

Herne on vaativa suorakylvettävä

Hannu Känkänen¹⁾, Erja Huusela-Veistola¹⁾, Heikki Jalli¹⁾, Marja Jalli¹⁾

¹⁾MTT Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

Suorakylväjä tarvitsee vaihtoehtoja kasvivalikoimaansa muun muassa pellon pintaan jäävän olkimäärän hallitsemiseksi ja kasvitautilien hillitsemiseksi. Ilmakehän tyypeä sitova herne on viljaa vähäisemmän ja nopeasti hajoavan puintitähteensä ansiosta erinomainen lisä myös muokkaamattoman maan kiertoön. Toisaalta herne on viljoja vaativampi suorakylvettävä. Kylvötiheyttä on lisättävä muokattuun maahan verrattuna saman kasvutiheyden saavuttamiseksi, vaikka kallis siemen ei siihen houkuta. Hyvänkin taimettumisen jälkeen herne kärsii herkästi alkukesän sateista, jos maan kuohkeus tai vettä johtavien huokosten määrä ei riitä. Maan kasvukuntoon onkin kiinnitettävä erityistä huomiota herneen suorakylvöä harkittaessa. Parhaimmillaan herneestä saadaan hyviä satoja muokkaamattomassa maassa.

Jokioisten savimailla on kuuden vuoden ajan tehty kokeita, joissa herneen suorakylvöä on verrattu muokatun maan kylvöön. Vuosina 2005 – 2008 tutkittiin herneen ja neljän muun kasvin suorakylvöä kevätvehnän esikasveina. Vuonna 2010 herneen kasvua verrattiin muokatuissa ja kahdeksatta vuotta suorakylvetyssä maassa. Vuodesta 2005 lähtien herne on ollut mukana muokatun ja muokkaamattoman maan viljelykiertokokeissa.

Sää on usein ratkaiseva tekijä, kun muokatun ja muokkaamattoman maan keskinäinen ero sadon määrän suhteen kasvukausien välillä vaihtelee. Herne reagoi ohraakin voimakkaammin säihin, sitä suorastaan voi pitää mittarina pellon alttiudelle ongelmiin suorakylvösystemissä. Jos kylvöajasta on selvitty kunnialla, on alkukesän sateisuus eniten ongelmia aiheuttava tekijä suorakylvetylle kasville. Sateita seuraavat pitkät hellekaudet täydentävät stressin. Kyseisissä oloissa vuonna 2010 muokkausmenetelmän vaikutus näkyi erityisen voimakkaasti herneen kasvussa. Muokkaamattoman maan herne oli kokeessamme melko harvaa ja erittäin lyhyttä eikä kasvivyksilöä kohti ollut kuin yksi tai kaksi pientä palkoa. Siemensadon määrä oli 570 kg/ha. Parhaiten herne menestyi syyskynetyssä maassa, jossa siemensadon määrä oli 2580 kg/ha. Syksyllä kultivoidun maan siemensato oli 2150 kg/ha.

Vuodet 2005 - 2007 olivat suorakylvölle edullisia kuivan alku- ja keskikesän ansiosta. Viljojen jyväsadot olivat suorakylvössä muokattua maata suuremmat. Herneen siemensato oli silti suurempi kynetyssä (keskimäärin 3270 kg/ha) kuin muokkaamattomassa (2720 kg/ha) maassa. Parhaimmillaan, vuonna 2005, hernesato oli täsmälleen sama (3580 kg/ha) molemmilla menetelmillä.

Herne tuo biologisen typensidonnann kautta tyypeä myös seuraavan kasvin käyttöön. Maahan muokkaaminen tehostaa yleensä kasvumassan typen vapautumista. Vaikka tuleentuneen herneen varsien typpipitoisuus onkin melko alhainen, näyttää siltä, että suorakylvö vähentää tai ainakin hidastaa herneen jäännöstypen siirtymistä seuraavaan kasviin. Kylvettäessä kevätvehnää vuosina 2006 - 2008, typpilannoitusta vähennettiin 30 kg/ha herneen jälkeen. Kynetyssä maassa kevätvehnän jyväsato oli herneen jälkeen 60 kg/ha korkeampi kuin kaikkien esikasvien jälkeen keskimäärin, mutta suorakylvössä 310 kg/ha pienempi. Osittain tämä selittyy edeltävän herneen biomassan määrän kautta, mutta myös typen siirtymisen tehokkuus olisi lisätutkimisen arvoista.

