkien silppuaminen peltoon on yleinen käytäntö, voi aluskasveina kasvaneiden apiloiden aiheuttama typen huuhtoutumisen riski olla vielä pienempi kuin tulokset antavat ymmärtää. Kun aluskasvit ehtivät puintikorkeutta pidemmiksi, osa niiden biomassasta joko viedään pois olkien mukana tai silputaan peltoon. Leikkuukorkeus vaikuttaa uusien ja vanhojen kasvinosien väliseen suhteeseen puinnin jälkeen. Se voi vaikuttaa typen vapautumiseen, mikä vähenee kasvin iän myötä (Müller ym. 1988). Niinpä olkien korjuun tai pellolle jättämisen merkitys riippuu aluskasvilajista, puintikorkeudesta ja kasvimassan typpipitoisuudesta. Jopa silpun koolla on osoitettu olevan jonkin verran merkitystä materiaalin hajoamiselle ja typen kierrolle maassa (Jensen 1994). On kuitenkin selvää, että aluskasvilla itsellään on suurin merkitys typen sitomiseen ja vapauttamiseen.

Kustannukset hyötyihin verrattuna

Aluskasvi on viljelijälle kustannus. Biologinen typensidonta kompensoi kuluja jonkin verran, mutta pellon yleiseen tuottavuuteen voi odottaa parannusta vain pitkällä aikavälillä. Italianraiheinän tai sen ja timotein seoksen siemenkustannus on kevään 2010 myyntihintojen perusteella 20 - 30 €/ha. Viljasadon pieneneminen kaksinkertaistaa kulut alhaisilakin viljan hinnoilla, vaikka käytettäisiin kohtuullista 10 kg/ha siemenmäärää. Apiloiden siemenkulut ovat 40 - 70 €/ha. Satohyöty vuosittain toistuvassa aluskasvien käytössä oli kokeissamme keskimäärin 40 €/ha syksyn 2010 viljan hinnalla laskettuna. Niidenkin kylvö voi siis olla epätodennäköistä, jos viljelijä ei odota aluskasvin parantavan maan kasvukuntoa ajan mittaan. Aluskasveina kasvavien palkokasvien hyödyllisyys riippuu kuitenkin tuotantosuunnasta ja -tavasta, viljelymenetelmistä, typpilannoitusmääristä ja kunkin pellon

nykyisestä kasvukunnosta. Varsin ratkaisevaa aluskasvien käytön tulevaisuudelle on, miten arvokkaina niiden ympäristövaikutuksia pidetään. Aluskasveihin kohdistettujen tukien suuruudella on suuri merkitys.

Ekholmin ym. (2007) mukaan ympäristöhaittoja vähentävät keinot voi olla syytä keskittää alueille, joilla päästökkin ovat suurimmat. Vastaavasti hyvin tyypeä keräävien, mutta voimakkaasti viljan kanssa kilpailevien heinien aluskasvikäyttö voidaan kohdistaa pelloille, joilla huuhtoutumisen riski on suuri. Muualla aluskasveja voidaan käyttää korvaamaan teollisten lannoitteiden tyypeä. Jos pää- ja aluskasvin yhteiselo toimii, voidaan aluskasvin avulla toisaalta varmistaa viljasadon laadun kannalta optimaalisen typpilannoituksen käyttö. Silloin aluskasvi siis toimisi viljan laadun varmistajana estäessään tarvetta vähentää edelleen viljojen typpilannoitusta, mitä myös on ympäristösyistä esitetty. Koska aluskasvi peittää maata ja käyttää vettä puinnin jälkeen, se myös vähentää erilaisten sademäärien aiheuttamaa suurta vuosittaista typen huuhtoutumisen vaihtelua. Typpeen liittyvien tavoitteiden lisäksi aluskasvien kohdalla on aina syytä muistaa myös niiden myönteinen merkitys viljelyn monimuotoisuudelle.

3. Mukautuva aluskasvimenetelmä

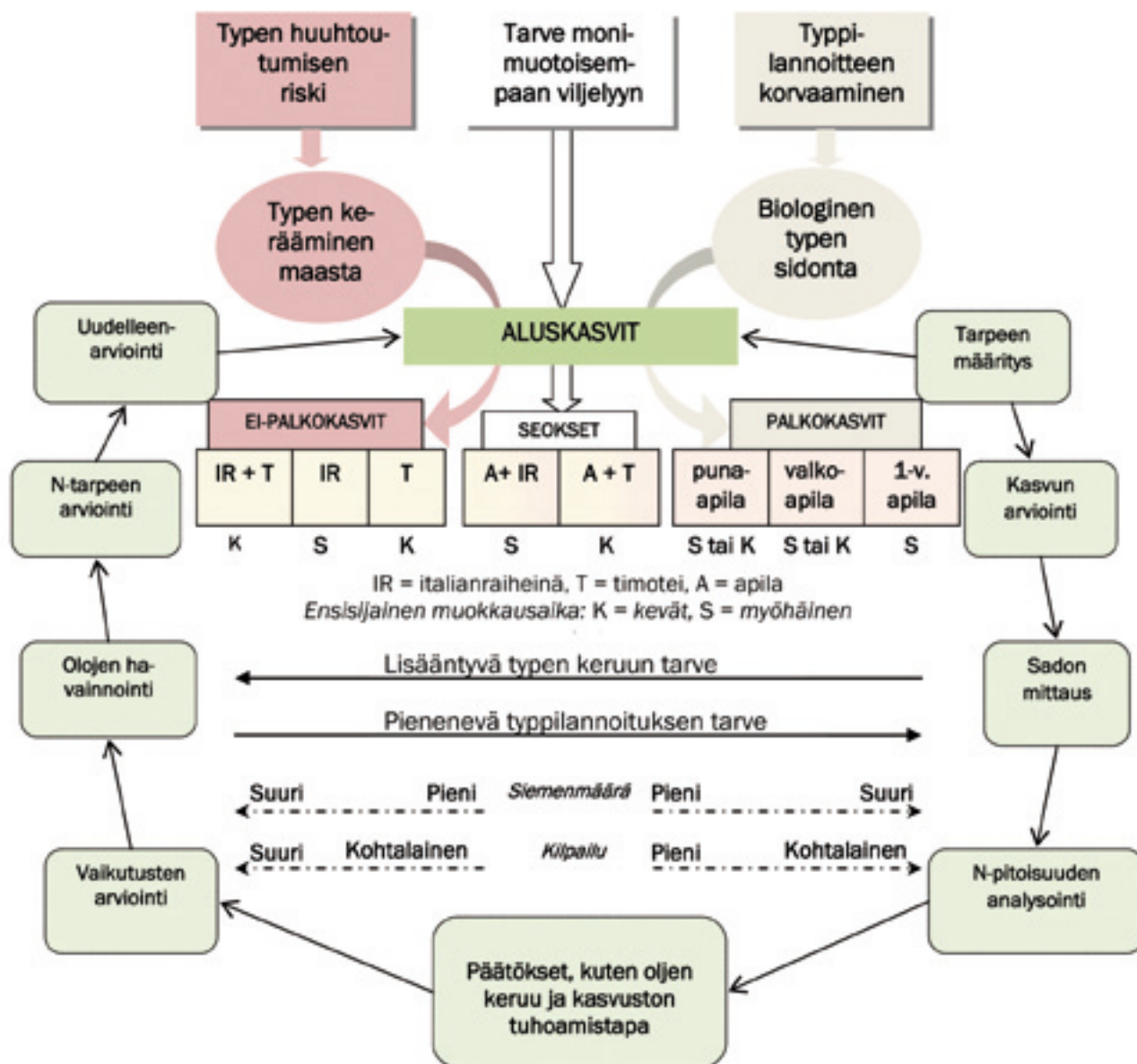
Mukautuvan aluskasvimenetelmän teoreettinen malli (kuva 5) luotiin kuvaamaan aluskasvien monikäyttöisyyttä ja erilaisia toteutustapoja. Menetelmää tulee toteuttaa tavoitteiden pohjalta, jotka perustuvat kulloiseenkin tarpeeseen. Kun typen huuhtoutumisen riski on suurin huolen aihe, aluskasveja käytetään typen keräämiseen maasta. Biologista typensidontaa voidaan käyttää korvaamaan lannoitetyypeä, kun taas palkokasvin ja muun kasvin seoksella lisätään viljanviljelyn monimuotoisuutta.

Mitä suurempi on typen keräämisen tarve, sitä suurempi saa olla voimakaskasvuisten heinälajien siemenmäärä. Silloin tulee kuitenkin pitää mielessä voimakas kilpailu pääkasvia kohtaan. Palkokasvien suuret siemenmäärät lisäävät typpisatoja, jolloin kalliiden lannoitteiden korvaaminen tehostuu, mutta samalla kilpailu pääkasvia kohtaan voimistuu. Toisaalta typpilannoituksen vähentäminen parantaa palkokasvin kasvua aluskasvina. Paras kasvuston maahan muokkaamisen ajankohta riippuu kasvilajista, mutta maalaji rajoittaa muokkauksen ajoitusta. Jatkuva kasvun, satomäärien ja olojen havainnointi sekä menetelmien käytön uudelleen harkinta ovat oleellinen osa mallia.

Mukautuvan aluskasvimenetelmän toteuttaminen käytännössä on epäilemättä haastavaa. Kenttäkokeet eivät antaneet lopullisia vastauksia kaikkiin aluskasvisysteemin osiin. Joitakin systeemissä vaikuttavia tekijöitä on hyvin vaikeaa kontrolloida.

MUKAUTUVA ALUSKASVIMENETELMÄ

Viljan viljely Pohjois-Euroopan oloissa



Kuva 5. Kaaviokuva mukautuvaan aluskasvimenetelmään liittyvästä päätösten teon ja erilaisten toimien tarpeesta. Ylinä ovat paikallisiin reunaehtoihin perustuvat suurten linjojen valinnat ja keskellä viljelytekniikkaan liittyvät tärkeimmät tekijät. Menetelmän toimia ympäröi jatkuva havainnointi, arviointi ja tarpeiden uudelleen määrittäminen.

Systeemin tarkkuuden lisääminen paransi maatilalla tehtyjen kasvianalyysien avulla. Se voi olla tulevaisuudessa mahdollista, mutta siihen asti auttaa tarkka havainnointi ja arviointi. Suuntaa antavasti voi esimerkiksi arvioida apilakasvuston typpimäärää ottamalla

edustavan näytteen maan yläpuolisesta kasvustosta, kuivaamalla ja punnitsemalla näytteen sekä vertaamalla tulosta tässä julkaisussa mainittuihin tuloksiin. Ainakin tulisi havainnoida syyskasvuston määrän vuosittainen ja peltokohtainen vaihtelu, ja ottaa se huomioon seuraavan kevään typpilannoituksessa. Kymmenien kilojen typpilannoitusvaikutusta voi odottaa vain rehevien apilakasvustojen jälkeen, huonon aluskasvin kasvun jälkeen apiloidenkin typpivaikutus voi jäädä muutamaan kiloon tai jopa nolnaan. Kokemuksen myötä viljelijän kyky arvioida aluskasvin merkitystä paranee.

Esitelty aluskasvisysteemi perustuu yksipuolisen viljan viljelyn tilanteeseen. Monet aluskasveihin liittyvät tavoitteet voidaan saavuttaa monipuolistamalla viljelykiertoa muuten tai parantamalla viljelytekniikkaa. Toisaalta aluskasvit ovat mahdollisia muillekin viljelykasveille kuin viljoille kunhan pääkasvin kilpailuominaisuudet, kasvu-aika ja kyky kerätä typpeä otetaan huomioon. Mukautuvan aluskasvimenetelmän perustana säilyy joka tapauksessa keinojen valinta olosuhteiden ja tarpeiden perusteella. Ensin määritellään tavoite, sitten tehdään päätökset, jotka koskevat lajivalintaa, kylvötiheyttä, aluskasvin maahan muokkauksen ajankohtaa ja typpilannoitusta. Havaintojen tekemisen merkitystä mahdollisimman hyviin tuloksiin pääsemiseksi ei voi liikaa korostaa.

4. Johtopäätökset

Tutkimus osoitti aluskasviksi kylvetyillä palkokasveilla olevan hyvät edellytykset sitoa ilma-kehän tyypeä ja vapauttaa sitä seuraavan kevätiljan käyttöön. Vastaavasti heinäkasveilla on edellytykset estää typen huuhtoutumista keräämällä nitraattityypeä maasta. Soveltuvuus aluskasviksi sekä vaikutukset pääkasvin kasvuun ja typen kiertoon olivat kuitenkin suuresti lajista riippuvaisia.

Westerwoldin raiheinä ja syysvehnä vähensivät huomattavasti viljojen jyväsatoa, mutta keräsivät silti huonosti tyypeä syksyn aikana. Italianraiheinäkin alensi pääkasvin satoa, mutta vähensi tehokkaasti nitraattitypen määrää maassa. Monivuotiset heinälajit haittasivat yksivuotisia vähemmän pääkasvia, mutta keräsivät heikokkosti tyypeä syksyllä. Luotettavimmin kasvanut timotei keräsi tyypeä tehokkaasti seuraavana keväänä.

Puna- ja valkoapila sopivat toistuvaan käyttöön ja luovuttivat tyypeä viljalle lisäämättä olennaisesti typen huuhtoutumisen riskiä. Apiloiden myönteinen vaste viljan jyväsatoon oli suurempi kuin kilpailun aiheuttama kielteinen vaikutus. Näyttää siltä, että valkoapila ja nurmimailanen jonkin verran lisäävät typen huuhtoutumisen mahdollisuutta seuraavana keväänä, mutta puna-apilan aiheuttama riski on pieni. Palkokasvien syksyn painottuva kasvu oli eduksi aluskasvikäytössä. Heinäkasvien kasvurytmi sopi menetelmään huonommin, mutta lajien välillä oli eroja.

Westerwoldinraiheinä ei luovuttanut toistuvastikaan viljeltynä oleellisia määriä tyypeä viljakasvin käyttöön. Syy saattoi alhaisen typpipitoisuuden lisäksi olla se, että kuuden vuoden aluskasvijakso oli liian lyhyt kumuloituvan vasteen syntymiseen. Ulkomaisissa tutkimuksissa havaittu ajan mittaan lisääntynyt typen vapautuminen on kuitenkin syytä ottaa huomioon vuosittain toistuvassa heinäkasvien aluskasvikäytössä, etenkin kun heinien typpipitoisuus vaihtelee suuresti lajeista ja kasvuoloista riippuen.

Viljelytoimet voivat ratkaista aluskasveista saatavat hyödyt. Heinien kylvötiheys ei saa olla suuri, jotta viljan jyväsato ei pienene liikaa. Sen sijaan apiloiden siemenmäärät voivat olla suurehkoja suurten typpisatojen varmistamiseksi. Hajakylvö multaavien laitteiden avustamana toimii hyvin. Lannoitetypen lisääminen vähentää palkokasvien biomassaa pienentäen typpivastetta seuraavalle kasville. Runsaasti tyypeä sisältäville kasvintähteille suositeltu myöhäinen syysmuokkaus sopii menetelmään, mutta timotein kasvu yli talven tehostaa jäännöstypen keräämistä. Keväisen maahan muokkaamisen merkitystä typen kierrolle ei kuitenkaan selvitetty, vaan se edellyttäisi uusia tutkimuksia.

Aluskasvien käyttö ja hyöty riippuvat monesta tekijästä. Ensin on päätettävä, halutaanko sitoa tyypeä ilmasta vai kerätä sitä maasta, vai onko monimuotoisempi viljely ja ajan mittaan paraneva maan kasvukunto päätavoite. Italianraiheinän ja talvehtivan timotein seosta voidaan käyttää, kun suuret typen huuhtoutumisesta aiheutuvat haitat ovat pelättävissä. Lannoitekuluja pienennetään apiloiden avulla. Esimerkiksi puna-apilan ja timotein seos on hyvä valinta, kun tavoitellaan samaan aikaan monimuotoisuutta, typpihyötyä ja pientä huuhtoutumisen riskiä.

Typpivasteita ja viljaan kohdistuvaa kilpailua voidaan säädellä siemenmäärien avulla. Tutkimuksessa tehdyt päätelmät sopivista siemenmääristä käyvät lähtökohdaksi aluskasveja kylvettäessä. Yksi viljelijän tärkeistä tehtävistä on seurata lohko kohtaisesti, millaisiin kasvutiheyksiin käytetyillä siemenmäärillä päästään. Jos kasvustot ovat toistuvasti syksyisin kovin harvoja, pitää siemenmäärää lisätä tai kylvötekniikkaa parantaa. Jos kasvusto on syksyllä tiheää ja kilpailu pääkasvia kohtaan on kesällä näyttänyt voimakkaalta, voidaan siemenmäärää vähentää.

Syksyn rehevä apilakasvusto tulee ottaa huomioon vähentämällä seuraavan kasvin typpilannoitusta. Lannoitusikkunoiden avulla voidaan hakea oikeaa typpilannoituksen määrää. Kokemuksen myötä oppii arvioimaan syksyn kasvimassan määrän ja apilapitoisuuden, ja siten tulevan typpilannoituksen tarpeen. Arviota voi vielä säätää talven olojen perusteella. Lämpimän loppusyksyn ja leudon talven jälkeen osa typestä on ainakin karkeissa maissa voinut huuhtoutua jo seuraavan kasvin ulottumattomiin, tai tyyppiä ainakin on heti alkukesästä käytettävissä. Pitkän ja routaisen talven jälkeen suurin osa typestä voi vapautua vasta loppukesäksi, mikä auttaa korkean valkuaispitoisuuden saavuttamisessa.

