



Kasvintuotanto kannattaa

Havaintokoetoiminta

Loppuraportti

Pirjo Kivijärvi ja Kari Narinen

MTT Mikkeli

31.3.2014

Yhteenveto havaintokoetoiminnan tuloksista

Vilja- ja palkokasviapienryhmässä toteutettiin kasvukausina 2011-2013 kokeita yhteensä 17 kpl neljällä eri tilalla Joroisissa, Mikkelissä ja Rantasalmella. Tilat olivat tavanomaisen tuotannon siemenviljelytiloja. Havaintokokeiden aiheet määräytyivät viljelijöiden kiinnostuksen mukaan ja ne olivat: punahomeen torjuntakoe kauralla, ohran ja kauran laontorjuntakoe, kevätvehnän typpitasokoe ja lajikekoe, puna-apilan ja härkäpavun esikasvivaikutus viljoilla sekä härkäpavun kylvötiheyskoe.

Kauran punahomeen torjuntakokeet toteutettiin kaikkina koevuosina. Kokeissa oli tavoitteena selvittää erilaisten ruiskutusikänteiden vaikutuksia punahometta aiheuttavan *Fusarium*-sienen esiintymiseen sadossa, sadon määrään ja sadon laatuun. Kasvuston käsittelyt olivat: 1) ruiskuttamaton, 2) normaali tautiruiskutus (Zenit, Acanto Prima, Tilt, Stratego), 3) normaali tautiruiskutus + erillinen punahomeruiskutus (Prosaro, Proline), 4) pelkkä punahomeruiskutus. Kauralajikkeina kokeissa oli Akseli ja Peppi.

Kolmen koevuoden tulosten perusteella voidaan todeta, että viljoilla punahometta aiheuttavia *Fusarium*-sienen eri lajeja oli sadossa kaikissa käsittelyissä. Tauti- ja punahomeruiskutukset eivät myöskään vähentäneet *Fusarium*-saastunnan määrää jyvissä ruiskuttamattomaan verrattuna. Eniten sadossa esiintyi *F. culmorum*- ja *F. graminearum*-lajeja, jotka ovat myös hometoksiinin (DON) muodostajia. Kolmanneksi yleisin laji oli *F. avenaceum*. Edellä mainitut lajit ovat merkittävimmät tähkävioitusten aiheuttajat viljoilla. Viljoissa voi esiintyä punahometta, mutta ei välttämättä toksiineja. Vuoden 2013 sadosta tehdyt toksiinipitoisuusmääritykset osoittivat, että DON-toksiinipitoisuus oli korkeampi niissä näytteissä, missä *Fusarium graminearum*-pitoisuus oli korkeampi. Puinnin viivästyminen sateiden vuoksi nosti *F. graminearum*-pitoisuutta sadossa ja kohotti DON-pitoisuuden kaikissa käsittelyissä niin korkealle, että elintarvikkeiden käsittelemättömälle kauralle asetettu DON-pitoisuuden raja-arvo, 1750 µg/kg, ylittyi. Rehulle asetettu epävirallinen DON-pitoisuuden raja-arvo, 8000 µg/kg, ei ylittynyt yhdessä näytteessä.

Ohran ja kauran laontorjuntakokeissa mielenkiinto kohdistui laontorjunta-aineen käyttömäärään. Kokeissa oli kolme eri käsittelyä vierekkäin samalla loholla: 1) alue, jota ei käsitelty laontorjunta-aineella, 2) alue, joka käsiteltiin tilalla normaalista käytössä olevalla ainemäärällä (Terpal 0,8 l/ha, Moddus 0,3 l/ha) ja 3) alue, jossa ainemäärä tiputettiin puoleen normaalimäärästä. Ruiskutukset ajoittuivat heinäkuun alkupäiville. Ohralla torjuntakokeita oli kaikkina kolmena vuotena, kauralla vain kasvukaudella 2013. Ohralla lajikkeena oli Einar ja kauralla Akseli. Ohra käsiteltiin Terpalilla (tehoaine mepikvattikloridi ja etefoni) ja kaura Modduksella (tehoaine trineksapakkietyyli).