Asiasanat

Herne, valkuaiskasvit, palkokasvit, muokkaus, kylvö, kyntö, kevytmuokkaus, suorakylvö

Hernettä tarvitaan kiertoon, suorakylvössäkin

Muokkaamatta jättäminen on yleinen ja vakiintunut käytäntö suomalaisilla pelloilla. Tuoreen maatalouden rakennetutkimuksen eli maatalouslaskennan mukaan 17 % viljanviljelytilojen pinta-alasta oli viime vuonna suorakylvettyä (Anon 2011). Yksipuolinen, lähinnä kevätiljoihin painottuva viljely on yleistä etenkin eteläisessä Suomessa. Yksipuolisuutta kuvaa maatalouslaskennan tulos, jonka mukaan viidenneksellä peltomaasta viljeltiin viimeisen kolmen vuoden ajan samaa kasvilajia. Samojen kasvilajien toistuvuus koskee nimenomaan viljailuilla yleisesti viljeltäviä kasveja, sillä edellä olevassa ei ole mukana alaa, jolla viljeltiin pysyvää nurmea.

Viljelykierron merkitys korostuu muokkaamattomassa maassa muun muassa kasvitautien hillitsemisen (Duczek ym. 1999) ja rikkakasvien torjunnan (Liebmah & Dyck 1993) kannalta. Tuhoeläinten hallinnassa lohkokohmainen viljelykierto ei aina riitä vaan tarvitaan laajempaa alueellista viljelykiertoa (Huusela-Veistola & Jauhiainen 2006). Lisäksi suorakylväjä tarvitsee vaihtoehtoja kasvivalikoimaansa muun muassa pellon pintaan jäävän olkimäärän hallitsemiseksi. Herne on viljaa vähäisemmän ja nopeammin hajoavan puintitehtensä ansiosta erinomainen lisä muokkaamattoman maan kiertoon.

Ilmakehän tyyppiä sitovana palkokasvina herne voi korvata synteettistä typpilannoitusta niin viljelyvuonna kuin seuraavana kesänä. Lindénin (2008) mukaan tuleentuneena korjatun rehuherneen jälkeen typpilannoitusta voidaan vähentää 20 – 30 kg ha⁻¹. Toisaalta Lindén (2008) huomauttaa, että usein herneen aikaansaama sadonlisäys viljan monokulttuuriin verrattuna johtuu enemmän herneen ns. maata puhdistavasta vaikutuksesta kuin typpivasteesta. Kirkegaardin ym. (2008) review –artikkelissa viitataan kahdenlaisiin tuloksiin: Toisissa tutkimuksissa herneen satoa lisäävä vaikutus on perustunut lähinnä seuraavan kasvin lisääntyneeseen typen saantiin, toisissa satohyöty on johtunut lähes yksinomaan muista tekijöistä. He toteavatkin, että typpihyödyn ja muiden esikasvihyötyjen suhteellinen osuus vaihtelee monista maahan ja säähän liittyvistä tekijöistä johtuen. Joka tapauksessa viljelykierron monipuolistaminen palkokasvien avulla näyttäisi olevan paikallaan, myös suorakylvössä.

Kasvimassan maahan muokkaaminen nopeuttaa sen hajoamista. Se, että suorakylvössä muokkausta ei tehdä, voikin heikentää herneen typpivastetta seuraavalle kasville. Typpivaikutuksen toteumaan kytkeytyy lisäksi se, että typen vapautuminen maasta hidastuu, kun maan muokkaaminen vähenee (Kristensen et al. 2000).