Mukautuva aluskasvimenetelmä perustuu systeemin toteuttamiseen alkutilanteen ja tavoitteen pohjalta. Käytännön toteutus edellyttää toistuvaa harkintaa olosuhteiden ja toteutuneen kasvun perusteella sekä ajan mittaan myös maan paranevan kasvukunnan huomiointia.

Lähteet

Hannu Känkäsen väitöskirja ja siihen sisältyvät julkaisut

Känkänen, H. 2010. Undersowing in a northern climate: effects on spring cereal yield and risk of nitrate leaching. Doctoral dissertation. Jokioinen: MTT. MTT Tiede 8. 93 s.

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

Känkänen, H., Mikkola, H. J. & Eriksson, C. 2001. Effect of sowing technique on growth of undersown crop and yield of spring barley. *Journal of Agronomy and Crop Science* 187: 127 - 136.

Muu kirjallisuus

Bergkvist, G. 2003. Effect of white clover and nitrogen availability on the grain yield of winter wheat in a three-season intercropping system. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 53: 97 - 109.

Ekholm, P., Granlund, K., Kauppila, P., Mitikka, S., Niemi, J., Rankinen, K., Räike, A. & Räsänen, J. 2007. Influence of EU policy on agricultural nutrient losses and the state of receiving surface waters. *Agricultural and Food Science* 16: 282 - 300.

Esala, M. 1991. Split application of nitrogen: effects on the protein in spring wheat and fate of ¹⁵N-labelled nitrogen in the soilplant system. *Annales Agriculturae Fennica* 30: 219 - 309.

Granéli, E., Wallström, K., Larsson, U., Granéli, W. & Elmgren, R. 1990. Nutrient limitation of primary production in the Baltic Sea area. *Ambio* 19: 142 - 151.

Hansen, E.M., Kristensen, K. & Djurhuus, J. 2000. Yield parameters as affected by introduction or discontinuation of catch crop use. *Agronomy Journal* 92: 909 - 914.

Helenius, J. & Jokinen, K. 1994. Yield advantage and competition in intercropped oats (*Avena sativa* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.): Application of the hyperbolic yield-density model. *Field Crops Research* 37: 85 - 94.

Henriksen, T.M. & Breland, T.A. 2002. Carbon mineralization, fungal and bacterial growth, and enzyme activities as affected by contact between crop residues and soil. *Biology and Fertility of Soils* 35: 41 - 48.

Huusela-Veistola, E. & Känkänen, H. 2000. Relay intercropping of cereals in Finland: prospects and problems. *Aspects of Applied Biology* 62: 95 - 100.

Jensen, E.S. 1994. Mineralization-immobilization of Nitrogen in soil amended with low C:N ratio plant residues with different particle sizes. *Soil Biology & Biochemistry* 26: 4, 519 - 521.

Karlsson-Stresse, E.M., Umaerus, M. & Rydberg, I. 1996. Strategy for catch crop development. I. Hypothetical ideotype and screening of species. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B, Soil and Plant Science* 46: 106 - 111.

Kauppila, R. 1983. Palkokasvien käyttö viherlannoituksessa. Summary: Use of legumes in green manuring. Teoksessa: Biologisen typensidonnin ja ravinnetypen hyväksikäytön projekti. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto. Julkaisu 6. s. 51 - 92.

Kauppila, R. & Kilttilä, K. 1992. Ohran typpilannoituksen vaikutus aluskasvien kasvuun. Teoksessa: Varis, E. & Kauppila, R. 1992. Viherlannoituskokeiden tuloksia vuosilta 1979-87. Helsingin Yliopiston Kasvinviljelytieteen laitos. *Kasvinviljelytieteen julkaisuja* 30: 146 - 190.

Kauppila, R. & Lindqvist, M. 1992. Aluskasvin vaikutus maan typpitaseseen ja satoon ohran ja sitä seuraavan vehnän viljelyssä. Teoksessa: Varis, E. & Kauppila, R. 1992. Viherlannoituskokeiden tuloksia vuosilta 1979 - 87. Helsingin Yliopiston Kasvinviljelytieteen laitos. *Kasvinviljelytieteen julkaisuja* 30: 191 - 226.

Kirchmann, H. & Marstorp, H. 1991. Calculation of N mineralization from six green manure legumes under field conditions from autumn to spring. *Acta Agriculturae Scandinavica* 41: 253 - 258.

Kristensen, H.L., McCarty, G.W. and Meisinger, J.J., 2000. Effects of soil structure disturbance on mineralization of organic soil nitrogen. *Soil Science Society of America Journal* 64, 371 - 378.

Känkänen, H., Huusela-Veistola, E., Salo, Y., Kangas, A. & Vuorinen, M. 2004. Päällekkäisviljely: Lupauksia ja pettymyksiä. *Maa- ja elintarviketalous* 64. 36 s.

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., Kangas, A., Mela, T., Nikunen, U., Tuuri, H. & Vuorinen, M. 1999. The effect of incorporation time of different crops on the residual effect on spring cereals. *Agricultural and Food Science in Finland* 8: 285 - 298.

Lahti, T. & Kuikman, P.J. 2003. The effect of delaying autumn incorporation of green manure crop on N mineralization and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) performance. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 65: 265 - 280.

Lemola, R., Turtola, E. & Eriksson, C. 2000. Undersowing Italian ryegrass diminishes nitrogen leaching from spring barley. *Agricultural and Food Science in Finland* 9: 201 - 215.

Magid, J., Henriksen O., Thorup-Kristensen K. & Mueller T. 2001 Disproportionately high N-mineralisation rates from green manures at low temperatures - implications for modelling and management in cool temperate agro-ecosystems. *Plant and Soil* 228: 1, 73 - 82.

Müller, M.M. & Sundman, V. 1988. The fate of nitrogen (¹⁵N) released from different plant materials during decomposition under field conditions. *Plant and Soil* 105: 133 - 139.

Müller, M.M, Sundman, V., Soininvaara, O. & Meriläinen, A. 1988. Effect of chemical composition on the release of nitrogen from agricultural plant materials decomposing in soil under field conditions. *Biology and Fertility of Soils* 6: 78 - 83.

Ohlander, L., G. Bergkvist, F. Stendahl & M. Kvist, 1996. Yield of catch crops and spring barley as affected by time of undersowing. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 46: 161 - 168.

Peltonen-Sainio, P., Rajala, A., Känkänen, H., Hakala, K. 2009. Improving farming systems in northern European conditions. *Teoksessa: Sadras, V.O. & Calderini, D. (toim.). Crop Physiology: Applications for Genetic Improvement and Agronomy. Amsterdam: Elsevier. s. 71 - 97.*

Pietola, L. & Alakukku, L. 2005. Root growth dynamics and biomass input by Nordic annual field crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 108, 2: 135 - 144.

Pietola, L., Nikolenko, O. & Alakukku, L. 2009. Root growth dynamics and biomass input by Nordic over-wintering biennial and perennial field crops. (Käsikirjoitus)

Rankinen, K., Salo, T., Granlund, K. & Rita, H. 2007. Simulated nitrogen leaching, nitrogen mass field balances and their correlation on four farms in southwestern Finland during the period 2000-2005. *Agricultural and Food Science* 16: 387 - 406.

Rekolainen, S., Pitkänen, H., Bleeker, A. & Felix, S. 1995. Nitrogen and phosphorus fluxes from Finnish agricultural areas to the Baltic Sea. *Nordic Hydrology* 26: 55 - 72.

Salo, T. & Turtola, E. 2006. Nitrogen balance as an indicator of nitrogen leaching in Finland.

Agriculture, Ecosystems & Environment 113: 98 - 107.

Salo, T., Lemola, R. & Esala, M. 2007. National and regional net nitrogen balances in Finland in 1990 - 2005. *Agricultural and Food Science* 16: 366 - 375.

Sturite, I., Henriksen, T. M. & Breland, T. A. 2007. Winter losses of nitrogen and phosphorus from Italian ryegrass, meadow fescue and white clover in a northern temperate climate. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 120: 2/4, 280 - 290.

Talgre, L., Lauringson, E., Roostalu, H., Astover, A., Eremeev, V. & Selge, A. 2009. The effects of pure and undersowing green manures on yields of succeeding spring cereals. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Plant Soil Science* 59: 1, 70 - 76.

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 - 249.

Wivstad, M. 1997. Plant morphology and content of nitrogen, cell wall and lignin at different phenological stages of red clover and yellow sweet clover. *Swedish Journal of Agricultural Research*. 27: 3 - 14.

OSA II

Syysrypsi viljojen aluskasvina – kokemuksia kasvukaudelta 2009

Marjo Keskitalo

SISÄLLYS

Johdanto	37
1. Näin kokeet tehtiin	37
2. Tulokset ja niiden tarkastelua	40
2.1. Syysrypsin kehittyminen	40
2.2. Syysrypsin vaikutus rikkakasveihin	43
2.3. Syysrypsin vaikutus viljojen kasvuun ja satoon	43
2.4. Syysrypsin vaikutus maan liukoisen typen määrään	45
2.5. Syysrypsien talvehtiminen	47
3. Johtopäätökset	48
Lähteet	51

Johdanto

Tietoa ja kokemuksia syysrypsin viljelystä viljojen aluskasvina tuotettiin varsinaissuomalaisilla maatiloilla sekä MTT:n Jokioisten kenttäkokeessa. Tavoitteena oli testata ideaa siitä, kehittykö syysrypsi viljan aluskasvina riittävästi, jotta rypsi voisi toimia loppusyksystä kerääjäkasvina pellolle mahdollisesti jääville ravinteille. Lisäksi kiinnosti kasvuston talvehtiminen satoa tuottavaksi seuraavana vuonna. Yksi syy syysrypsin valitsemiseksi koe- kasviksi oli se, että kaksivuotisena sen ensimmäinen satoa tuottamaton vuosi tulee viljan aluskasvina hyötykäyttöön. Syysmuotoisia kasvivaihtoehtoja tarvitaan myös kevätkuivuu- den voimistumisen takia sekä valkuaisomavaraisuuden parantamiseksi. Syysmuotoisten öljykasvien viljely on alkanut kiinnostaa uudestaan 2000-luvulla, ja niiden viljelyala on ollut viime vuosina Suomessa noin 300 - 600 hehtaaria. Alun perin öljykasvien viljelyn kehittä- minen Suomessa alkoi juuri syysmuotoisten kasvien viljelyllä noin 50 vuotta sitten.

1. Näin kokeet tehtiin

Neljä varsinaissuomalaista tilaa oli halukkaita kokeilemaan syysrypsyä vuonna 2009. Tilat suorittivat kaikki viljelytoimenpiteet itse sekä valitsivat syysrypsin kanssa viljeltävän viljan. MTT kävi tiloilla ottamassa maanäytteet 0 - 20 ja 20 - 60 cm syvyydeltä keväällä ennen lannoitusta ja syyskuussa ennen sadonkorjuuta, jolloin otettiin näytteitä myös maanpääl- lisestä kasvustosta (kuvat 1 ja 2). Onnistuneista syysrypsikasvustoista käytiin ottamassa tiloilta näytteitä vielä ennen routaa (29.10.2009). Näytteet otettiin kohdista, joissa syysryp- siä kasvoi aluskasvina ja kohdista, joissa sitä ei kasvanut. Kohdat merkattiin karttaan ja seuraavat näytteet otettiin samoista kohtaa. Tämän lisäksi teimme yleisiä havaintoja koko pellosta. Raportin tulokset perustuvat kuitenkin näytteenottokohtiin ja kaikilta osin ne eivät kuvaa koko pellon tilannetta.

Maatilakokeiden lisäksi tietoa saatiin Jokioisissa tehdystä MTT:n Kasvintuotannon kenttä- kokeesta, jossa verrattiin kahden syysrypsin kylvöajan merkitystä kasvuston kehittymiseen vehnän aluskasvina. Verranteena kokeessa olivat koejäsenet, joihin oli kylvetty joko pelk- kää kevätehnää tai syysrypsyä. Kaikilla koepaikoilla käytettiin Largo-syysrypsilajiketta.



Kuva 1. Maa oli muokkauskerroksen alla kovaa ja vaati voimaa näytteiden ototssa. Vasemmalla Jaana Nissi ja oikealla Aino Lahti MTT:stä. Kuva: Marjo Keskitalo

Kuva 2. Sadonkorjuuvaiheessa kerättiin näytteitä myös kasvustosta. Kuva: Marjo Keskitalo



Kylvö

Syysrypsi kylvettiin joko samanaikaisesti viljojen kanssa (Tilat 3 ja 4), päivää myöhemmin (MTT:n kylvöaika 1) tai viljojen rikkakasviruiskutusten jälkeen kesäkuussa (MTT:n kylvöaika 2) tai heinäkuussa (Tila 2). Syysrypsi kylvettiin joko syysvehnän (Tila 1), kevätvehnän (MTT ja Tila 4), kaksitahoisen ohran (Tila 3) tai monitahoisen ohran (Tila 2) aluskasviksi. MTT:ssä mukana oli lisäksi syysrypsin puhdaskasvusto. Jokioisten ja tilakokeiden viljelymenetelmistä on kerrottu taulukoissa 1 ja 2.

Taulukko 1. Syysrypsin kylvöajat ja -menetelmät MTT:n kenttäkokeessa sekä tiloilla.

Aluskasvi	Käytetty kylvömenetelmä		Kylvöaika 2009 (2008)	
	Vilja	Syysrypsi	Vilja	Syysrypsi
MTT	Kylvökoneella 4 - 5 cm:n syvyyteen	Kylvökoneella vehnäriivien väliin 1 - 2 cm syvyyteen	13.5.	aluskasvit 14.5. (kylvöaika 1) aluskasvi 9.6. (kylvöaika 2) puhdaskasvusto 7.7.
Tila 1	Suorakylvetty syysvehnä	Syysvehnäriivien väliin	syksy 2008	toukokuu
Tila 2	Kylvökoneella 4 cm:n syvyyteen	Pintaan hajakylvönä lautaslevittimellä	20.5.	Heinäkuun ensimmäisellä viikolla
Tila 3	Kylvökoneella 4 cm:n syvyyteen	Kylvökoneella 4 cm syvyyteen	25.5.	25.5., samanaikaisesti ohran kanssa
Tila 4	Suorakylvö 2 cm:n syvyyteen	Suorakylvö 2 cm syvyyteen	22.5.	22.5., samanaikaisesti vehnän kanssa

Taulukko 2. Viljojen ja syysrypsien kylvö- ja lannoitusmäärät MTT:n kenttäkokeessa ja tiloilla.

Aluskasvi	Kylvömäärä kg/ha		Typpilannoitus kg/ha (kevällä)	
	Vilja	Syysrypsi	Vilja	Syysrypsi
MTT	Kruunu-kevätvehnä 240 kg	5 kg	100 kg	0
Tila 2	Artturi-monitahoinen ohra 225 kg	5 kg	117 kg	0
Tila 3	Tipple-kaksitahoinen ohra 260 kg	8 kg	80 kg	0
Tila 4	Amaretto-kevätvehnä 300 kg	5 kg	80 kg	0

Kasvinsuojelu

Kasvinsuojelutoimenpiteet vaihtelivat paikasta toiseen. MTT:n kokeessa rikkakasvit torjuttiin Primus-valmisteella (tehoaine florasulaami) kesäkuun alussa vehnän puhdaskasvustosta sekä vehnästä, johon syysrypsi kylvettiin aluskasviksi kesäkuussa. Torjunnassa nou-

datettiin myyntipäällyksessä mainittua 7 vrk:n varoaikaa ennen syysrypsin kylvöä (9.6.). Toukokuussa perustetusta vehnästä, johon syysrypsi kylvettiin päivää myöhemmin sekä heinäkuussa kylvetystä syysrypsin puhdaskasvustosta, ei torjuttu rikkakasveja lainkaan. Vehnän sekaan kylvetystä aikaisesta syysrypsistä (kylvö 14.5.) torjuttiin kirppoja kolmeen kertaan touko-kesäkuussa. Myöhemmin kylvetyissä syysrypsissä kirppoja ei havaittu eikä ruiskutuksia tehty. Tiloilla (Tilat 3 ja 4) rikkakasvit torjuttiin glyfosaatilla joko syksyllä tai keväällä ennen viljojen kylvöä tai viljojen kylvön jälkeen muilla valmisteilla (Tilat 1 ja 2) Kirpparuiskutuksia tiloilla ei tehty. Havaintoja etanoiden syöntijäljistä tehtiin MTT:ssä sekä tiloilla (kuva 3).

Sadonkorjuu

Tilat korjasivat viljojen korjuun itse. Korjuuajat ajoittuivat elokuun lopulta (monitahoinen ohra 23.8.2009, Tila 2) syyskuun puoleenväliin (kevätehnät 7.9., MTT ja 16.9., Tila 4, sekä kaksitahoinen ohra 16.9., Tila 3).