Ohrakasvustoissa laontorjuntakäsittely vaikutti hyvin vähän kasvuston korkeuteen eikä lakoa esiintynyt myöskään käsittelemättömässä kasvustossa koevuosina. Molemmat laontorjuntakäsittelyt nostivat hieman (keskimäärin 2 g) tuhannen jyvän painoa käsittelemättömään verrattuna, mutta vuosina 2011-2012 hehtaarisadot olivat

laontorjuntakäsittelyn saaneissa kasvustoissa alhaisempia kuin käsittelemättömässä. Havaintokokeidemme tulosten mukaan laontorjunta Einar-lajikkeella vuosina 2011-2012 ei ollut kannattavaa. Sen sijaan vuonna 2013 laontorjuntakäsittelyt antoivat 600-700 kg/ha sadonlisän käsittelemättömään verrattuna. Suurin sadonlisä saatiin puolella ainemäärällä tehdystä käsittelystä. Kasvunsääteiden käytöstä aiheutuviin vuosien välisiin satovaihteluihin lienee useita syitä. Kasvien stressitilanteessa (kuivuus, kuumuus) kasvunsääteiden käyttö voi vaikuttaa negatiivisesti kasvuun ja sadonmuodostukseen.

Kauralla laontorjuntakäsittelyt lyhensivät selvästi korren pituuskasvua, puolella ainemäärällä noin 7 cm ja täydellä ainemäärällä noin 22 cm ruiskuttamattomaan verrattuna. Lakoa ei esiintynyt missään käsittelyssä, mutta kasvuston ränsistymistä oli eniten havaittavissa ruiskuttamattomassa kasvustossa ja vähiten täydellä ainemäärällä käsitellyssä kasvustossa. Laontorjuntakäsittelyt paransivat itävyyttä, mutta alensivat hieman hehtaarisatoja ruiskuttamattomaan verrattuna. Suositellulla ainemäärällä käsitelty kasvusto antoi 185 kg/ha alhaisemman sadon ruiskuttamattomaan verrattuna.

Kevätvehnän lajikekokeessa vuosina 2011-2012 testattavina lajikkeina olivat Anniina, Quarna ja Wellamo. Kahden vuoden keskiarvosatoina tarkasteltuna Quarnan ja Wellamon hehtaarisadot olivat samaa suuruusluokkaa ja 630 kg korkeampia kuin Anniinan. Kasvuston tiheyksissä ei ollut suurta eroa eri lajikkeiden välillä oraslaskennassa, mutta tähkämäärä neliöllä oli Quarna- ja Wellamo-lajikkeilla huomattavasti suurempi kuin Anniinalla. Valkuaispitoisuudet olivat: Anniina 14,6 %, Quarna 14,1 % ja Wellamo 12,4 %.

Kevätvehnän typpilannoituskokeessa vuosina 2011 ja 2013 selvitimme jaetun typpilannoituksen merkitystä sadon määrään ja laatuun. Ensimmäisenä vuonna typpilannoituskäsittelyt olivat: 1) 110 kg N/ha kylvön yhteydessä ja 2) 60 kg N/ha kylvön yhteydessä, lisätyppi 50 kg/ha heinäkuun alkupuolella. Toisena vuonna kylvön yhteydessä annetut typpilannoitukset olivat: 1) 110 kg/ha, 2) 88 kg/ha ja 3) 66 kg/ha.

Lisätypen levitysajankohtaa pyrimme arvioimaan kasvustosta tehtyjen lehtivihreämittausten (Minolta Spad 502) sekä maasta määritetyn nitraattitypen avulla. Lehtivihreämittausten perusteella kasvustossa ei ollut lisätypen tarvetta missään lannoituskäsittelyssä. Ensimmäisenä vuonna lisätyppi kuitenkin annettiin tähkälletulovaiheessa, mikä nosti sadon valkuaispitoisuutta ja tuhannen jyvän painoa verrattuna kylvön yhteydessä annettuun typpilannoitukseen. Hehtaarisato jäi kuitenkin jaetulla typpilannoituksella 400 kg alhaisemmaksi, koska tähkimisvaiheessa annetulla lisätypellä ei enää pystytty vaikuttamaan sadon määrään. Toisena vuonna kasvustot saivat ainoastaan kylvön yhteydessä annetun typpilannoituksen, koska lehtivihreämittausten ja kasvuston värin perusteella kasvustossa ei ollut lisätypen tarvetta. Mitatut hehtaarisatotulokset kuitenkin osoittavat, että typpilannoituksen vähentäminen laskee hehtaarisatoa alhaisimmalla typpilannoituksella hieman yli 1000 kg/ha korkeimpaan typpilannoitustasoon verrattuna.

Typpilannoituksen vähentäminen alensi myös hieman tuhannen jyvän painoa ja valkuaispitoisuutta.