Herneen ottamista mukaan suorakylvön viljelykiertoon voi hidastaa se, että kylvö on perinteisesti suositeltu tekemään kuohkeaksi muokattuun maahan. Vaikka peltokohtaiset ja lohkon viljelyhistoriaan liittyvät erot aiheuttavat oleellisia eroja kasvualustassa, ei muokkaamattomassa savimaassa useinkaan päästä herneelle optimaalisiin oloihin taimettumisen kannalta. MTT:n suorakylvökokeissa viljojen siemenmäärää on pitänyt lisätä, jotta suorakylvössä päästäisiin tavanomaisiin kasvutiheyksiin (Känkänen ym. 2011), mutta herneen siemenen lisäystarve näyttää viljojakin suuremmalta. Taimettuminen voi jäädä jopa puoleen muokatun maan taimettumisesta ja hyvissäkin oloissa on tarvittu viidenneksen siemenmäärän lisäys samaan taimimäärään pääsemiseksi (Känkänen 2008). Vaikka kalliin siemenen lisääminen ei houkuta, on riittävän kasvitiheyden saavuttaminen herneellä erityisen tärkeää määrältään ja laadultaan hyvän sadon saavuttamiseksi (Känkänen ja Kontturi 1988).

Muokkaamattomassa maassa on kynnettyä vähemmän tilavuutta ottaa vastaan suuria sademääriä. Tämä lisää märkyydelle aran herneen viljelyriskiä kynnettyyn maahan verrattuna. Hyvänkin taimettumisen jälkeen herne kärsii herkästi alkukesän sateista, jos maan kuohkeus tai vettä johtavien huokosten määrä ei riitä.

Tässä artikkelissa tarkastellaan eri kokeissa saatuja kokemuksia suorakylvön vaikutuksista herneen satoon. Herneen menestymistä peilataan 2000-luvun aikana kertyneeseen kokemukseen suorakylvölle edullisten ja haitallisten sääolojen esiintymisestä. Herneen esikasvi vaikutusta tarkastellaan tässä vaiheessa yhden, kolmenä vuonna toistetun, kenttäkokeen pohjalta.

Herneen suorakylvöä kolmessa kokeessa

MTT:n Jokioisten pelloilla on tehty suorakylvökokeita yli kymmenen vuoden ajan. Kuutena viimeimpänä vuonna herne on kuulunut suorakylvökokeiden tutkittaviin kasveihin. Suorakylvöön käytettiin VM suorakylvökonetta, muokattu maa oli pääsääntöisesti syksyllä kynnettyä. Kynnös tasaustettiin keväällä ja kylvettiin tavanomaisella kylvöannoittimella joko S-piikkiäestyksen jälkeen tai jyrinkylvönä. Kynnöksen tasaaminen auttoi jossain määrin eri kylvötapojen ajoittumista lähelle toisiaan, mutta kylvöt pyrittiin aina tekemään maan kylvettävyuden kannalta parhaaseen mahdolliseen aikaan.

Useimmiten eri menetelmien kylvöt päästiin tekemään samana tai lähes saman päivänä. Yksittäisissä tapauksissa kylvöajan sateet siirsivät suorakylvöä myöhäisemmäksi, enimmillään kaksi viikkoa.

Vuosina 2005 – 2008 toteutettiin koe ”Monipuolisuutta suorakylvön viljelykiertoon: kevätkylvöiset yksivuotiset kasvit” (koe 1). Tavoitteena oli selvittää erilaisten kasvien suorakylvön onnistumisen, samalla verraten kasvua muokatun maan kylvöön. Esikasvivaikutusta mitattiin seuraavana keväänä kylvetyn vehnän avulla. Herneen (lajike Hulda) lisäksi tutkittavia kasveja olivat monitahoinen ohra (Voitto), kaura (Roope), kevätrypsi (Hohto) ja kitupellava eli ruistankio eli camelina (ei lajikenimeä). Peltolohko, jolla kokeet toteutettiin, oli ollut vuodesta 2001 asti suorakylvössä. Siirtymävaiheena yleisesti pidetty viiden vuoden aika oli siten juuri täyttymässä tai täyttynyt. Koealueet olivat hiuesavea, sijainnista riippuen vähämultaista tai multavaa.