2. Tulokset ja niiden tarkastelua

2.1. Syysrypsin kehittyminen

Syysrypsien ja viljojen kehittämisessä oli eroja tilojen välillä. Tilalla 1 syysvehnä oli erittäin rehevää, eikä tiheän kasvuston alla tavattu käytännöllisesti katsoen rikkoja eikä syysrypsijä. Tilalla 2 ohra oli puolestaan melko harvaa ja matalaa korjuuvaiheessa, mutta myöskään tässä kasvustossa syysrypsijä ei näkynyt tai jos niitä esiintyi, olivat ne vaaleita ja edelleen sirkkalehtivaiheessa. Syynä molemmissa tapauksissa oli viljojen kemiallinen rikkakasvien torjunta, joka oli tehty joko vain vähän ennen syysrypsin kylvöä varoajan ollessa vielä voimassa tai silloin, kun syysrypsi oli jo taimettunut.

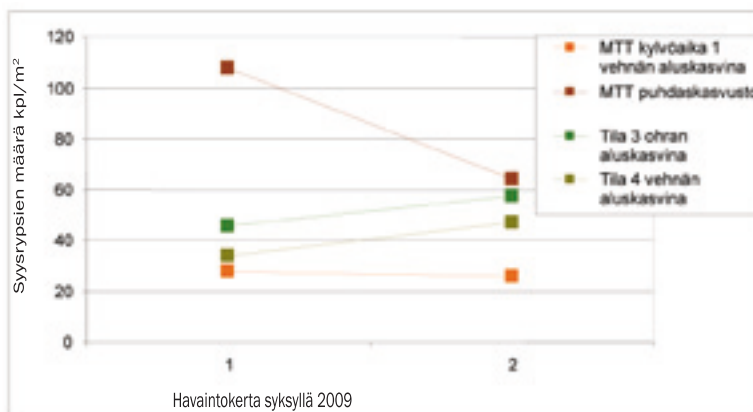
Sen sijaan Tiloilla 3 ja 4 syysrypsien kylvö onnistui ainakin osittain. Kummassakin tapauksessa viljojen rikkakasvien torjunta oli tehty ennen viljan kylvöä glyfosaatilla. Syysrypsit oli myös kylvetty viljan kylvön yhteydessä, toisin kuin tiloilla 1 ja 2, joissa syysrypsit kylvettiin myöhemmin. Tilan 3 ohrakasvusto oli hyvää tai kohtalaista ja syysrypsijä esiintyi vain tiettyssä kohtaa peltoa, josta myös raportissa mainitut näytteet otettiin. Tilan 4 vehnäkasvusto oli puolestaan muutoin rehevää, mutta tavanomaista harvempaa. Syysrypsijä kasvoi kautaltaan pellossa.



Kuva 3. Etanat söivät syysrypsin taimia jättäen paikoitellen vain lehtiruodit. Kuva: Marjo Keskitalo

MTT:n koelohkoilla molemmat syysrypsin kylvöajat taimettuivat, mutta erityisesti kesäkuussa kylvetty kärsi kuun lopun kuivuudesta sekä etanoiden syöntivioituksista. Vehnän korjuuvaiheessa syyskuussa rypsiä kasveja havaittiin tässä koejäsenessä enää harvakseltaan. Rypsiä määritettiin myös muissa koejäsenissä kasvukauden loppua kohti. Vehnän aluskasviksi toukokuussa (14.5.) kylvettyä rypsiä oli puintivaiheessa (8.9.2009) jäljellä 28 yksilöä ja myöhemmin (20.10.2009) enää 26 yksilöä neliöllä.

Kahdella tilalla (Tilat 3 ja 4) syysrypsit pystyivät kilpailemaan niin hyvin, että viljojen korjuuvaiheessa rypsiä olivat rehevässä kasvussa ja taimia oli näytteenotokohdissa noin 35 - 45 kpl/m². Myöhemmin syksyllä tehdyssä laskennassa rypsiä taimimääräksi saatiin 47 - 57 kpl/m² (kuva 4).

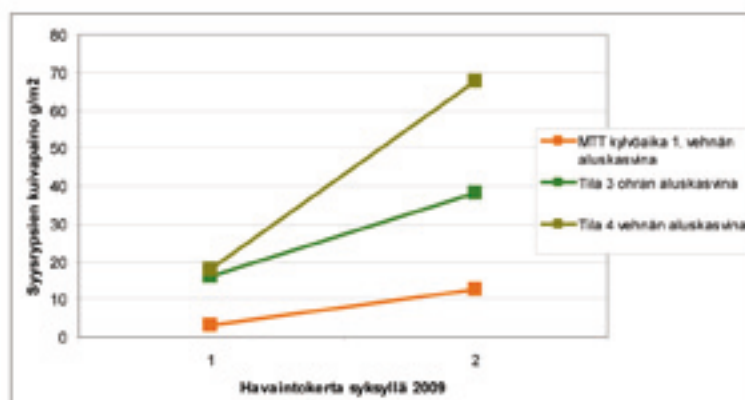


Kuva 4. Syysrypsien kappalemäärät (kpl/m²) alus- ja puhdaskasvustona MTT:n koelohkoissa sekä tilojen näytteenotokohdissa vuonna 2009. Havainnot tehtiin loppusyksystä: 1 = puintivaihe (MTT 8.9. ja tilat 15.9.), 2 = Ennen routaa (MTT 20.10. ja tilat 29.10.). MTT:ssä ja tilalla 3 syysrypsin kylvötiheys oli 150 (5 kg/ha) ja tilalla 4 noin 240 (8 kg/ha) itävää siementä/m².

Puintivaiheen jälkeen syysrypsien kuivapainot kasvoivat ja olivat loppusyksyllä ennen rou-
taa 2.4 - 3.9 kertaa suuremmat. Suurimmillaan syysrypsien kuivapainot olivat noin 12 - 67
g neliöllä riippuen koepaikasta (kuvat 5 ja 6).



Kuva 5. Syysrypsi kasvoi tilalla 4 erittäin reheväksi Kuva: Marjo Keskitalo

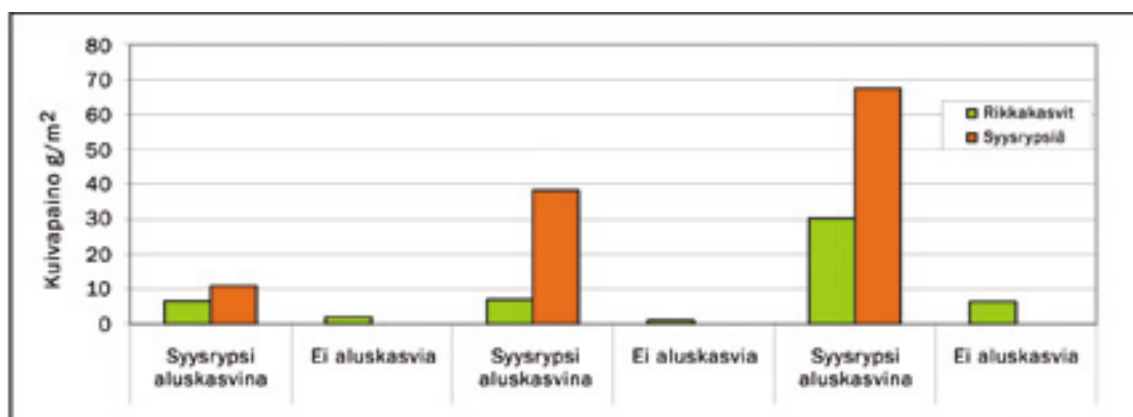


Kuva 6. Syysrypsien kuivapainot (g/m^2) viljojen aluskasvina MTT:n kokeessa sekä tilojen näytekoh-
dissa vuonna 2009. Havainnot tehtiin loppusyksystä: 1 = puintivaihe (MTT 8.9. ja tilat 15.9.), 2 =
Ennen routaa (MTT 20.10. ja tilat 29.10.). Vertailun vuoksi MTT:n rypsin puhdaskasvustojen kuiva-
painot olivat vehnän puintivaiheessa $398 \text{ g}/\text{m}^2$ ja ennen routaa $386 \text{ g}/\text{m}^2$.

2.2. Syysrypsin vaikutus rikkakasveihin

Syysrypsien viljely aluskasvina lisäsi jonkun verran näytekohtien rikkaruohottumista, mikä johtuu rikkakasvitorjunnan yhteensovittamisen vaikeudesta, kun viljellään viljoja ja leve-älehtisiä kasveja yhtäaikaisesti. Kylvö nimenomaan maahan sijoittamalla viljan kylvön kanssa samanaikaisesti tai seuraavana päivänä oli vuoden 2009 kokemuksen perusteella tärkeää. Näin rypsit saivat riittävästi kosteutta itämiseen. MTT:n koejäsenessä, jossa rypsi kylvettiin maahan sijoittaen vehnän rikkakasvien torjunnan jälkeen kesäkuussa, rypsit taimettuivat kohtalaisesti, mutta vaivoiksi tulivat silloin etanat. Niiden takia pelto oli käytännössä puhdas syysrypsistä syksyllä vehnän korjuun aikaan.

Rikkojen kuivapainot olivat näytekohdissa vehnän korjuuvaiheessa suuremmat kuin syysrypsien kuivapainot kaikilla koepaikoilla. Loppusyksyä kohti syysrypsit kasvoivat rehevästi, kun taas rikkojen kasvu tyrehtyi. Ennen routaa rypsien kuivapainot olivat tiloilla vähintään kaksinkertaiset rikkoihin nähden (kuva 7).



Kuva 7. Syysrypsien ja rikkojen kuivapainot (g/m²) MTT:n kokeessa sekä tilojen näytekohdissa vuonna 2009 ennen routaa (MTT 20.10 ja Tilat 29.10.). Poikkeuksen tekivät MTT:n rikkanäytteet, jotka otettiin jo 8.9

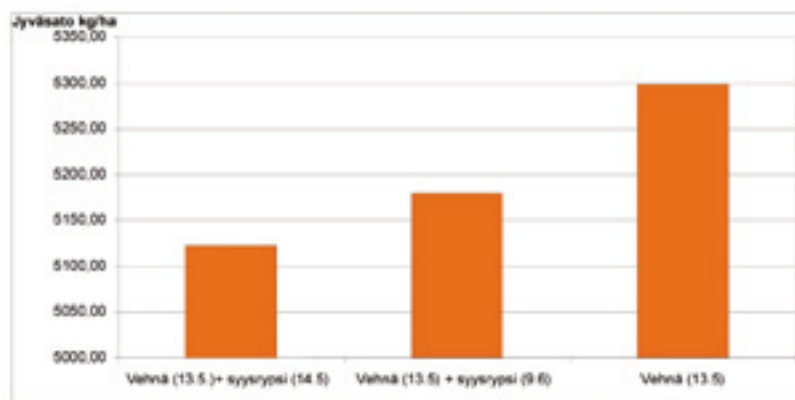
2.3. Syysrypsin vaikutus viljojen kasvuun ja satoon

Syysrypsit viljojen aluskasveina verottavat jonkun verran viljasatoja. Vehnäsadot alenivat MTT:n kokeessa noin 3 - 4 % eli kilomäärissä ilmoitettuna 175 kg/ha, kun seassa kasvoi aluskasvia. Ero oli tätäkin pienempi, kun syysrypsi oli kylvetty kesäkuussa (kuva 8). Tilan 3 näytekohtien neliösato aleni puolestaan kymmenisen prosenttia (65 g/m²) 650 grammasta 585 grammaan/m². Hehtaarisadoksi muutettuna ero olisi 650 kg/ha (kuva 9) ilman aluskasvia viljellyn ohran hyväksi. Tilalla 4 näyteneliöltä otetut vehnäsadot olivat puolestaan suurempia aluskasvipellossa verrattuna vehnän puhdaskasvustoon, mikä johtui alus-

kasvipellon paremmasta kasvukunnosta.

Viljojen yksilösadot vaihtelivat yhden gramman molemmin puolin. MTT:ssä vain aikainen aluskasvikylvös (syysrypsi kylvetty 14.5.) verotti vehnän yksilösatoja ($0,9 \text{ g/m}^2$) verrattuna vehnäsatoihin, jotka saatiin myöhäisestä syysrypsikylvöksestä ja vehnän puhdaskasvustosta (molemmat tuottivat $1,06 \text{ g/m}^2$). Myöhäisempi rypsikylvös sen sijaan aikaansai harvemman vehnäkasvuston, joka näkyi lievänä sadonalennuksena (kuva 8). Tiloilla sen sijaan syysrypsit alensivat näytekohtien viljayksilöiden jyväsatoja. Tilalla 3 kaksitahoiset ohrayksilöt tuottivat jyviä aluskasvipellossa $1,69$ grammaa ja puhdaskasvustossa $1,88$ grammaa. Tilalla 4 vehnäyksilöt tuottivat jyviä aluskasvipellossa $0,7$ g ja puhdaskasvustossa $0,76$ g.

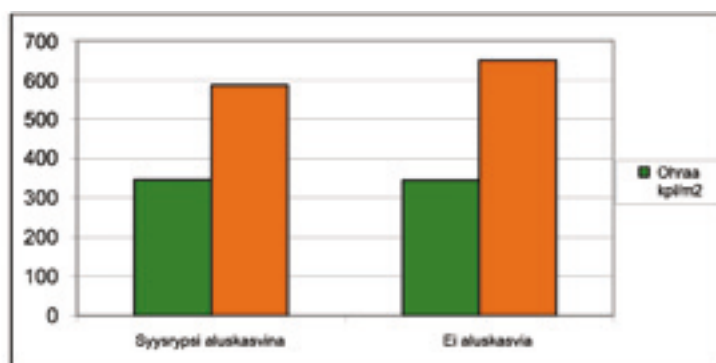
Syysrypsit vaikuttivat viljojen kasvutiheyteen eri tavalla. MTT:n kokeessa vehnien lukumäärä oli suurin silloin, kun syysrypsi oli kylvetty aluskasviksi päivä vehnän kylvön jälkeen. Ero vehnän puhdaskasvustoon oli noin 67 yksilöä/ m^2 . Todennäköisin syy on se, että maa traktoripyörien ja kylvövantaiden alla mureni sopivaksi vehnän taimettumiselle, kun taas muissa ruuduissa maahan saattoi jäädä kokkareita estämään vehnän itämistä. Syysrypsin kylvö kesäkuussa (9.6.) todennäköisesti vioitti sen verran kasvustoa, että vehnäyksilöitä oli näissä ruuduissa noin 10 kpl vähemmän neliöllä. Kaikki kasvustot olivat kuitenkin reheviä ja tiheitä eikä vehnäyksilöiden lukumäärällä todennäköisesti ollut merkitystä satoon.



Kuva 8. Kevätvehnän hehtaarisadot ruutusadoista laskettuna aluskasvin kanssa ja ilman MTT:n kokeessa 2009. Viljelykasvien kylvöpäivät on mainittu sulkeissa.

Tilan 3 näytekohtien ohrayksilöiden kappalemääriin aluskasveilla ei ollut vaikutusta, vaikka ne aiheuttivat noin 10 %:n sadonalennuksen. Tämä johtuikin siitä, että satoa saatiin vähemmän kasvuyksilöä kohti, kun samassa kohdassa kasvoi myös syysrypsiiä (kuva 9). Tilan 4 aluskasvipellossa vehnäyksilöiden määrä oli jopa 60 kpl/ m^2 suurempi (580 kpl/ m^2) ja tuotti noin 13 grammaa enemmän jyviä neliöllä verrattuna pelkkään vehnäpeltoon (vehnäyksilöitä 520 kpl/ m^2). Ero johtunee siitä, että pelto johon aluskasvit kylvettiin, sisälsi enemmän ravinteita ja olisi todennäköisesti ilman aluskasveja tuottanut selvästi suurem-

man vehnäsadon. Syysrypsi rehevänä aluskasvina lienee verottanut vehnän sadontuottoa ainakin tuon 10 % verran.



Kuva 9. Syysrypsin vaikutus ohrien määrään ja jyväsatoon tilan 3 näytekohdissa.

2.4. Syysrypsin vaikutus maan liukoisen typen määrään

Tiloilta 3 ja 4, joilla syysrypsi taimettui, otettiin maanäytteitä keväänäytteiden lisäksi viljan korjuuvaiheessa ja vielä ennen routaa.

Keväällä tiloilta 3 ja 4 otetuissa muokkauskerroksen (0 - 20 cm) maanäytteissä liukoista typpeä oli suurimmillaan 15 kg/ha, josta nitraattityppeä oli savimaalla (Tila 3) alle puolet ja multamaalla (Tila 4) yli puolet. Maanäytteitä otettiin myös syvemmältä. Useissa kohteissa maa oli kuitenkin niin kovaa tai maapatsas painui kairan alla syvemmälle, ettei kairaa saatu 60 cm tavoitesyvyyteen. Tämän takia tulokset esitetään muodossa 40/60 cm. Keskimäärin tilojen 3 ja 4 näytekohdissa oli keväällä liukoista typpeä 20 - 40/60 cm syvyydessä 4,4 - 8,25 kg/ha, jossa nitraatti- ja ammoniumtyppeä oli kutakuin saman verran.

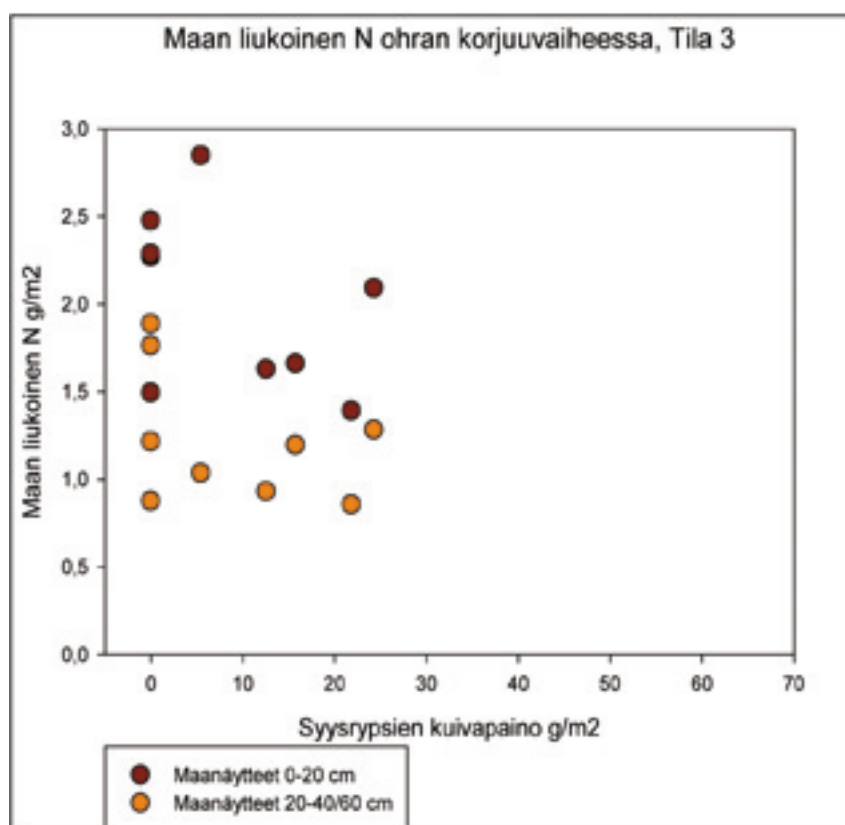
Syksyllä näytekohtien maan typpivarannoissa havaittiin köyhtymistä, kun syysrypsien kuiva-ainemäärä oli vehnän korjuun yhteydessä noin 15 g/m² ja kasvukauden lopulla noin 40 g/m² (taimia 40 - 60 kpl/m²). Rikkakasvien merkitystä typen sidonnassa ei voida sulkea pois. Rikkojen kasvu kuitenkin heikkeni loppusyksyä kohti, kun taas syysrypsit kasvoivat selvästi kasvukauden loppuun saakka.

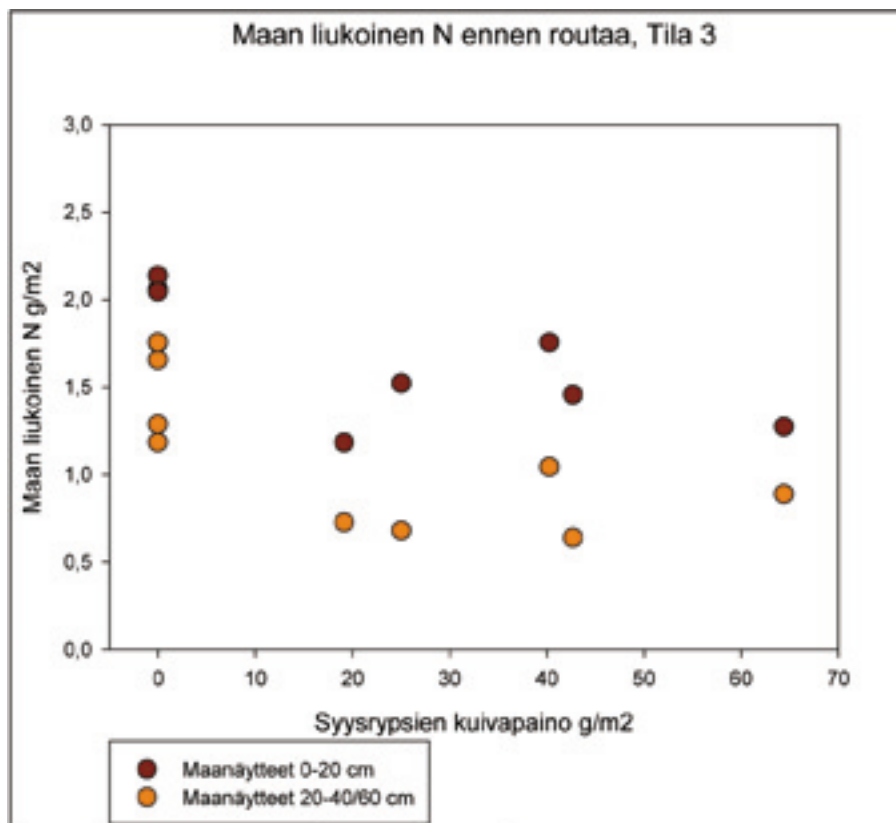
Tilan 3 näytekohtien tulosten perusteella kasvukauden aikana syysrypsit viljojen aluskasveina köyhdyttivät maata liukoiselta typeltä, mutta selvemmin vasta viljan korjuun jälkeen. Liukoisen typen määrä aleni syysrypsipellon muokkauskerroksessa 8 kg/ha, kun pelkän ohrapellon typpikuorma lisääntyi 1,2 kg/ha verran. Syvemmällä (20 - 40/60 cm) liukoinen typpi väheni syysrypsipellossa 4,3 kg/ha, kun taas pelkässä ohrakasvustossa typpeä tuli lisää saman verran (4,2 kg/ha) kasvukauden aikana. Lopputuloksena Tilan 3 näytekohtien perusteella syysrypsi köyhdytti puolimetristä maakerrosta liukoiselta typeltä 12,3 kg/ha, kun taas pelkkä ohrapelto lisäsi liukoisen typen kuormaa 5,4 kg/ha (taulukko 3).

Taulukko 3. Kahden maakerroksen liukoiseen typen määrät (kg/ha) Tilan 3 näytekohdissa kasvu-
kauden 2009 aikana. Luvut ovat neljän - viiden näytteen keskiarvoja.

Aluskasvi	Näytesyvyys cm	Näytteenotto		
		Ennen lannoitusta keväällä (1.5.09)	Ohrankorjuuvaihe (15.9.09)	Ennen routaa
Syysrypsi	0 - 20	22,4	19,2	14,4
	20 - 40/60	12,2	11,0	7,9
	Yhteensä 0 - 40/60	34,6	30,2	22,3
Ei aluskasvia	0 - 20	18,8	21,3	20,0
	20 - 40/60	10,5	14,3	14,7
	Yhteensä 0 - 40/60	29,3	35,6	34,7

Syysrypsien rehevän kasvun vaikutus näkyy myös kuvassa 10. Mitä suurempi syysrypsien kuivapaino neliötä kohti oli, sitä vähemmän siinä kohtaa maassa oli typpeä jäljellä. Syysrypsin vaikutus näkyi erityisesti ohran korjuuvaiheessa muokkauskerroksen köyhtymisenä ja ennen routaa myös syvemmältä otetuissa maanäytteessä. Tämä osoittaa samalla sen, että on tärkeää jättää aluskasvi kasvamaan viljan korjuun jälkeen, eikä lopettaa kasvustoa liian aikaisin.





Kuvat 10 ja 11. Syysrypsien kuivapainon (g/m^2) vaikutus maan (0 - 20 cm sekä 20 - 40/60 cm) liukoisen typen määrään (g/m^2) eri maanäytesyvyyksissä. Näytteitä otettiin vehnän korjuuvaiheessa sekä ennen routaa. Tummat ympyrät = muokkauskerroksen näytteet (0 - 20 cm), värilliset ympyrät = 20 - 40/60 cm:n syvyydeltä otetut näytteet. Syysrypsin kuivapainon ollessa 0, kohdassa ei kasvanut syysrypsyä lainkaan.

Liukoisen typen määrät olivat esimerkkikohdissa kohtuullisia, ja onkin mahdollista, ettei syysrypsin ravinteiden sidontakyky tullut kokonaisuudessaan testattua. Mikäli maassa olisi ollut enemmän typpeä, syysrypsit olisivat saattaneet sitoa suurempiakin typpimääriä. Koska syysrypsi kasvoi kokonaisuudessaan esimerkkipellolla epätasaisesti, todellisuudessa syysrypsien maan liukoista typpeä köyhdyttävä vaikutus jäi vähemmälle.

2.5. Syysrypsien talvehtiminen

MTT:ssä syysrypsikoe perustettiin suojaisaan kohtaan, jossa lumi on aiempina vuosina pysynyt maassa pitkään. Tällä tavoiteltiin mahdollisimman hyvää syysrypsien talvehtimistä. Syysrypsijä tavattiinkin syksyllä 2009 erityisesti koejäsenessä, johon aluskasvi oli kylvetty

vehnän kylvön yhteydessä keväällä sekä rypsin puhdaskasvustosta. Lumi ja sen myötä myös kovat pakkaset tulivat joulukuussa, ja hanget peittivät peltoa kevääseen asti. Tästä huolimatta vain osa syysrypsin puhdaskasvustosta talvehti satoa tuottaviksi kasveiksi.

Vain Tilan 4 syysrypsien talvehtimistä käytiin tarkkailemassa vielä toukokuussa 2010, sillä Tilan 3 pelto oli saanut lopettamistuomion jo syksyllä 2009. Tilan 4 näytekohtien kasvustonäytteissä syysrypsyä oli jäljellä keväällä 2010 keskimäärin vajaat 6 kpl/m², kun niitä syksyllä oli kymmenkertainen määrä. Kuiva-ainetta kasvunsa aloittaneissa yksilöissä oli keväällä keskimäärin runsaat 16 g/m², kun syksyn näytteissä kuivapaino oli vajaa 40 g/m². Kokonaisuutena, myös Tilan 4 syysrypsikasvustot olivat keväällä sen verran aukkoiset, että pelto lopulta muokattiin muiden kasvien kylvöä varten. Tämän takia hankkeen toista tavoitetta eli tiedon tuottamista aluskasvien sadontuottokyvystä seuraavana vuotena, ei voitu tämän pidemmälle selvittää.

3. Johtopäätökset

Johtopäätöksiä lukiessa kannattaa muistaa se, että tulokset kuvaavat nimenomaan näytekohtien tuloksia, ei koko pellon tilannetta, jonka esittämiseen luotettavalla tavalla olisi tarvittu moninkertaisesti enemmän näytteenottoja.

Aluskasvin viljely vaatii viljelijältä hieman enemmän työtä ja asiaan paneutumista verrattuna pelkkään viljan viljelyyn. Syysrypsyä on mahdollista viljellä erilaisten viljojen aluskasveina, mutta tietoa niiden perustamisesta ja sopivien teknologisten menetelmien kehittämistä tarvitaan. Lisää tietoa tarvitaan muun muassa siitä, miten saadaan aikaan tasainen aluskasvikasvusto.

Ohran lisäksi syysrypsyä saattaa olla mahdollista viljellä kevätvehnän aluskasvina, jolloin kuitenkin vehnä tulee kylvää tavanomaista harvemmaksi. Syysrypsyä aluskasvina viljelevien tulee varautua siihen, ettei täystiheää viljapeltoa ole välttämättä silloin mahdollista perustaa. Tiheän ja tuottoisan viljakasvuston aikaansaaminen samalla, kun varmistetaan riittävästi valoa syysrypsin alkukehitykseen viljan seassa myöhempää rehevöitymistä varten, on siis edelleen haaste.

Parhaaksi syysrypsin kylvöajaksi ja menetelmäksi osoittautui hankkeessa se, kun rypsi kylvetään sijoittaen maahan samanaikaisesti tai seuraavana päivänä viljan kylvön kanssa, jolloin pintamaassa oli riittävästi kosteutta itämiseen. Tosin tätäkin menetelmää tulee kehittää, sillä yhtä aikaa kylvettäessä syysrypsit voivat itää epätasaisesti. Käytetyt syysrypsin kylvömäärät (5 - 8 kg/ha) osoittautuivat samanarvoisiksi, sillä syysrypsin taimettumiseen ja kasvuun vaikuttivat niin monet muut tekijät, ettei siemenmäärä ollut ratkaiseva.

Rikkakasvien hallinnan kannalta viljan tulisi olla tiheää, mikä kuitenkin tuo haasteita kunollisen syysrypsikasvuston aikaansaamiseksi. Syysrypsyä viljan kanssa yhtä aikaa kylvet-

täessä rikkakasveja ei voi torjua enää kasvustosta, joten ennakoiva torjunta tulee entistä tärkeämmäksi. Optimaalista torjunta-ainetta, joka tehoaisi rikkoihin viljan ja rypsin säilyttämisen ei ole tähän mennessä kehitetty. Rikkakasveja kannattaakin yrittää torjua jo ennen kylvöä, jotta viljojen kylvötiheyden alarajan käyttö olisi mahdollista syysrypsikasvustojen alkukehityksen helpottamiseksi. Rikkakasvien torjunta-aineiden kanssa tulee olla varovainen, sillä viljoille sallitut rikkakasvien torjunta-aineet tappavat syysrypsit, mikäli torjunta tehdään ennen varoajan päättymistä tai syysrypsien olleessa jo taimella.

Syysrypsit viljan seassa eivät jää piiloon tuholaisiltakaan, vaan kirppojen torjuntaan sirk-kalehtivaiheessa tulee varautua. Harmia saattavat aiheuttaa myös etanat, jotka pystyvät tuhoamaan syysrypsit täysin. Erityisesti aluskasvuston etanat voivat tuhota täysin, mikä jo muutoinkin on puhdaskasvustoa harvempaa.

Mikä on sitten riittävän tiheä kasvusto, jotta syysrypsit voisivat toimia kerääjäkasvina? Selvitys ei anna suoraa vastausta tähän, mutta syysrypsikasvusto, jonka näytekohdissa oli kasvukauden lopulla 20 - 60 grammaa kuiva-ainetta neliöllä, vähensi liukoisen typen määrää verrattuna tapaukseen, jossa syysrypsä ei ollut ja ohra kasvoi yksinään. Rypsin kasveja oli typen sidontakykyisessä kasvustossa lähemmäs 60 kappaletta neliöllä, mikä on 2/5 kylvetystä 8 kg/ha siemenmäärästä. Aluskasvien lisäksi pellossa oli puhdaskasvustoja enemmän rikkoja. Nekin sitovat ylimääräravinteita, mutta saattavat pitkällä aikavälillä kasvattaa rikkojen siemenpankkia ja sitä kautta heikentää pellon tuottavuutta. Yhtälö riittävän tiheästä aluskasvustosta ylimääräravinteita sitoakseen ja samalla tuottavasta viljakasvustosta saattaa olla vaikea toteuttaa. Esimerkkitapauksessamme neliöltä laskettu ohrasato oli noin 10 % pienempi, kun sen seassa kasvoi maan liukoisen typen köyhdyttämisen kannalta sopiva rypsin kasvusto. Melko vähäisenkin määrä syysrypsijä saattaa näkyä muuttaman prosentin sadon laskuna, millä tosin ei välttämättä ole taloudellista merkitystä.

Kiinnostavaa on tietää, kuinka paljon maaperän tyyppiä syysrypsit voivat sitoa. Selvityksessä mukana olevien näytekohtien typpimäärät olivat näytteenottoaikoina kohtuullisia. Kokeilun perusteella syysrypsit aluskasvina voisivat köyhdyttää maan liukoisen typen varoja puolen metrin maakerroksessa runsaalla 12 kilolla (12,3 kg/ha), kun aluskasvittoman pellon typpivarat nousisivat runsaalla viidellä (5,4 kg/ha) kilolla. Menetelmistä koituisi vajaan 18 kilon ero maan liukoisen typen määriin hehtaaria kohti, mikäli syysrypsit ja ohra kasvaisivat kauttaaltaan näytekohtien tapaan. Tulee kuitenkin muistaa se, että todellisuudessa syysrypsit kasvoivat epätasaisesti ja pellossa oli myös täysin aukkoisia kohtia, joten menetelmistä koituva ero liukoiseen tyyppiin jäi selvästi 18 kiloa vähäisemmäksi kyseisessä pellossa.

Hankkeen toisesta tavoitteesta – tiedon tuottamisesta syysrypsin sadontuotosta – saatiin kokemus, jonka perusteella ainakin Largo-syysrypsilajikkeen talvehtiminen on hyvin epävarmaa Etelä-Suomen kasvuoloissa. Siitäkin huolimatta, että vuoden 2009 - 2010 talvi oli tavanomaista lumisempi ja lumi peitti maata yhtäjaksoisesti kevääseen asti, säilyi syysrypsin puhdaskasvustosta arviolta kolmasosa satoa tuottavaksi kasviksi. Tämäkin saattaisi riittää rypsin rehevän kasvutavan ansiosta käytännön viljelyksillä. Aluskasvipellossa syysrypsijä oli kuitenkin harvemmassa ja talvi vei loputkin kasvit. Näillä näkymin odotukset aluskasvien sadontuottokyvystä talven jälkeen eivät näytä Largo-lajiketta käyttäen todentuntuilta.

Syysrypsin perustamisesta aluskasviksi, vaikutuksesta viljasatoihin ja maan liukoisen ty-
pen köyhdyttämisestä saatiin kokemusta, joka toivon mukaan hyödyttää lukijaa omien ym-
päristöä säästävien viljelytoimenpiteiden toteuttamisessa.