MoniPalko -hankkeessa herne ja suorakylvö ovat olleet osallisina kahdessa kokeessa. Vuosina 2005 - 2011 herne on ollut mukana muokatun ja muokkaamattoman maan viljelykiertokokeessa (koe 2). Tavoitteena oli selvittää viljelykierron mahdollisuuksia vehnän kasvintuhoojien esiintymisen hillitsijänä. Herne (lajike Hulda) oli kevätevehnän esikasvina kierrossa, jossa vehnää kylvettiin joka neljäs vuosi. Hernettä edelsivät viljelykierrossa rypsi ja ohra. Viljelykiertokoe toteutettiin sekä muokatussa että muokkaamattomassa ympäristössä. Koealue oli multavaa aitosavea.

Muokkausintensiteettikokeessa vuonna 2010 herneen kasvua verrattiin muokkaamattomassa ja kolmella tavalla muokatussa maassa (koe 3). Suorakylvön lisäksi koejäsenenä olivat syyskynntö, kultivointi syksyllä ja sängen jyräntä keväällä juuri ennen kylvöä. Esikasvina oli kevätrypsi. Suorakylvetty alue oli kahdeksatta vuotta muokkaamaton, ja myös keväällä jyräntä alue oli ollut seitsemän edellistä vuotta ilman muokkausta. Koealue oli vähämultaista hiuesavea.

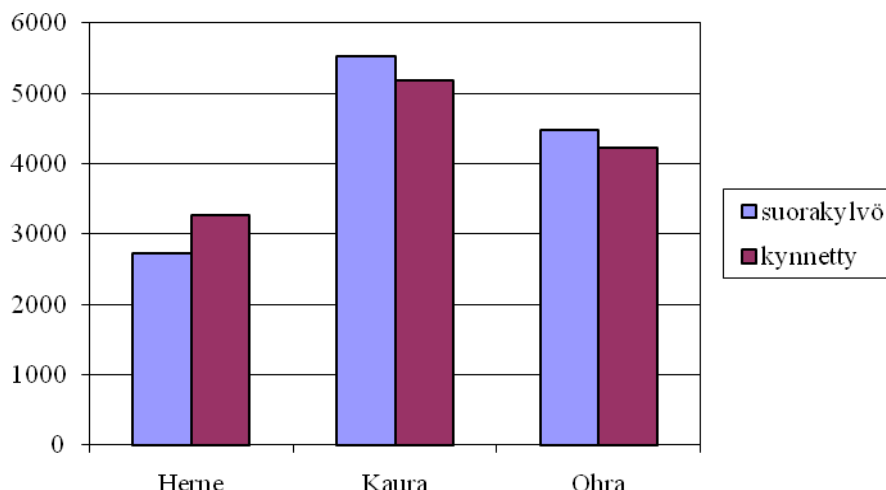
Herkkyys sääoloille korostuu suorakylvössä

Jo viljoilla tehdyissä suorakylvökokeissa on käynyt ilmi, että suorakylvön ja kynnetyn maan välinen paremmuus vaihtelee vuosittain, ja vaihtelu on vahvasti kytköksissä säähän (Känkänen ym. 2011). Kevätviljoista herkimmin sääoloihin reagoi ohra, mutta etenkin kesän 2010 kokemusten pohjalta herne on ohraakin herkempi, ja sitä voi pitää suorastaan mittarina pellon alttiudelle ongelmiin suorakylvösystemissä.