Lähteet

Keskitalo, M., Känkänen, H. & Pahkala, K. 2010. Aluskasveistako seuraavan vuoden sato-
kasveja - kokemuksia syysmuotoisista erikoiskasveista vehnällä. Teoksessa: Hopponen,
A. (toim.). Maataloustieteen päivät 2010, 12. - 13.1.2010. Suomen maataloustieteellisen
seuran tiedotteita 26. 1 s. www.smts.fi/jul2010/poste2010/067.pdf.

Känkänen, H. (toim.) 2001. Viherkesannot ja aluskasvit viljan viljelyssä. Viljelymenetelmät
-tutkimuksen loppuseminaari, Jokioinen 7.3.2001. MTT, Jokioinen. MTT:n julkaisuja, sarja
B 25: 41 s.

Tuulos, A. & Mäkelä, P. 2007. Syysrypsin voi kylvää samanaikaisesti suojaviljan kanssa.
Maaseudun tiede 2: 11.

Tuulos, A. & Mäkelä, P. 2008. Syysrypsin kylvö kevätiljaan. Teoksessa: Hopponen, A.
(toim.). Maataloustieteen Päivät 2008, 10.-11.1.2008. Suomen maataloustieteellisen seu-
ran tiedotteita 23. 5 s. www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Posterit/ps092.pdf.

OSA III

Kokemuksia kerääjäkasvien käytöstä

Kaisa Riiko

SISÄLLYS

Johdanto	53
1. Kerääjäkasvit kokeiluna TEHO-hankkeen tiloilla	54
2. Kerääjäkasvien erilaisia käyttötapoja TEHO-tiloilla	55
2.1. Tilojen tuotantosuunnat ja viljelykasvivalikoimat	55
2.2. Kerääjäkasvit aluskasveina	55
2.3. Kerääjäkasvit kylvettynä viljojen, rypsin ja härkäpavun jälkeen	59
2.4. Kerääjäkasvit kylvettynä kesäperunan jälkeen	60
3. Kerääjäkasvien viljelytekniikkaa	62
3.1. Käytetyt siemenmäärät ja syntyvät siemenkustannukset	62
3.2. Kylvöajankohdat ja kylvötekniikka	63
3.3. Rikkakasvien torjunta ja kerääjäkasvien vaikutus rikkakasvitilanteeseen	65
3.4. Kerääjäkasvikasvuston lopetus	66
4. TEHO-hankkeen viljelijöiden kokemukset kerääjäkasvien käytön vaikutuksista	66
4.1. Kerääjäkasvikasvustojen onnistumiseen vaikuttaneita tekijöitä	66
4.2. Vaikutus lohkon rikkakasvi- ja kasvitautitilanteeseen	67
4.3. Vaikutus pääkasvin satoon ja korjuuajankohtaan	68
4.4. Vaikutus maan rakenteeseen ja vesi- ja ravinnetalouteen	69
4.5. Merkittävimmät kerääjäkasvien viljelyyn motivoivat tekijät	69
4.6. TEHO-hankkeen kerääjäkasvikokeilujen mittaustuloksista	70
5. Johtopäätökset	71
Lähteet	72

Johdanto

Kerääjäkasvien viljely on ollut ympäristötuen lisätoimenpiteenä nykyisessä vuosien 2007 - 2013 ympäristötukiohjelmassa. Kerääjäkasveilla tarkoitetaan ympäristötuen lisätoimenpiteenä pääsatokasvin kylvön yhteydessä kylvettävää aluskasvia tai pääsatokasvin sadonkorjuun jälkeen kylvettävää pyydyskasvia. Lisätoimenpiteen ehtojen mukaan aluskasviksi voi kylvää raiheinää tai muita heinä- ja nurmikasveja, apiloita tai näiden siemenseoksia. Pyydyskasviksi voidaan lisätoimenpiteen ehtojen mukaan kylvää ohraa, kauraa, raiheinää tai muita heinä- ja nurmikasveja, rehurapsia, rypsiä, hunajakukkaa tai apiloita tai näiden kasvien siemenseoksia. Toimenpiteen ehdot säätelevät myös sitä, milloin kasvuston lopettaminen on sallittua. Lisätoimenpiteen ehtona on, että alus- tai pyydyskasveja viljellään vuosittain 25 %:lla tilan ympäristötukikelpoisesta peltoalasta (Maaseutuvirasto 2007).

Varsinais-Suomessa kyseisen lisätoimenpiteen on valinnut 103 tilaa (alle 2 % kaikista tiloista), Satakunnassa 32 tilaa (alle 1 % kaikista tiloista). TEHO-hankkeen 122 tilasta kahdeksan on valinnut kerääjäkasvien viljelyn ympäristötuen lisätoimenpiteeksi. Koko Kerääjäkasvitoimenpide on siten selvästi kaikkein vähiten valittu peltoviljelyn lisätoimenpide ympäristötuen tuessa.

Yhtenä syynä tämän lisätoimenpiteen vähäiseen suosioon saattaa olla se, että toimenpidettä ja kerääjäkasvien viljelyn monia mahdollisuuksia tunnetaan varsin heikosti. Siksi hankkeessa haluttiin tehdä toimenpidettä tunnetuksi viljelijöiden keskuudessa viljelykokeilun avulla. Tavoitteena oli samalla hankkia kerääjäkasvien viljelystä lisää käytännön kokemuksia.

1. Kerääjäkasvit kokeiluna TEHO-hankkeen tiloilla

TEHO-hankkeessa tarjottiin mahdollisuutta kerääjäkasvien viljelykokeiluun tiloille, joilla ei ollut aikaisempaa kokemusta asiasta. Hankkeen tiloille tarjottiin kasvukausina 2009 ja 2010 mahdollisuus kokeilla kerääjäkasvien viljelyä siten, että hanke korvasi kerääjäkasvien siemenkustannuksia enimmillään 5 hehtaarin alalle tilaa kohti. Vuonna 2009 kokeiluun lähti mukaan kuusi tilaa. Kerääjäkasvien viljelyn vaikutuksia seurattiin havainnoimalla kasvustoa silmämääräisesti ja seuraamalla maan liukoisen typen pitoisuuksia maanäytteiden avulla.

Vuonna 2010 kokeiluun ilmoittautui alun perin 11 tilaa, mutta lopulta näistä vain neljä kokeili kerääjäkasveja. Kevään hankalien sääolosuhteiden takia kylvöt viivästyivät monin paikoin. Tämän takia seitsemällä tilalla ei suunnitelmista huolimatta kerääjäkasveja kylvetty, vaan keskityttiin varsinaisten pääsatokasvien kylvöihin. Perustettuja kasvustoja seurattiin kesän ja syksyn 2010 aikana havainnoimalla, mutta maaperän tyyppiä ei mitattu.

Lisäksi kerääjäkasvien viljelyä on harjoitettu kahdella muulla TEHO-hankkeen tilalla ilman lisätoimenpidevalintaa, ja myös näiden tilojen viljelykokemukset sisältyvät tähän raporttiin. Esitettävät tulokset perustuvat siis 18 TEHO-hankkeen viljelijän kokemuksiin. Mukana on myös kolmen pidempään kerääjäkasveja viljelleen hankkeen ulkopuolisen viljelijän kokemuksia.

Kerääjäkasvien viljelyä tutkitaan myös Uudellamaalla vuonna 2009 aloittaneessa RaHa-hankkeessa (Ravinnehuuhtoumien hallinta). Hankkeiden välillä on jaettu kokemuksia sekä kerääjäkasvikokeilujen suunnittelusta että käytännön viljelykokemuksista. Tässä julkaisussa kuvatut viljelijäkokemukset perustuvat kuitenkin pääasiassa TEHO-hankkeen viljelijöiden kokemuksiin.

Seuraavissa luvuissa kuvailtujen kerääjäkasvien viljelyn käytännön kokemusten osalta on tärkeää muistaa, että kasvukauden sääoloilla on hyvin merkittävä vaikutus siihen, miten sekä pääsatokasvi että aluskasvi kunakin vuonna menestyvät. Siksi yksittäisistä kokemuksista ei voida tehdä kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Toivomme silti, että näistä kokemuksista olisi hyötyä kerääjäkasvien viljelystä kiinnostuneille viljelijöille.

2. Kerääjäkasvien erilaisia käyttötapoja TEHO-tiloilla

2.1. Tilojen tuotantosuunnat ja viljelykasvivalikoimat

Kerääjäkasvien viljelyn ympäristötuen lisätoimenpiteeksi valinneista TEHO-hankkeen tiloista kuusi oli tavanomaisessa viljelyssä olevia kasvinviljelytiloja, joista vain yhdellä oli ennestään nurmikasveja viljelyssä. Kaksi tiloista oli luomutiloja, joiden viljelykierrossa nurmet olivat muutenkin mukana. Tiloilla oli viljelty kerääjäkasveja jo neljän vuoden ajan, ja tilojen vuosittainen kerääjäkasvipinta-ala vaihteli tilan viljelykasvien kokonaispinta-alasta riippuen välillä 10 - 60 ha, ollen keskimäärin 26 ha vuodessa.

Hankkeen kannustamana kerääjäkasveja kokeilleista tiloista seitsemällä ei ollut normaalisti nurmikasveja viljelyssä lainkaan. Kerääjäkasveja TEHO-hankkeen kokeiluna viljelleillä tiloilla vuotuinen viljelypinta-ala oli 3 - 5 ha. Kerääjäkasvien viljelyä ilman ympäristötuen lisätoimenpidevalintaa kokeilleet kaksi tilaa olivat luomutiloja, samoin kuin kolme hankkeen ulkopuolista, jo pidempään kerääjäkasveja viljellyttä tilaa.

2.2. Kerääjäkasvit aluskasveina

Kerääjäkasveja käytettiin TEHO-tiloilla yleisimmin viljojen ja nimenomaan kevätiljojen aluskasveina. Yleisimmin aluskasvia oli kokeiltu ohralla, mutta myös vehnä ja kaura mainittiin. Kerääjäkasvien viljelykokemukset olivat hyvin samansuuntaiset kaikkien kevätiljojen osalta, erot kokemuksissa aiheutuivat enemmänkin aluskasvin kylvöajankohdan tai kylvötekniikan eroavaisuuksista. Näitä viljelytekniikkaan liittyviä kysymyksiä käsitellään tarkemmin luvussa 3. Neljällä tilalla oli käytetty aluskasvia myös syysviljojen kanssa.

TEHO-hankkeen tiloista vain yksi oli kokeillut kerääjäkasvien käyttöä rypsin aluskasvina, sen sijaan kaikki kolme haastateltua hankkeen ulkopuolista tilaa olivat käyttäneet aluskasveja myös öljy- ja palkokasvien kanssa. Öljykasvien kanssa oli käytetty italianraiheinää, timoteitä ja valkoapilaa, palkokasvien kanssa italianraiheinää ja timoteitä.

Heinäkasvit

Heinäkasveista TEHO-hankkeen tiloilla oli kokeiltu italianraiheinää, westerwoldinraiheinää, timoteitä ja nurminataa. Eniten käytettiin italianraiheinää joko yksin tai seoksena apilan kanssa kahdeksalla tilalla. Westerwoldinraiheinää oli kokeiltu kahdella tilalla, ja muita nurmiheiniä joko puhtaina tai seoksina kahdella tilalla.



Kuva 1. Timotei kevätvehnän aluskasvina. Kuva: Tynelän tila, Juuso Joonas

Apilat

Apiloita oli käyttänyt viljojen aluskasvina puhdaskasvustoina neljä tilaa, joista kaksi valkoapilaa, yksi puna-apilaa ja yksi sekä puna- että valkoapilaa. Lisäksi sekä puna- että valkoapilaa oli viljely seoksina italianraiheinän kanssa kolmella tilalla, ja yhdellä tilalla oli käytetty aluskasvina alsikeapilaa seoksena italianraiheinän kanssa.



Kuva 2. Valkoapila kevätropsin aluskasvina. Kuva: Tynelän tila, Juuso Joonas



Kuva 3. Kerääjäkasvikokeilu Eurajoella TEHO-hankkeen tilalla vuonna 2009. Kerääjäkasvina italianraiheinä-valkoapila-seos. Kerääjäkasvi kylvetty keväällä pääsatokasvin kylvön yhteydessä piensiemenkylvölaatikon kautta, multaus kylvökoneen jälkiharalla. Lohkolta korjattu pääsatokasvina ohraa 6000 kg/ha. Keskellä näkyy verranteeksi ilman kerääjäkasvia jätetty kaista. Kuva otettu 16.9.2009 Kuva: Anne Soppa



Kuva 4. Eurajoen kerääjäkasvilohko myöhemmin syksyllä. Italianraiheinä on edelleen hyvässä kasvussa. Kuva otettu 28.10.2009. Kuva: Kaisa Riiko



Kuva 5. Rikkakasvitilanne Eurajoen kerääjäkasvikoelohkon verrannekaistalla 28.10.2009. Kuva: Kaisa Riiko



Kuva 6. Lähikuva kohdasta jossa kerääjäkasvia, sama lohko kuin edellisessä kuvassa. Valkoopilaa näkyy vain vähän, samoin rikkoja. Eurajoki 28.10.2009. Kuva: Kaisa Riiko

Öljykasvit

Öljykasvit eivät ole nykyisen kerääjäkasvit -lisätoimenpiteen mukaan sallittuja aluskasveina, mutta viljan korjuun jälkeen kylvettävänä pyydyskasveina niitä voi käyttää (Maaseutuvirasto 2007).

Hankkeen tiloista kuusi oli kokeillut syysrypsiä viljojen aluskasvina. Tavoitteena näillä tiloilla oli aluskasvin viljelykokeilun lisäksi jättää kasvusto talven yli seuraavan vuoden satokasviksi.



Kuva 7. Syysrypsi luomurukiin aluskasvina Huittisissa. Syysrypsi kylvetty rukiin joukkoon hajalevityksenä ilman multausta kesäkuun alussa. Syksyllä lohkolla oli rypsin taimia runsaasti, mutta vain pieni osa ehti riittävän suureksi talvehtimista ajatellen. Kuva otettu 19.11.2009. Kuva: Pirkko Valpasvuo-Jaatinen

2.3. Kerääjäkasvit kylvettynä viljojen, rypsin ja härkäpavun jälkeen

Kerääjäkasvi on mahdollista kylvää myös pyydyskasviksi viljojen, rypsin ja palkokasvien puinnin jälkeen. Ongelmana saattaa olla lyhyeksi jäävä kasvu-aika syksyllä. Aluskasviksi kylvetty kasvi saa tähän verrattuna huomattavasti pidemmän kasvuajan, kun kasvi on jo valmiiksi orastunut/taimettunut ja valmiina voimakkaaseen kasvuun siinä vaiheessa kun

varjostava pääkasvi puidaan. Kuitenkin sellaisina vuosina, jolloin sadonkorjuu tapahtuu aikaisin, tai esimerkiksi aikaisilla syysviljoilla ja ohrilla, saattaisi puinnin jälkeen kylvettävä kerääjäkasvi meilläkin olla varteenotettava vaihtoehto.

TEHO-hankkeen viljelijöistä yksi oli kokeillut rypsiä viljan jälkeen kylvettävänä kerääjäkasvina. Rypsi oli kuitenkin lähtenyt huonosti kasvuun, eikä lopputulos ollut viljelijän mukaan kovinkaan rohkaiseva. Hyvin kasvaessaan rypsi kuitenkin kehittyi nopeasti maata peittäväksi ja ehtii todennäköisesti myös sitomaan ravinteita, joten rypsin kylvö pyydyskasviksi voisi kuitenkin olla jatkossa edelleen hyvä kokeilujen kohde.

2.4. Kerääjäkasvit kylvettynä kesäperunan jälkeen

Kasvukaudella 2010 kokeiltiin TEHO-hankkeen toimesta myös valkosinapin käyttöä heinäkuun alkuun mennessä nostettavan ns. kesäperunan jälkeen kylvettävänä kerääjäkasvina. Kokeilu toteutettiin kahdella Satakunnassa sijaitsevalla perunantuotantoon erikoistuneella tilalla, joista toinen oli TEHO-hankkeen tila, toinen hankkeen ulkopuolinen tila. Valkosinappi kiinnosti tiloja kokeilukasvina, koska valkosinapilla saattaa olla myös maata ankeroisesta puhdistavaa vaikutusta perunanviljelyssä (Plant Solutions 2011).