Useista kasveista eri kokeissa saatujen kokemusten perusteella kesät voidaan jakaa ns. hyviin ja huonoihin suorakylvövuosiin. Jako perustuu ennen kaikkea suorakylvön vertaamiseen muokatun maan kasvun ja sadon kanssa, ei välttämättä sadon määrän vertailuun vuosien välillä. Hyville vuosille tyyppillistä ovat vähäiset sateet keväällä ja alkukesällä sekä kynnetyn maan kannalta liian vähäinen sademäärä myöhemminkin kesällä. Muokkaamattoman maan vähäisen haihdutuksen ansiosta vettä on kasvien käytettävissä paremmin ja pidempään. Suorakylvölle huonoja vuosia leimaavat alku- tai keskikesän runsaat sateet. Sateita seuraavat pitkät hellekaudet täydentävät stressin.

2000-luvulla suorakylvön kannalta sääoloiltaan huonoja vuosia ovat olleet vuodet 2001, 2003, 2004, 2010 ja 2011. Hyviä suorakylvökesiä ovat olleet vuodet 2002, 2005, 2006, 2007 ja 2008. Ainoastaan vuotta 2009, jolloin alku- tai keskikesä ei ollut Jokioisilla erityisen märkä tai kuiva, ei voida luokitella kumpaankaan ryhmään. Myöskään pitkiä hellekausia ei kesällä 2009 ollut. Hernekokeiden osalle on siis kertynyt neljä ns. hyvää ja kaksi huonoa suorakylvökesää sekä yksi neutraali kesä.

Kokeen 1 kaikki esikasvivuodet 2005 – 2007 sekä viimeinenkin kevätevehnän vuosi 2008 olivat suorakylvölle edullisia kuivan alku- ja keskikesän ansiosta. Tämä näkyi myös kokeen viljojen jyväsadoissa, jotka olivat suorakylvössä muokattua maata suuremmat. Sen sijaan herneen siemensato oli suurempi kynnetyssä (keskimäärin 3270 kg/ha) kuin muokkaamattomassa (2720 kg/ha) maassa (kuva 1). Parhaimmillaan, vuonna 2005, hernesato oli täsmälleen sama (3580 kg/ha) molemmilla menetelmillä.



Kuva 1: Herneen siemensato sekä kauran ja ohran jyväsato (kg ha⁻¹) suorakylvetyssä ja kynnetyissä maassa keskimäärin vuosina 2005 - 2007 Jokioisten esikasvikoissa (koe 1).

Vuosi 2005 toisaalta osoitti, että herne voi parhaimmillaan kasvaa muokkaamattomassa maassa vahvemmin kuin muokatussa. Suorakylvetyin herneen kasvitihyys jäi nimittäin puoleen kynnetyn maan tiheydestä. Yhtä suuri siemensato saavutettiin sen ansiosta, että suorakylvettyihin kasviyksilöihin kehittyi enemmän palkoja ja palkoihin enemmän siemeniä (Känkänen 2008). Seuraavanakin kesänä suorakylvetty herne jäi harvemmaksi, mutta lisääntyneen kasvutilan hyödyntäminen suurempina sato-komponenttien arvoina ei nostanut satoa tavanomaisesti kylvetyin herneen tasolle. Sen sijaan vaikka vuonna 2007 suorakylvö ylsi viidenneksellä lisätyn siemenmäärän ansiosta samaan taimitiheyteen kuin muokatun maan herne, jäi siemensato 900 kg ha⁻¹ pienemmäksi kuin muokatussa maassa. Tällä kertaa syynä oli se, että kynnetty maa pystyi hyödyntämään heinäkuun lopun runsaat sateet ja sitä seuranneet helteet. Se näkyi pidempään jatkuneena kasvuna ja palkojen muodostuksena kuin muokkaamattomassa maassa (Känkänen 2008).

Vuoden 2010 oloissa muokkausmenetelmän vaikutus näkyi erityisen voimakkaasti herneen kasvussa (kokeet 2 ja 3). Alkukesän runsaat sateet ja niitä seuranneet helteet merkitsivät heikohkoa satoa myös muokatussa maassa, mutta muokkaamattomuus korosti ongelmia. Suorakylvetty herne oli melko harvaa ja erittäin lyhyttä eikä kasviyksilöä kohti ollut kuin yksi tai kaksi pientä palkoa. Kokeen 3 siemensadon määrä suorakylvössä oli 570 kg ha⁻¹. Keväällä sänkimaan jyrinnän jälkeen kylvetty herne tuotti hieman paremmin, 1030 kg ha⁻¹. Syksyllä kultivoidun maan siemensato oli 2150 kg ha⁻¹. Parhaiten herne menestyi syyskynnetyissä maassa, jossa siemensadon määrä oli 2580 kg ha⁻¹. Viljelykiertokokeen (koe 2) muokatut ruudut tuottivat siemensatoa vain 1220 kg ha⁻¹, mutta muokkaamattomat vielä vähemmän eli keskimäärin 790 kg ha⁻¹.

Tarkasteltaessa kaikkia Jokioisista käytettävissä olevia tapauksia, on suorakylvöllä päästy ns. hyvinä suorakylvövuosina lähelle muokatun maan satoja. Suorakylvön keskisato on ollut 2800 kg ha⁻¹, muokatun maan 3040 kg ha⁻¹ (6 tapausta). Sääoloiltaan erityisesti suorakylvön kannalta huonoina vuosina suorakylvön keskisato on ollut vain 650 kg ha⁻¹, kun kynnetyistä maista on saatu keskimäärin 1860 kilon hehtaarisato (3 tapausta). Ainoana ns. neutraalina kesänä siemensato oli 440 kg ha⁻¹ pienempi suorakylvettynä kuin muokatussa maassa (1 tapaus).