Kuva 8. Taka-alalla kesäperunan jälkeen 31.7.2010 kylvetty valkosinappikasvusto, verranteena etu-ala ilman kerääjäkasvia. Kerääjäkasvi lähti nopeasti kasvuun. Kuva otettu 2.9.2010. Kuva: Anu Lil-lunen



Kuva 9. Lähikuva valkosinapista kerääjäkasvina Ulvilassa. Sinappi on kylvetty kesäperunan jälkeen 9.8.2010. Kuva on otettu 23.9.2010. Sinappi jatkoi vahvaa kasvua aina lokakuun lopulle asti, jolloin kasvusto murskattiin. Kasvuston korkeus oli tällöin n. 70 cm. Kuva: Kaisa Riiko



Kuva 10. Viereisellä loholla maa on perunan noston jälkeen paljaana, ja maan pinta alttiina liettymiselle. Kuva on otettu 23.9.2010. Kuva: Kaisa Riiko

Kesäperunan noston jälkeen pyydyskasvi saatetaan päästä kylvämään jo heinäkuun alussa, jolloin pyydyskasvin kasvu-aika muodostuu pitkäksi. Kasvukaudella 2010 sinappi kylvettiin äärimmäisen kuivan heinäkuun takia vasta elokuun alkupuolella sateen jälkeen. Valkosinappi lähti nopeasti kasvuun. Se peitti ja suojasi muutoin paljaaksi jäävän maan sekä piti rikkakasvit kurissa niin että loppukesän mekaaninen tai kemiallinen torjunta jäivät tarpeettomiksi. Valkosinappia pyydyskasvina kokeilleet viljelijät arvostivat sen kykyä peittää ja sitoa maata, suojaten siten eroosiolta. Maahan muokattiin lokakuussa runsas vihermassa. Viljelijät arvioivat runsaan vihermassan parantavan maan kasvukuntoa. Yhden kasvukauden kokemukset olivat näin erittäin myönteiset. Jos kasvukauden 2011 kokemukset valkosinapin esikasvivaikutuksista ovat hyviä, voitaisiin päätellä, että ainakin perunan jälkeen pyydyskasvin viljelyä kannattaisi suosia.

Pyydyskasvin käyttö kesäperunan jälkeen saattaa varjostaa rikkoja niin, että loppukesän mekaaninen tai kemiallinen rikkakasvitorjunta jää tarpeettomaksi.

3. Kerääjäkasvien viljelytekniikkaa

3.1. Käytetyt siemenmäärät ja syntyvät siemenkustannukset

TEHO-hankkeen tilojen käyttämät kerääjäkasvien siemenmäärät olivat varsin alhaisia verrattuna esimerkiksi Känkäsen tutkimuksessa käytettyihin määriin (Känkänen 2010). Italianraiheinän siemenmäärät vaihtelivat välillä 3 - 7 kg/ha, timotein välillä 3 - 8 kg/ha ja westerwoldinraiheinän välillä 4 - 6 kg/ha. Useimmilla tiloilla heinäkasvien siemenmäärä oli n. 4 - 6 kg/ha. Hankkeen ulkopuoliset tilat olivat käyttäneet selvästi tätä suurempia siemenmääriä, n. 10 - 15 kg/ha raiheinää ja 8 - 12 kg/ha timoteitä.

Myös apilan kylvömäärät olivat varsin pieniä, valkoapilalla 1,5 - 3 kg/ha, puna-apilalla 2 - 4 kg/ha. Hankkeen ulkopuolisilla tiloilla apiloiden kylvömäärät olivat samaa luokkaa.

Kylvömäärät olivat TEHO-hankkeen tiloilla samaa luokkaa riippumatta kylvötekniikasta tai kylvöajankohdasta. Viljelijöiden kokemusten mukaan näinkin pienillä kylvömäärillä oli saatu aikaan kohtuullisia kasvustoja, mikäli olosuhteet itämiselle olivat olleet kohtuulliset. Taustalla saattoi myös olla huoli siitä, että liian suurella siemenmäärällä kerääjäkasvi saattaisi alentaa pääsatokasvin satoa. Toisaalta kaksi hankkeen ulkopuolista tilaa, joilla käytettiin suurempia heinäkasvien siemenmääriä, katsoivat kokemuksen osoittaneen, että siemenmäärän tulee olla suurempi hyvän lopputuloksen varmistamiseksi.

Syysrypsin käytetty siemenmäärä TEHO-hankkeen tiloilla oli 9 kg/ha. Perunan jälkeen kylvettävän sinapin kylvömäärä oli 13 - 15 kg/ha. Sinapin siemenmääränä käytettiin puhdistussinapin suositeltua kylvömäärää, mutta pyydyskasvikasvuston perustamiseen olisi saattanut riittää hieman pienempikin määrä, sillä kasvusto kehittyi hyvin tiheäksi (vrt. kuva 9).

Kerääjäkasvien siemenkustannuksiksi yleisimmin käytetyillä siemenmäärillä muodostuu italianraiheinällä n. 8,0 €/ha (5 kg/ha á 1,6 €/kg), timoteilla n. 10,5 €/ha (5 kg á 2,1 €/kg), valkoapilalla n. 17 €/ha (2 kg/ha á 8,5 €/kg), puna-apilalla n. 29,7 €/ha (3 kg/ha á 9,9 €/kg) ja valkosinapilla n. 148 €/ha (14 kg á 10,6 €/ha) joulukuun 2010 hintatasolla (Naturcom Oy 2010). Kerääjäkasvi -lisätoimenpiteen tuki on 13 €/ha (Maaseutuvirasto 2007), ja tuki maksetaan tilan kaikille ympäristötukikelpoisille hehtaareille. Jos kerääjäkasveja viljellään tuen vähimmäisehtojen mukaisesti 25 %:lla tilan ympäristötukikelpoisesta alasta, muodostuu tuen määräksi 52 € kerääjäkasvihehtaaria kohti. Kerääjäkasvin viljelyn kokonaiskustannusten arvioinnissa pitää siemenkustannuksen lisäksi ottaa kuitenkin huomioon myös kylvökustannukset, mahdolliset kasvaneet torjunta-ainekustannukset tai lisääntyneiden rikkakasvien kustannukset sekä mahdollinen pääsatokasvin sadon aleneminen.

3.2. Kylvöajankohdat ja kylvötekniikka

Eniten TEHO-hankkeen viljelijöitä askarrutti kerääjäkasvien viljelyssä sopivan kylvötekniikan löytäminen. Kylvömenetelmän tulisi varmistaa kerääjäkasville hyvä kasvuunlähtö, mutta kuitenkin niin että ylimääräisiä ajokertoja tulee mahdollisimman vähän ja rikkakasvien torjunta on edelleen mahdollista.

Kevätkylvöisen pääsatokasvin ja aluskasvin kylvö samaan aikaan on useimpina vuosina varmin tapa. Perinteinen tapa on kylvää heinäsiemen suojaviljan joukkoon erillisellä ajokerralla ristiin ajaen. Tästä aiheutuu kuitenkin ainakin yksi ylimääräinen ajokerta kylvöaikaan. Jos tilalla on kylvökoneeseen liitettävä erillinen heinäsiemenlaatikko, sujuu kylvö yhdellä ajolla, ja siemen tulee kylvettyä sopivan pintaan, kuitenkin mullattuna. Mikäli erillistä heinäsiemenlaatikkoa ei ole, helppo ja joka tilalla käytettävissä oleva menetelmä on sekoittaa kerääjäkasvin siemen pääsatokasvin siemenen joukkoon kylvökoneen siemenlaatikossa, ja kylvää sitten suhteellisen matalaan, noin neljän sentin syvyyteen. Syyskylvöisten kasvien oraan joukkoon kerääjäkasvin siemen on myös varmintaa kylvää mahdollisimman varhain keväällä, kun maassa on vielä kosteutta eikä maan pinta ole kuorettunut kovaksi.

Aluskasvien yleisin kylvöajankohta TEHO-hankkeen tiloilla oli keväällä kevätiljan kylvön yhteydessä. Viisi hankkeen tiloista sekoitti aluskasvina käytettävän italian- tai westerwoldinraiheinän siemenen suoraan viljan siementen joukkoon kylvökoneen siemenlaatikossa, ja kylvi viljan normaalisti n. 4 - 5 cm:n syvyyteen. Kahdella tilalla oli ollut käytössä erillinen heinäsiemenlaatikko, jolla aluskasvin siemen oli saatu kylvettyä samalla ajolla viljan kylvön kanssa niin, että siemen jäi melko pintaan mutta tuli kuitenkin kevyesti mullattua. Yksi tila oli kylvänyt aluskasvin lannoitevantaiden kautta, ja kahdella tilalla oli kerääjäkasvi kylvetty erikseen laahavannaskoneella heti viljan kylvön jälkeen. Syyskylvöisten kasvien aluskasvin siemen kylvettiin hajakylvönä oraan joukkoon toukokuussa.

Parhaat tulokset oli saatu kylvämällä aluskasvin siemen erikseen heti kylvön jälkeen tekemällä kylvökoneella toinen ajokerta, tai käyttämällä heinäsiemenlaatikkoa kylvökoneen takana. Toisaalta kasvukauden olosuhteet vaikuttivat tässäkin niin, että kuivana kesänä 2010 ei edes perinteisellä tavalla erikseen kylvetyn nurmikasvuston perustaminen välttämättä onnistunut.

Kun kerääjäkasvisiemenet sekoitetaan pääsatokasvin siemenen joukkoon kylvökoneen laatikossa, saadaan aluskasvi kylvettyä samalla ajolla pääsatokasvin kanssa, eikä tarvita erityisiä koneinvestointeja. Tällä kylvötekniikalla oli saatu viljelijöiden mukaan aikaan ”riittävän hyviä” kasvustoja. Syksyllä puinnin jälkeen havaittavissa olikin jonkin verran raiheinää. Tosin kasvustot olivat epätasaisia, heinä kasvoi jossain määrin tuppaina, ja osalla alasta ei kasvanut kerääjäkasvia lainkaan. Kasvusto oli selvästi heikompi kuin samalla siemenmäärällä perustettu, erillisellä ajokerralla kylvökoneella matalaan kylvetty tai heinäsiemenlaatikon kautta kylvetty raiheinä. Siten kerääjäkasvin kylvöä viljan siementen joukkoon sekoitettuna ei voida pitää suositeltavana tapana. Myös apilan kylvöä samoista vantaista pääsatokasvin kanssa oli kokeiltu. Tässä tulokset olivat vielä huonommat kuin raiheinän kohdalla. Ilmeisesti apila on vielä herkempi syvälle kylvämisen suhteen kuin esim. italianraiheinä. Kerääjäkasvin siemenen kylvö viljan siemenen joukossa ei siten ole

paras suositeltava vaihtoehto, mutta lienee käyttökelpoinen, jos muuta vaihtoehtoa ei ole käytettävissä. Tällöin on syytä ainakin lisätä käytettävää siemenmäärää.



Kuva 11. Italianraiheinä vehnän aluskasvina. Aluskasvin siemen on kylvetty sekoitamalla siemen kylvösiemenen joukkoon kylvökoneen laatikossa. Kasvusto on epätasainen ja heinä kasvaa tuppaina. Kuva: Kaisa Riiko

Keväällä tapahtuvan kerääjäkasvin kylvön kohdalla ongelmaksi saattaa tulla rikkatorjunnan hoitaminen. Erityisesti muut kuin heinämäiset kerääjäkasvit ovat herkkiä useimmille yleisesti käytetyille rikkakasvien torjunta-aineille. Samoin rikkakasviäestys saattaa vahingoittaa juuri kasvan alkuun päässeitä kerääjäkasvin taimia.

Toinen tapa aluskasvikasvuston perustamiseen onkin odottaa kunnes vilja on orastunut, jolloin kylvö voidaan suorittaa rikkakasviruiskutusten jälkeen tai rikkaäestyksen yhteydessä. TEHO-hankkeen tiloista kolme oli kylvänyt kerääjä-

kasvin hajakylvönä keskipakoislevittimellä rikkaruiskutusten jälkeen, ja kolme hajakylvönä keskipakois- tai pneumaattisella kylvökoneella rikkakasviäestyksen yhteydessä. Suurimpana ongelmana tässä yhteydessä mainittiin riittävän ison työlevyden saavuttaminen erityisesti kevyitä siemeniä, kuten raiheinää kylvettäessä. Tällä hetkellä Suomessa on yleisesti käytössä sähköllä toimivia keskipakoislevittimiä, joilla työleveys kuitenkin jää helposti vain noin kuuteen metriin kevyillä siemenillä. Rypsiillä ja apiloilla on helpompi saavuttaa tätä suurempi työleveys. Osa lannoitteiden keskipakoislevittimistä soveltuu myös kerääjäkasvien siementen kylvöön, koska niissä kylvömäärä voidaan säätää hyvin pieneksi. Ongelmaksi jää edelleen riittävän työlevyden saavuttaminen etenkin lohkoilla, joilla ajourien väli on 16 m, kevyillä siemenillä jo 12 m:n ajouravälillä.

Yksi ratkaisu ongelmaan voisi olla kasvinsuojeluruiskuun liitettävä pneumaattinen kylvölaite, jollaisia on jo jonkin aikaa ollut Suomessa saatavilla 12 metrin työlevydellä. Tämä tekniikka oli jo käytössä kahdella tilalla rikkakasviäkeeseen liitettynä, jolloin saavutettiin tasainen kylvötulos haluttaessa jopa 12 metrin työlevydellä. Pneumaattisen kylvökoneen etu on myös sen tarkkuus keskipakoislevittimeen verrattuna. Rikkaäkeeseen yhdistetyn kylvöyksikön etuna on myös, että rikkaäes samalla rikkoo maan pintaa ja kevyesti multaa aluskasvin siemenen. Tällöin kasvuun lähdön olosuhteet ovat paremmat verrattuna siihen, että siemen jää suoraan maan pinnalle. Vuoden 2011 alussa on aloitettu jopa 24 metrin työlevyden saavuttaminen, traktorin keulalle kiinnitettävien pneumaattisten piensiem-

kylvökoneiden tuonti Suomeen. Ensimmäiset kokemukset näiden käytöstä kerääjäkasvien kylvössä Suomen oloissa saadaan kasvukaudella 2011.

3.3. Rikkakasvien torjunta ja kerääjäkasvien vaikutus rikkakasvitilanteeseen

Aluskasvin viljely saattaa vaikuttaa käytettävien rikkakasvitorjunta-aineiden käyttömahdollisuuteen tavanomaisilla tiloilla. Hankkeen tiloista kaksi oli tämän takia aikaistanut rikkakasviruiskutusta normaalista, jotta aluskasvirypsin kylvöön olisi päästy mahdollisimman aikaisin. Viljelijöiden kokemuksen mukaan tämän seurauksena lohkolle oli kuitenkin ollut enemmän rikkoja kuin normaalin ruiskutusajankohdan tilanteessa. Myös myöhästettyä ruiskutusta oli kokeiltu, jotta aluskasvi olisi pidemmälle kehittyneenä kestänyt paremmin torjunta-aineen.

Valtaosa hankkeen tavanomaisessa viljelyssä olevista tiloista oli kuitenkin tehnyt normaalit rikkakasviruiskutukset joko niin, että käytettävä aine oli sovitettu aluskasvillekin sopivaksi tai niin, että aluskasvi oli kylvetty vasta rikkakasviruiskutuksen jälkeen. Näistä tiloista viisi arvioi, että aluskasvin viljelyllä ei ollut vaikutusta lohkon puinnin jälkeiseen rikkakasvitilanteeseen. Kahden viljelijän arvion mukaan aluskasvi vähensi puinnin jälkeistä rikkojen määrää ruiskutetuillakin lohkolle. Yksi tila jätti kokonaan tekemättä normaalin rikkojen kemiallisen torjunnan aluskasviloikolla, ja viljelijän mukaan aluskasvi vähensi selvästi rikkoja.



Kuva 12. Italianraiheinä kerääjäkasvina 2010 Huittisissa. Kylvö tehty erikseen laahavannaskoneella ohran kylvön jälkeen. Lohkolle ei ole tehty rikkakasvitorjuntaa. Kuivan kesän takia raiheinä pääsi kunnolla kasvuun vasta kesän loppupuolella. Lohkolta korjattu ohrasato oli noin 2000 kg/ha. Kuva otettu 29.9.2010. Kuva: Kaisa Riiko

3.4. Kerääjäkasvikasvuston lopetus

TEHO-hankkeen tiloista noin puolet lopetti kerääjäkasvikasvuston syksyllä, toinen puoli jätti kasvuston kevääseen saakka. Suorakylvölohkoilla kerääjäkasvi lopetettiin keväällä normaalilla glyfosaattikäsittelyllä ennen seuraavan kasvuston kylvöä. Yksi hankkeen tiloista pui kerääjäkasvilohkot erityisen pitkään sänkeen, jolloin maan pinnalle tuli kerääjäkasvimassan lisäksi mahdollisimman vähän olkisiilppua. Tämä jätti viljelijän mukaan sänkikeroksen ilmapaksi ja nopeutti myös keväistä kuivumista. Osa tiloista kynsi tai kevytmuokkasi kerääjäkasvikasvuston keväällä. Yhdelläkään hankkeen tiloista kerääjäkasvikasvusto ei ollut haitannut seuraavan satokasvin kylvöä. Ilmeisesti kerääjäkasvi ei ehdi yhden kasvukauden aikana muodostaa niin suurta juuristoa, että se vaatisi esim. erillisiä muokkaustoimia. Monivuotisten nurmien juuristot sen sijaan saattavat vaikeuttaa nurmen lopettamisen jälkeisiä muokkaus- ja kylvötöitä.

Mikäli kerääjäkasvilohko jätetään syksyllä kokonaan muokkaamatta, kannattaa pääsatokasvi puida mahdollisimman pitkään sänkeen. Tällöin sänkikerros jää ilmapaksi ja maan pinta kuivuu keväällä nopeammin.

4. TEHO-hankkeen viljelijöiden kokemukset kerääjäkasvien käytön vaikutuksista

4.1. Kerääjäkasvikasvustojen onnistumiseen vaikuttaneita tekijöitä

Merkittävimmin kerääjäkasvikasvuston onnistumiseen vaikuttanut tekijä oli viljelijöiden kokemusten mukaan kasvukauden sää- ja erityisesti kosteusolosuhteet. Kuivana alkukesänä pintaan jäänyt siemen itää heikosti ja saattaa mahdollisen itämisen jälkeenkin helposti kuivua, jos sopivia sateita ei tule.

Syysrypsi kärsi tuhoeläinten, ilmeisesti etanoiden ja kirppojen aiheuttamista vioituksista. Kesän 2009 neljästä syysrypsyä kokeilleesta TEHO-tilasta vain yhdellä oli pääsatokasvin korjuun jälkeen havaittavissa aluskasvirypsiä jäljellä, muilta lohkoilta rypsi oli kokonaan tuhoutunut.

Myös kylvötekniikan ja kylvön ajankohdan merkitys oli kasvustojen onnistumisen kannalta melko suuri. Kaikkein tiheimmät kerääjäkasvikasvustot oli saatu aikaan kylvämällä kerääjäkasvi pääsatokasvin kylvön yhteydessä, joko samalla ajokerralla heinänsiemenlaatikon avulla tai erillisellä ajokerralla ristiin ajaen. Kuitenkin myös myöhemmin kasvukaudella pe-

rustettu kerääjäkasvikasvusto oli joissakin tapauksissa menestynyt hyvin, ilmeisesti otollisten säiden ansiosta.

4.2. Vaikutus lohkon rikkakasvi- ja kasvitautilanteeseen

Noin puolet hankkeen tiloista oli sitä mieltä, että aluskasvin viljely ei ollut vaikuttanut rikkakasvitilanteeseen lohkoilla. Toisaalta lähes puolet oli sitä mieltä, että aluskasvin viljely oli vähentänyt rikkojen määrää. Rikkojen määrää vähentävä vaikutus ilmeni erityisesti syksyllä sadonkorjuun jälkeen, kun aluskasvi varjosti maata ja aiheutti näin kilpailua rikkakasvien kanssa. Kaksi hankkeen tiloista oli kuitenkin kokenut, että aluskasvin käyttö oli lisännyt rikkoja aikaisen rikkakasviruiskutuksen takia.

Joillakin TEHO-hankkeen tiloilla oli käytännössä havaittu, että alsikeapila ja westerwoldinraiheinä saattavat ehtiä tuottamaan itämiskykyisiä siemeniä kerääjäkasvina viljeltäessä. Normaalisti tästä ei koidu haittaa kerääjäkasvin viljelyä seuraavina vuosina. Viljelijät, jotka olivat havainneet kerääjäkasvia seuraavan vuoden kasvustossa, kokivat sen jopa eduksi, kun näin saatiin kerääjäkasvikasvusto, joskin heikohko, ilman erillistä kylvöä. Seuraavana vuonna kasvustossa esiintynyttä vähäistä määrää kerääjäkasvia ei millään tilalla koettu kovin haitallisenä. Kerääjäkasvin kasvun jatkumisesta saattaa kuitenkin aiheutua hankaluutta nurmikasvien siementuotantoon etenkin luomutiloilla, kun loholla jää kasvamaan vieras laji tai lajike. Kolmella kyselyyn vastanneella nurmikasvien siementuotantotilalla oli kokemusta siitä, että kerääjäkasvina käytetty apila oli haitannut vieraana lajikkeena tulevien vuosien siementuotantoa.

Nurmikasvien siementuotantotiloilla kannattaa kiinnittää erityistä huomiota kerääjäkasvivalintoihin niillä lohkoilla, joilla on tulevana vuosina tarkoitus tuottaa virallista nurmikasvien kylvösiementä.

Ylivoimaisesti suurin osa kerääjäkasveja kokeilleista viljelijöistä oli sitä mieltä, että kerääjäkasvilla ei ollut vaikutusta lohkon tautitilanteeseen. Kaksi viljelijää pohti, että kerääjäkasvin käyttö voisi jopa alentaa lohkon tautipainetta, ja piti sitä tärkeänä tavoitteena. Yksi viljelijä pohti, että liian suureksi kasvaessaan aluskasvi, esim. apila, saattaa kuitenkin lisätä tautiriskiä loholla, jos sen takia kasvusto pysyy kosteampana.

4.3. Vaikutus pääkasvin satoon ja korjuuajankohtaan

Westerwoldinraiheinä kasvoi pääkasvin läpi kahdella tilalla, etenkin kohdissa, joissa pääkasvina olleet ohra ja vehnä olivat heikommät. Raiheinän korren nouseminen viljakasvuston yläpuolelle koettiin myös jossain määrin häiritsevänä näköiseksi. Molemmilla tiloilla westerwoldinraiheinä oli kylvetty keväällä viljan kylvön yhteydessä. Ohran aluskasviksi kylvetty westerwoldinraiheinä oli sekoitettu pääsatokasvin siemenen joukkoon, vehnäkasvustoon raiheinä oli kylvetty heinäsiemenlaatikosta. Läpi kasvanut raiheinä alensi viljelijän arvion mukaan voimakkaasti vehnän satoa, mutta ohran satoon läpikasvun ei arvioitu vaikuttaneen. Läpikasvua ja sadon alenemista oli tapahtunut myös yhdellä tilalla, jolla oli kokeiltu italianraiheinää herneen aluskasvina. Toisaalta samalla tilalla on käytetty hernettä suojaajilana timotein siemennurmia perustettaessa, jolloin läpikasvua ei ole tapahtunut.

Riski aluskasvin läpikasvamiseen liittyy viljelijöiden kokemusten mukaan erityisesti tilanteisiin, jolloin pääkasvi jostain syystä jää tavallista heikommaksi. Myös eri aluskasvien kasvuominaisuuksissa on eroa, joten osa niistä kasvaa herkemmin pääkasvia haittaavaksi. Valko-apila, timotei ja italianraiheinä eivät olleet millään haastatelluista tiloista aiheuttaneet ongelmia viljojen aluskasvina, puna-apila ja westerwoldinraiheinä satunnaisesti. Härkäpavun aluskasvina mikään kokeilluista aluskasveista (syysrypsi, kevätrypsi, italianraiheinä, timotei, nurminata) ei aiheuttanut näkyvää haittaa pääkasville. Herneen aluskasvina ainoastaan italianraiheinä oli ollut ongelmallinen, timotei sen sijaan ei haitannut herneen kasvua pääkasvina.

Aluskasvin vaikutus pääkasvin satoon ja mahdollinen läpikasvaminen riippuvat eniten kasvukauden sääoloista ja siitä miten ne suosivat sekä pääkasvin että aluskasvin menestymistä. Jos on pelkoa aluskasvin kehittymisestä niin nopeasti, että siitä on haittaa pääkasville, voi olla turvallisempaa kylvää aluskasvi vasta pääkasvin ollessa jo oraalla tai taimettunut. Muuten kannattaa pyrkiä kylvämään aluskasvi mahdollisimman varhain hyvän kasvuston aikaansaamiseksi.

Ylivoimaisesti suurin osa kerääjäkasveja kokeilleista hankkeen viljelijöistä oli sitä mieltä, että aluskasvin käyttö ei ollut vaikuttanut pääkasvin satoon, ainakaan niin että sen olisi voinut silmämääräisesti havaita. Kaksi viljelijää arvioi, että aluskasvi oli voinut hieman lisätä satoa, ja kaksi arvioi aluskasvin läpikasvun alentaneen satoa. Yksikään kyselyyn vastanneista tiloista ei uskonut aluskasvilla olleen vaikutusta pääkasvin korjuun ajankohtaan.

4.4. Vaikutus maan rakenteeseen ja vesi- ja ravinnetalouteen

Lähes kaikilla tiloilla oltiin sitä mieltä, että kerääjäkasvien viljelyllä on suotuisa vaikutus maan rakenteeseen. Esimerkiksi syksyllä kerääjäkasvikasvustoa muokattaessa maa muokkautui ja murustui hyvin. Osa viljelijöistä oli sitä mieltä, että jo yhden kerääjäkasvuoden juurimassan määrä oli maan rakenteen kannalta eduksi. Lisäksi viljelijät odottivat kerääjäkasvien viljelyn lisäävän maan humuspitoisuutta. Moni näki kerääjäkasvien viljelyn olevan tärkeää juuri maan kasvukunnon kannalta: ”Jokainen heinänkorsi on eduksi pitkään yksipuolisessa viljelyssä olleille lohkoille”.

Maan vesitalouteen ei kerääjäkasvien viljelyllä ollut havaittavia vaikutuksia. Viljelijät pohtivat, että mahdolliset myönteiset vaikutukset maan vesitaloudessa ovat odotettavissa vasta kerääjäkasvien pidempään jatkuvan käytön jälkeen. Kasvuston kosteusolosuhteisiin osa viljelijöistä uskoi kerääjäkasvin vaikuttavan tasaavasti niin, että kuivissa olosuhteissa kerääjäkasvi suojaa ja tasaa maan kosteutta, kosteissa olosuhteissa taas tasaa olosuhteita haihduttamalla. Useammalla oli kokemusta siitä, että kerääjäkasvi syksyllä jatkoi haihduttamista pitkään niin, että esimerkiksi syyskynnön aikaan maa oli kerääjäkasvilohkoilla kuivempaa ja kyntö sujui paremmin kuin kasvipeitteettömillä lohkoilla. Suurimmalla osalla viljelijöistä ei kuitenkaan ollut selkeää kantaa kerääjäkasvien vaikutuksesta pellon kosteusolosuhteisiin, tai he eivät uskoneet niillä olevan vaikutusta.

Ajatukset kerääjäkasvien esikasvivaikutuksesta vaihtelivat. Noin puolet arvioi kerääjäkasveilla olevan joko suoraa lannoitusvaikutusta, tai ainakin myönteinen esikasvivaikutus maan rakenteen ja humuspitoisuuden paranemisen ansiosta. Toinen puoli arvioi, että kerääjäkasvin viljelyllä ei olisi esikasvivaikutusta tai ainakin sitä on kovin vaikea arvioida. Samoin mahdolliset vaikutukset typpitalouteen jäivät usean viljelijän mukaan lähinnä ”uskon asiaksi”, kun näitä vaikutuksia ei ole silmämääräisesti mahdollista havaita.

4.5. Merkittävimmät kerääjäkasvien viljelyyn motivoivat tekijät

TEHO-hankkeen kerääjäkasveja kokeilleista viljelijöistä vain kaksi oli pettynyt kerääjäkasvien viljelyyn, tai ei nähnyt sen kautta saatavan mainittavaa hyötyä. Pettymykset liittyivät toisella tilalla aluskasvimenetelmällä perustetun syysrypsikasvuston epäonnistumiseen, ja toisella tilalla yleensäkin heikosti menestyneisiin aluskasvikasvustoihin. Ylivoimaisesti suurin osa viljelijöistä oli tyytyväisiä kerääjäkasvien käyttöön. Merkittävin esille tuotu hyöty liittyi mahdollisuuden parantaa maan rakennetta ja humuspitoisuutta normaalin viljelyn ohella. Osa toi esille myönteisenä vaikutuksena myös kerääjäkasvien esikasvivaikutuksen esimerkiksi typen sidonnan kautta.

Kerääjäkasvien maanparannusvaikutus, eli lisääntyvä kasvi- ja juuristomassa ja syvälle ulottuvat juuristot, onkin mahdollista havainnoida paljain silmin, ilman erityisiä mittauksia tai näytteenottoja. Osa tiloista uskoi jo yhden vuoden perusteella maahan jääneen juuristomassan vaikuttavan edullisesti lohkon tilaan, mutta vielä useampi uskoi kerääjäkasvien

viljelyn parantavan maan rakennetta, humuspitoisuutta ja muokkautuvuutta nimenomaan pitkällä tähtäimellä. Kerääjäkasvien käyttö mainittiin erikseen myös mahdollisena keinona humuspitoisuuden kasvattamiseen lohkoilla, joille ei korkean P-luvun takia ole mahdollista levittää karjanlantaa.

Viljelijöiden mukaan ravinteiden sidontaa tai typensitojakasvien mahdollista typpivaikutusta sen sijaan ei pysty silmämääräisesti havainnoimaan, kuten ei myöskään mahdollisia ravinnevalumia tai kerääjäkasvien niitä vähentävää vaikutusta. Ehkä siksi tämä ominaisuus ei myöskään noussut yhtä tärkeäksi viljelyä motivoivaksi tekijäksi kuin kerääjäkasvin maanparannusvaikutus.

Yhtenä kerääjäkasvien viljelyn etuna tuli esille myös vähentynyt rikkakasvien määrä. Tämä mainittiin erityisen tärkeänä luonnonmukaisen tuotannon kohdalla. ”On se aina parempi että siellä kasvaa syksyllä heinää tai apilaa kuin rikkaruohoa”.

4.6. TEHO-hankkeen kerääjäkasvikokeilujen mittaustuloksista

Kesällä 2009 aloitettiin kolmella tilalla maasta tehtävät typpimittaukset. Mittauksia oli tarkoitus tehdä joka kokeilulohkolta neljä: keväällä ennen kerääjä- ja pääkasvin kylvöä, syksyllä puinnin jälkeen, syksyllä juuri ennen roudan tuloa ja vielä seuraavana keväänä ennen kylvöjä. Koelohkojen kerääjäkasvikasvustot eivät kuitenkaan menestyneet toivotulla tavalla. Syysrypsi joutui ilmeisesti etanoiden syömäksi, ja heinäkasvikasvustot jäivät kovin harvoiksi. Syksyllä maanäytteitä otettiin vielä muiltakin, alun perin tutkimussuunnitelman ulkopuolelle jätetyiltä lohkoilta, joilla kasvustot olivat menestyneet paremmin. Näiltä lohkoilta maanäytteet otettiin myös seuraavana keväänä eli keväällä 2010. Näytteiden määrä jäi kuitenkin kokonaisuutena niin vähäiseksi, että niistä ei voida tehdä tilastollisia analyysijä. Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty saadut mittaustulokset. Näistä voidaan havaita, että nitraatti- ja ammoniumtyppipitoisuudet olivat varsin alhaisia jo lähtötilanteessa (2009 ennen kylvöä) ja että sama tilanne jatkuu myös muina ajankohtina otetuissa näytteissä. Näissä tuloksissa ei siis näy mitään varsinaista eroa verranteen ja kerääjäkasvin välillä. Aineisto on kuitenkin niin pieni (toistojen määrät ilmoitettu taulukossa), ettei sen pohjalta voi tehdä mitään suoranaisia johtopäätöksiä kerääjäkasvien vaikutuksista maaperän typpipitoisuuksiin. Lisäksi vuosien välistä vaihtelua ei näistä tuloksista voida havaita, koska näytenäytteet vaihtelevat eri näytteenottokerroilla. On myös muistettava, että myös typpitaseilla on vaikutusta kerääjäkasveista saatuun hyötyyn. Ei voida odottaa, että esimerkiksi lohkolta, jolla oli kasvanut ohraa ja aluskasvina valkoapilan ja raiheinän seosta, olisi syksyllä paljoa kasvilta käyttämättä jäänyttä tyypeä jäljellä, koska lohkon typpitase oli kymmeniä kiloja alijäämäinen.

Taulukko 1. TEHO-tiloilla mitatut maaperän nitraattityppipitoisuudet eri näytteenottokerroilla vuosina 2009 - 2010. Suluissa on esitetty otettujen näytteiden lukumäärä. (Mittayksikkö mg/l)

	2009 ennen kylvöä	2009 puinnin jälkeen	2009 ennen routaa	2010 ennen kylvöä
Verranne 0 - 20 cm	6,2 - 9,5 (n=2)	4,5 - 6,2 (n=2)	3,4 - 6,2 (n=7)	5,0 - 5,6 (n=3)
Kerääjäkasvi 0 - 20 cm	8,4 - 10,1 (n=3)	5,0 - 10,1 (n=3)	1,7 - 6,7 (n=8)	5,0 - 5,6 (n=3)
Verranne 20 - 60 cm	5,0 - 6,7 (n=2)	3,9 - 4,5 (n=2)	4,5 - 5,6 (n=7)	5,6 - 6,7 (n=3)
Kerääjäkasvi 20 - 60 cm	2,8 - 3,4 (n=3)	3,4 - 5,6 (n=3)	1,7 - 7,8 (n=8)	3,9 - 4,5 (n=3)

Taulukko 2. TEHO-tiloilla mitatut maaperän ammoniumtyppipitoisuudet eri näytteenottokerroilla vuosina 2009 - 2010. Suluissa on esitetty otettujen näytteiden lukumäärä. (Mittayksikkö mg/l)

	2009 ennen kylvöä	2009 puinnin jälkeen	2009 ennen routaa	2010 ennen kylvöä
Verranne 0 - 20 cm	3,8 - 4,8 (n=2)	4,2 - 6,3 (n=2)	1,8 - 5,4 (n=7)	5,9 - 6,5 (n=3)
Kerääjäkasvi 0 - 20 cm	5,2 - 6,6 (n=3)	8,4 - 9,3 (n=3)	0,9 - 5,1 (n=8)	6,4 - 7,5 (n=3)
Verranne 20 - 60 cm	2,8 - 4,8 (n=2)	3,3 - 3,6 (n=2)	1,5 - 3,0 (n=7)	2,9 - 3,4 (n=3)
Kerääjäkasvi 20 - 60 cm	2,6 - 7,0 (n=3)	2,4 - 3,9 (n=3)	0,9 - 3,0 (n=8)	1,8 - 4,0 (n=3)

5. Johtopäätökset

Viljelijäkokemusten perusteella kaikki kerääjäkasvit toimivat maan kasvukunnon parantajina ja humuspitoisuuden lisääjinä. Tämä onkin ilmeisen merkittävä kerääjäkasvien viljelyä motivoiva tekijä, koska vaikutukset esimerkiksi maan muokkautumiseen ovat viljelijän omin silmin havainnoitavissa. Sen sijaan eri kerääjäkasvien syksyinen typen sidonta maaperästä, palkokasvien ilmakehästä tapahtuva typensidonta ja tämän typen vapautuminen seuraavan viljelykasvin käyttöön eivät ole havainnoitavissa juuri muuten kuin tarkkojen mittausten avulla. Samoin ei myöskään ole mahdollista havaita silmämääräisesti mahdollisia typen valumia tai kerääjäkasvien viljelyn vaikutusta siihen. Näiden kysymysten osalta on edelleen tarvetta lisätiedolle ja neuvonnalle, sillä parempi typpitalouden hallinta vaikuttaa suoraan sekä syntyviin ravinnevalumiin että ostolannoitteiden tarpeeseen ja siten viljelyn kannattavuuteen.