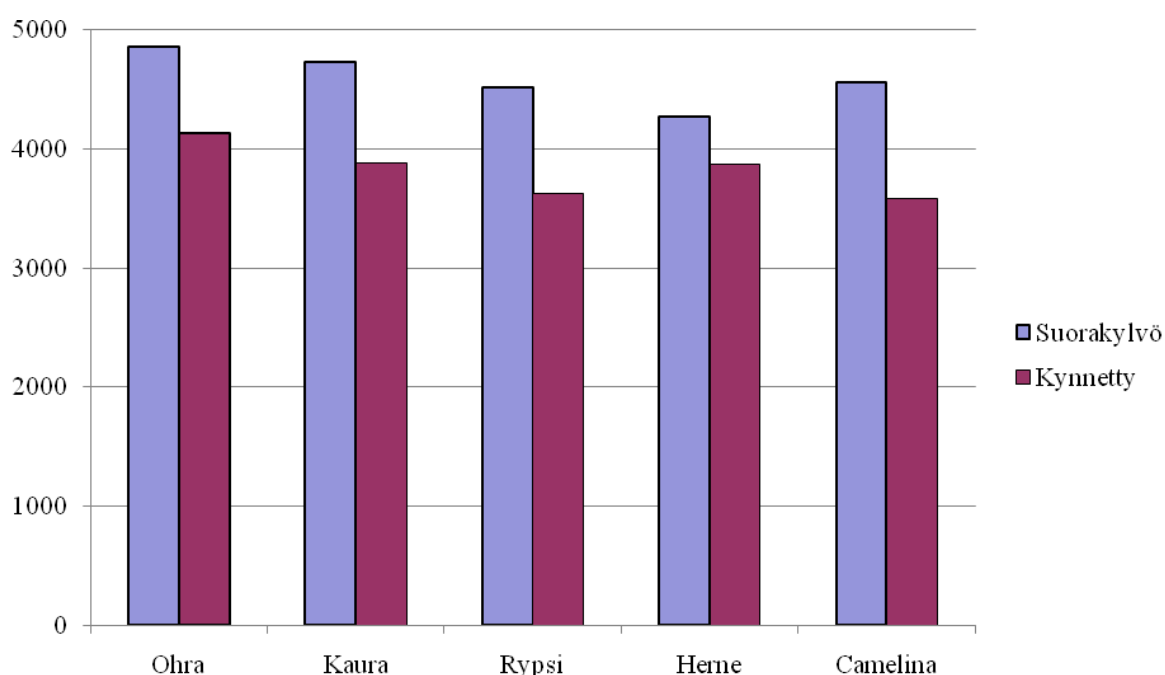
Typen siirtyminen voi hankaloitua

Herneen viljely vähentää synteettisen typen tarvetta niin varsinaisena herneen viljelyvuonna kuin seuraavanakin kesänä. Biologinen typensidonta toimii parhaiten ilmavassa ja sopivan kosteassa maassa, mikä osaltaan selittää herneen herkkää reagoitua sääoloihin, jos muokkaamattoman maan rakenne ei ole hyvässä kunnossa. Kynnöllä saadaan aikaan lisää ilmavuutta suhteellisen heikkorakenteisissakin maissa.

Muokkaamattomuus voi muuttaa oleellisesti myös hernekasvuston sisältämän typen vapautumista ja etenkin kasvustotähteiden sisältämän typen liukenemista maahan. Maahan muokkaaminen

tehostaa yleensä kasvimassan typen vapautumista (Kristensen ym. 2000). Lindénin (2008) mukaan tuleentuneen herneen maanpäällisen massan merkitys typen lähteenä on kuitenkin vähäinen, koska sen typpipitoisuus on suhteellisen alhainen. Meidän tuloksemme tukevat tätä, sillä muun maanpäällisen biomassan kuin siementen typpipitoisuus jäi lähelle yhtä prosenttia. Suoraan typpilannoitusvaikutukseen katsotaan yleensä tarvittavan vähintään 1,5 % typpipitoisuutta. Toisaalta herneen puintitähtöiden typpipitoisuus on kuitenkin selvästi viljan olkien typpipitoisuutta korkeampi, joten muokkaamattomuus heikentää teoriassa herneen suhteellista edullisuutta viljoihin nähden.

Kokeessa 1 verrattiin esikasvivaikutuksia seuraavan kevätvehnän sadon perusteella. Kevätvehnän typpilannoitusta vähennettiin 30 kg ha⁻¹ herneen jälkeen. Kynnetyssä maassa herne kuului esikasvina keskikastiin alennetusta typpilannoituksesta huolimatta, ja kevätvehnän jyväsato oli herneen jälkeen 60 kg ha⁻¹ korkeampi kuin kaikkien esikasvien jälkeen keskimäärin. Sen sijaan suorakylvetyssä maassa herne esikasvina ei korvannut 30 kilon typpilannoituksen alenemista, vaan sato jäi herneen jälkeen kaikkein pienimmäksi ja 310 kg ha⁻¹ pienemmäksi kuin muiden esikasvien jälkeen keskimäärin (kuva 2).



Kuva 2: Kevätvehnän jyväsato (kg ha⁻¹) keskimäärin vuosina 2006 – 2008 eri esikasvien jälkeen suorakylvettynä ja kynnettyyn maahan kylvettynä.

Suorakylvön myötä heikentynyt herneen esikasvivaikutus ei kuitenkaan suoraan kerro herneen typen huonommasta siirtymisestä muokkaamattomassa maassa, sillä myös herneen biomassassa oli pienempi suorakylvössä. Olisikin tärkeää päästä vertaamaan tasavertaisten hernekasvustojen jälkeen herneen typen vapautumista ja siirtymistä seuraavalle kasville eri muokkausmenetelmissä. Tähän itse asiassa jo pyrittiinkin muokkausintensiiteettikokeessa (koe 3), mutta lähes täydellinen suorakylvetyyn herneen kato vesitti suunnitelmat.

Muokkaamattomassa ympäristössä voivat herneen kasvitautiongelmat tulla esiin voimakkaammin kuin muokatussa ympäristössä. Useat maa- ja kasvijätelevintäiset taudinaiheuttajat vioittavat erityisesti kasvin juuristoa sekä tyviä ja heikentävät herneen kasvukuntoa (Kraft & Pflieger 2001). Viljelykiertokokeessa (2010 - 2011) oli herneen tyvien voitusta kuvaava tyvitauti-indeksi (0 - 100) korrenkasvun alussa muokatun maan tyvissä 17 ja muokkaamattoman maan tyvissä 25. Kasvitautien vuoksi suositellaan viljelykiertoa, jossa herne kasvaa vain joka viides vuosi.

Suorakylvön vaikutukset tuhoeläinmääriin ovat olleet vaihtelevia (Stinner & House 1990). Suorakylvön on muualla havaittu vähentävän juovahernekärsäkkään voituksia herneellä (Hanavan et al. 2008), mutta Jokioisten suorakylvökokeissa ei selvää eroa kylvötapojen välillä havaittu.

Tulevaisuudessa pitäisi entistä selkeämmin keskittyä kehittämään herneen suorakylvöön liittyviä menetelmiä, sen sijaan että vertaillaan muokkausta ja muokkaamattomuutta toisiinsa. Joka tapauksessa voidaan todeta, että maan kasvukuntoon on kiinnitettävä erityistä huomiota herneen suorakylvöä harkittaessa. Parhaimmillaan herneestä saadaan hyviä satoja myös muokkaamattomassa maassa.

Kirjallisuus

- Anon** 2011 SVT: Tike, Maatalouden rakennetutkimus, Maatalouslaskenta 2010.
- Duczek, L.J., Sutherland, K.A., Reed, S.L., Bailey, K.L. & Lafond, G.P.** 1999. Survival of leaf spot pathogens on crop residues of wheat and barley in Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Pathology* 21: 165-173.
- Hanan, R.P., Bosque-Perez, N.A., Scohtzko, D.J. & Eigenbrode, S.D.** 2010. Influence of tillage on adult and immature pea leaf weevil (Coleoptera: Curculionidae) densities in pea. *Field and Forage Crops* 103: 691-697.
- Huusela-Veistola, E., & Jauhainen, L.** 2006. Expansion of pea cropping increases the risk of pea moth (*Cydia nigricana*; Lep., Tortricidae) infestation. *Journal of Applied Entomology*, 130, 142–149.
- Kirkegaard, J., Christen, O., Krupinsky, J. & Layzell, D.** 2008. Break crop benefits in temperate wheat production. *Field Crops Research* 107:185–195.
- Kristensen, H.L., McCarty, G.W. & Meisinger, J.J.** 2000. Effects of soil structure disturbance on mineralization of organic soil nitrogen. *Soil Science Society of America Journal* 64: 371-378.
- Kraft, J.M. & Pflieger, F.L.** 2001. *Compendium of Pea Diseases and Pests*. American Phytopathological Society, second edition. St. Paul, Minnesota USA, 67 p.
- Känkänen, H.** 2008. Herne reagoi kylvötapaan. *Maaseudun Tiede* 65, 1(10.3.2008): 6.
- Känkänen, H. & Kontturi, M.** 1988. Kylvötiheyden vaikutus lehtityypiltään erilaisten herneiden sadon muodostumiseen. *Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote* 22/88: 69 p.
- Känkänen, H., Alakukku, L., Salo, Y. & Pitkänen, T.** 2011. Growth and yield of spring cereals during transition to zero tillage on clay soils. *European journal of agronomy* 34: 35-45.
- Liebman, M. & Dyck, E.** 1993. *Crop Rotation and Intercropping Strategies for Weed Management*. *Ecological Applications* 3:92-122
- Kirkegaard, J., Christen, O., Krupinsky, J., Layzell, D.** 2008. Break crop benefits in temperate wheat production. *Field Crops Research* 107: 185–195
- Lindén, B.** 2008. Efterverkan av olika förfrukter: inverkan på stråsädesgrödors avkastning och kvävetillgång - en litteraturöversikt. Avdelningen för precisionsodling Rapport 14 Skara 2008.
- Stinner, B.R. & House, G.J.** 1990. Arthropods and other invertebrates in conservation tillage agriculture. *Annual Review of Entomology* 35: 299-318.