Typpeä maasta kerääviä kasveja tarvitaan etenkin silloin, kun viljelykasvin jäljiltä maahan jää liukoista typpeä. TEHO-hankkeessa tehtyjen ravinnetaselaskemien perusteella on mahdollista, että ainakin syys- ja kevätvehnän sekä rypsin ja rapsin jäljiltä maahan saattaa helposti jäädä käyttämätöntä typpeä (Ravinnetaseet TEHO-tiloilla, julkaisussa TEHO-hankkeen

raportteja, osa 2). Todennäköisesti typpeä vapautuu maahan myös erilaisten palkokasvien jälkeen, esimerkkinä suosiotaan kasvattanut härkäpapu. Apiloiden käyttö aluskasvina voisi puolestaan olla hyödyllisintä silloin, kun ei käytetä voimakasta mineraalityypilannoitusta, koska näissä olosuhteissa apila kasvaa parhaiten ja myös pystyy sitomaan ilmakehän typpeä.

Kerääjäkasvit saattavat hankkeessa saatujen kokemusten perusteella sopia hyvin myös kasveille, joiden sadonkorjuu tapahtuu aikaisin. Tällaisia kasveja ovat vihannekset, varhais- ja kesäperuna sekä pakasteherne.

Aikaisen sadonkorjuun vuosina, ja etenkin vuoden 2010 kaltaisissa olosuhteissa, kun on oletettavaa että maahan on viljelykasvin jäljiltä jäänyt käyttämätöntä mineraalityyppeä, voisi kerääjäkasvien kylvö pyydyskasviksi puinnin jälkeenkin olla viljelijöiden näkemyksen mukaan mielekästä. Tällöin kerääjäkasvilla olisi pitkä syksy aikaa kasvaa, ja toisaalta maassa olisi typpeä, jonka sitominen voisi ehkäistä muutoin tapahtuvaa ravinnevalumaa.

Kerääjäkasveilla voi jatkossa olla merkitystä myös talviaikaisen kasvipeitteisyyden toteuttajana. Ruotsin ympäristötuessa kerääjäkasvien tuki on jaettu kahteen tasoon, joista alemmassa tuen saa kerääjäkasvilohkolle, jonka kasvusto muokataan myöhään syksyllä. Tuki on korkeampi kasvustoille, jotka säilytetään talven yli (Landsbygdsprogram för Sverige 2007 - 2013). Suomessa nykyinen lisätoimenpide ei kannusta kasvuston säilyttämiseen talven yli, mutta jatkossa tämä voisi olla mukana ympäristötuessa lisävaihtoehtona. Talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisäämisessä voisi kerääjäkasvien käyttö olla syysmuotoisten kasvien viljelyn ohella hyvä keino tiloilla, joilla ei tuotantosunnasta johtuen ole mielekästä viljellä nurmia. Jos leuto syys- ja talvikausi pitenee ilmastonmuutoksen edetessä, tulee kerääjäkasvien viljely yhä tarpeellisemmaksi, sillä silloin ravinteiden vapautuminen orgaanisesta aineksestä jatkuu syksyisin yhä pidempään.

Lähteet

Kaasinen, S. 2011. Ravinnetaseet TEHO-tiloilla. Julkaisussa: TEHO-hankkeen raportteja, osa 2.

Landsbygdsprogram för Sverige 2007 - 2013. 371 s.

Maaseutuvirasto 2007. Maatalouden ympäristötuen sitomusehdot 2007. 30 s.

Naturcom Oy, Hinnasto joulukuu 2010.

Plant Solutions. Caliente Mustard. <http://www.plantsolutionsltd.com/caliente.htm> [www, viitattu 15.1.2011]

YHTEENVETO

Seuraavassa on vielä kuvattuna esimerkkejä siitä, miten kerääjäkasveja voidaan käyttää eri tarkoituksiin. Esimerkit kuvaavat suositeltavimpia kerääjäkasvien käyttötapoja, mutta on myös muita vaihtoehtoja, joita voi toteuttaa soveltaen tässä julkaisussa kerrottuja tietoja. Työ kerääjäkasvien viljelyn ohjeistuksen tarkentamiseksi jatkuu, mutta näiden ohjeiden avulla on jo hyvät edellytykset tehokkaaseen kerääjäkasvien käyttöön.

Kerääjäkasvien monet mahdollisuudet

Kerääjäkasvin pääasiallinen tehtävä:

Typen sitominen maasta:

Joitakin esimerkkejä käytettävistä kasveista:

- Aluskasviksi italianraiheinä
 - Sopii heinistä parhaiten kerääjäkasviksi ja kuolee pääosin talven aikana
- Myös timotei ja muut monivuotiset heinät
- Syysrypsin perustaminen aluskasvina (huomioi viljelykierto)
- Valkosinappi (mahdollisesti myös maata kasvitaudeista puhdistava vaikutus)
- Öljyretikka (huomioi viljelykierto)
- Pääsatokasvin jälkeen ruis, kaura

Maan rakenteen parantaminen:

- Toistuvasti käytetyt aluskasvit kasvi- ja juurimassan tuottajana (apiloiden ja heinien seokset)
- Nopeasti kasvavat syväjuuriset kasvit (esim. valkosinappi perunan jälkeen)

Typen tuottaminen seuraavalle satokasville:

- Apilat aluskasveina: valkoapila, puna-apila, persianapila
- Typen huuhtoutumista estettäessä myös heiniä seoksiin

Kerääjäkasvien viljelytekniikoita

Kylvö aluskasviksi pääsatokasvin kylvön yhteydessä:

- Piensiemenkylvölaatikon avulla, jyräpyörästä tai jälkiäes varmentavat taimettumista
- Kylvö erikseen kylvökoneella tai hajakylvönä pääsatokasvin kylvön jälkeen
- Sekoittamalla pääsatokasvin siementen joukkoon (siementarve suurempi, lajittuminen todennäköistä, siemenet menevät turhan syvälle, ei suositeltava menetelmä)

Kylvö aluskasviksi pääsatokasvin kasvustoon:

- Hajakylvö keskipakois- tai pneumaattisen kylvökoneen avulla, voidaan yhdistää rikkakasviäestykseen
- Mahdollistaa rikkakasvien kemiallisen torjunnan ennen kylvöä (laajempi torjunta-ainevalikoima käytettävissä)
- Kylvön onnistuminen riippuu olosuhteista enemmän kuin kylvö pääsatokasvin yhteydessä

Kylvö kerääjäkasviksi pääsatokasvin jälkeen:

- Tärkeintä varmistaa nopea itäminen
- Normaali kylvö esim. suorakylvönä
- Hajakylvö + lautasmuokkaus

Kerääjäkasvikasvuston muokkaus:

- Kyntö mahdollisimman myöhään tai säilytys kevääseen asti
- Hyvin onnistunut syysrypsikasvusto voidaan myös säilyttää satokasvuksi seuraavana vuonna

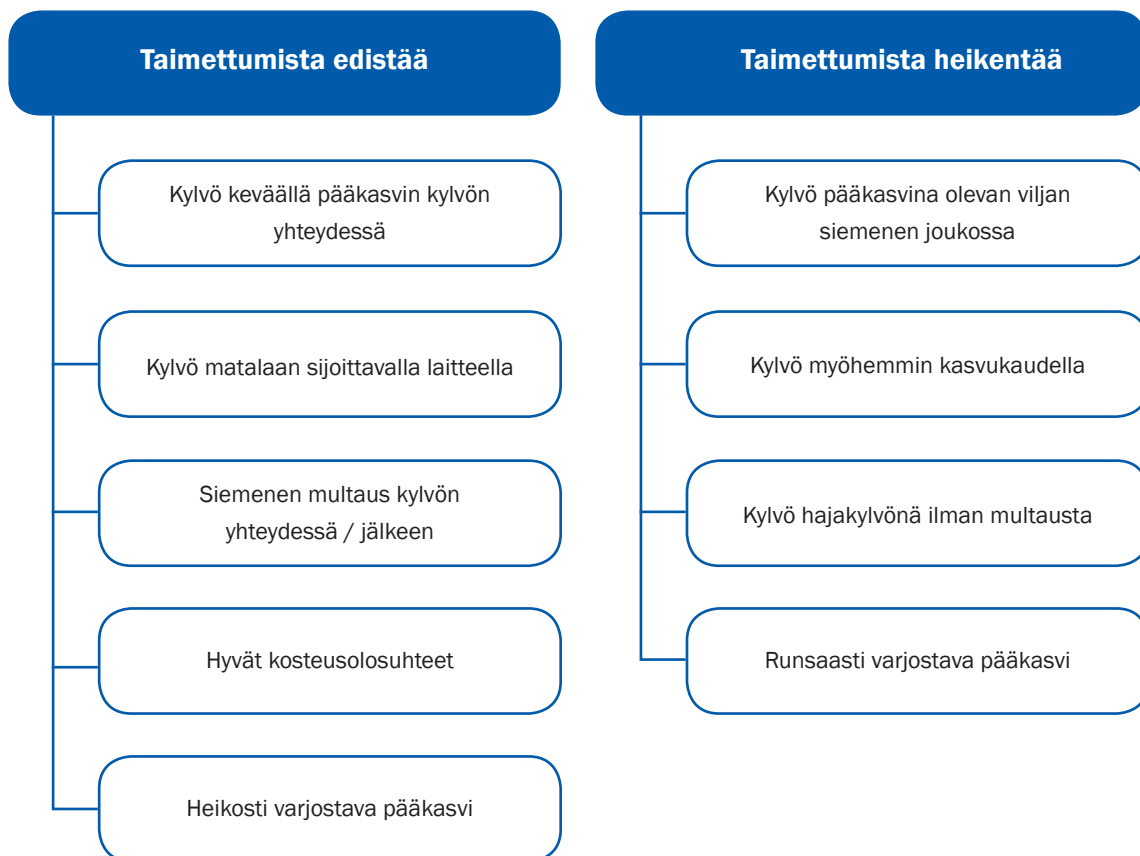
Aluskasvien kylvömääriä

Alimmat siemenmäärät edellyttävät hyviä oloja ja aiempaa kokemusta täystiheistä syyskasvustoista

Kerääjäkasvi	Kylvömäärä kg/ha
Valkoapila	2 - 6
Puna-apila	4 - 10
Nurmimailanen	10 - 16
Timotei	5 - 10
Muut monivuotiset heinät	10 - 18
Italianraiheinä	5 - 15
Syysrypsi	5 - 8 kg/ha
Seoksissa alhaisempi määrä*	Esim. italianraiheinä 5 - 10 kg + valkoapila 2 - 6 kg
*sitä heinävaltaisempi seos, mitä enemmän halutaan kerätä tyypeä maasta	
*sitä apilavaltaisempi seos, mitä parempi typpilannoitusvaikutus halutaan	

Kerääjäkasvin kylvötiheyteen vaikuttavia tekijöitä

Alimmat siemenmäärät edellyttävät hyviä oloja ja aiempaa kokemusta täystiheistä syyskasvustoista



Menetelmän säätäminen havaintojen perusteella

Ensin tavoitteet selväksi

- Typen huuhtoutumisen vähentäminen
 - Pääasiassa muita kuin palkokasveja
- Maan kasvukunto ja lannoitetyypin korvaaminen
 - Myös palkokasveilla tärkeä merkitys

Tyydyttääkö syksyn kasvutiheys?

- Siemenmäärän lisääminen tai pienentäminen
- Kylvötekniikan hyväksyminen tai muuttaminen

Kasvustomassan arviointi

- Rehevyys ja kasvilajijakauma syksyllä
 - Viljelytekniikan ja siemenseosten muutostarpeet
 - Typpilannoituksen määrän säätäminen seuraavalle kasville

KUVAILEHTI

<i>Julkaisija</i>	TEHO-hanke			<i>Julkaisu-aika</i> Maaliskuu 2011
<i>Tekijä(t)</i>	Hannu Känkänen, Marjo Keskitalo ja Kaisa Riiko			
<i>Julkaisun nimi</i>	Kerääjäkasvit - tutkimuksesta käytännön kokemuksiin			
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	TEHO-hankkeen julkaisu 4/2011			
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Tehoa maatalouden vesiensuojeluun (TEHO) -hankkeen tavoitteena on edistää maatalouden vesiensuojelua. Viljelyn monipuolistaminen ja kerääjäkasvien käyttö ovat mahdollisuus muuttaa tuotantoa kestävämmäksi. Tavoitteena on löytää keinoja, jotka ovat sekä ympäristön että tilan tuotannon ja talouden kannalta mielekkäitä. Tässä julkaisussa tuodaan esiin kolme näkökulmaa kerääjäkasvien käyttöön. Ensimmäinen osa kertoo kerääjäkasvien käytöstä mukautuvan aluskasvimenetelmän avulla. Toinen osa esittelee syysrypsin viljelyn kehittämistä. Kolmas osa kertoo kerääjäkasvien käytännön viljelyssä saaduista kokemuksista.</p> <p>Julkaisu on toteutettu osana Tehoa maatalouden vesiensuojeluun (TEHO) -hanketta.</p>			
<i>Asiasanat</i>	aluskasvi, huuhtoutuminen, kerääjäkasvi, kylvötapa, syysrypsi			
<i>Rahoittaja/toimeksiantaja</i>	TEHO-hanke			
	ISBN 978-952-257-247-9 (nid.)	ISBN 978-952-257-248-6 (PDF)	ISSN 1798-1115 (pain.)	ISSN 1798-1123 (verkkoj.)
	<i>Sivuja</i> 80	<i>Kieli</i> suomi	<i>Luottamuksellisuus</i> julkinen	<i>Hinta</i> -
<i>Julkaisun myynti/jakaja</i>	TEHO-hanke / Varsinais-Suomen ELY-keskus Ympäristö ja luonnonvarat PL 523, 20101 Turku puh. 020 636 0060			
<i>Julkaisun kustantaja</i>	TEHO-hanke			
<i>Painopaikka ja -aika</i>	Edita Prima Oy, Helsinki 2011			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	TEHO project			<i>Date</i> March 2011
<i>Author(s)</i>	Hannu Känkänen, Marjo Keskitalo and Kaisa Riiko			
<i>Title of publication</i>	Kerääjäkasvit - tutkimuksesta käytännön kokemuksiin			
<i>Publication series and number</i>	TEHO-hankkeen julkaisu 4/2011			
<i>Abstract</i>	<p>The main objective of the TEHO project is to promote agricultural water protection. Diversifying cereal cropping by introducing cover crops in rotation may increase sustainability. The purpose is to develop new solutions which are feasible both for environment, farming and farm economy. In this publication, three aspects of using cover crops are being introduced. The first part introduces a model of an adaptive undersowing system. The second part deals with developing the cultivation of winter rape. In the third part, some experiences of the use of catch crops under practical farming conditions are reported.</p> <p>The publication is published as a part of TEHO-project.</p>			
<i>Keywords</i>	catch crop, cover crop, leaching, undersowing, winter rape			
<i>Financier/ commissioner</i>	TEHO project			
	ISBN 978-952-257-247-9 (pbk.)	ISBN 978-952-257-248-6 (PDF)	ISSN 1798-1115 (print)	ISSN 1798-1123 (online)
	<i>No. of pages</i> 80	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> public	<i>Price (incl. tax 8 %)</i> -
<i>For sale at/ distributor</i>	TEHO project / Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Southwest Finland P.O. Box 523, FIN-20101 Turku tel. +358 20 636 0060			
<i>Financier of publication</i>	TEHO project			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Oy, Helsinki 2011			

Julkaisun kolmessa itsenäisessä osassa tuodaan esiin kolme näkökulmaa kerääjäkasvien käyttöön. Näistä ensimmäisessä kerrotaan kerääjäkasveja koskevan väitöstitkimuksen keskeisin sisältö. Toisessa osassa esitellään tuloksia syysrypsin viljelyn kehittämisestä. Kolmannessa osassa kerrotaan TEHO-hankkeessa saaduista kerääjäkasvien viljelykokemuksista.



ISBN 978-952-257-247-9 (nid.)
ISSN 1798-1115 (pain.)
ISBN 978-952-257-248-6 (PDF)
ISSN 1798-1123 (verkkoj.)