Härkäpavun sanotaan jättävän maahan typpeä 30-40 kg/ha seuraavalle kasville, joten tähän tietoon pohjautuen perustimme havaintokokeen ohralla, jossa käytimme kahta typpilannoitustasoa, 60 ja 90 kg/ha, kun esikasvina oli härkäpapu. Verrannealueena samalla lohkolla toimi kasvusto, jossa esikasvina oli kaura ja typpilannoitus 90 kg/ha.

Härkäpavun esikasvivaikutus typpilannoitustasolla 90 kg/ha näkyi korkeampana satona verrattuna koejäseneseen, jossa kaura oli esikasvina. Satoero oli noin 350 kg/ha. 60 kg:n typpilannoitus ja härkäpapu esikasvina antoi kokeen alhaisimman sadon.

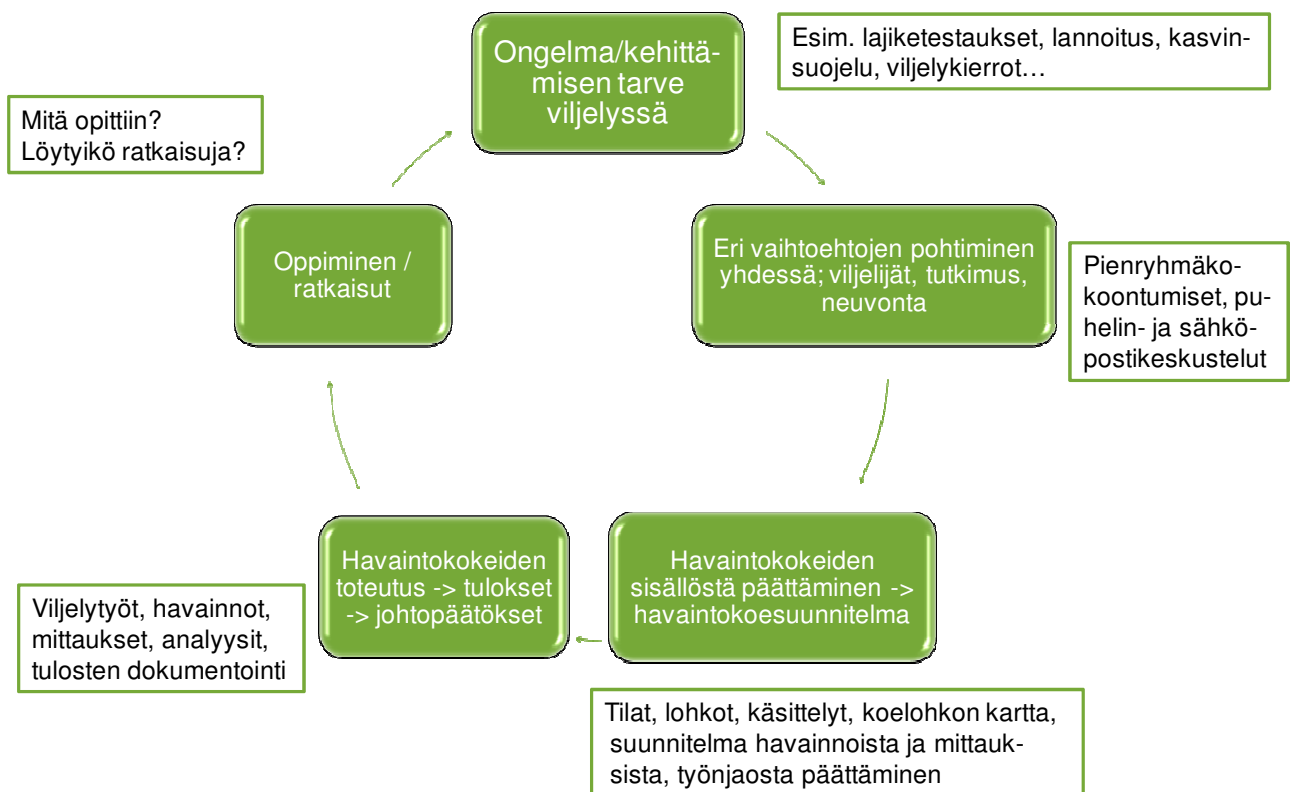
Puna-apilan esikasvikokeessa käsittelyt olivat: 1) puna-apila esikasvina + typpilannoitus 66 kg/ha VISUn mukaan, 2) puna-apila esikasvina, ei typpilannoitusta. Käsittely 1 antoi korkean hehtaarisadon, 6212 kg. Lannoittamattoman kasvuston (puna-apila esikasvina) korkeus ja satomäärä jäivät huomattavasti alhaisemmaksi (sato 4382 kg/ha), koska yleensä edeltävä palkokasvi korvaa vain osan väkilannoitetypestä. Taloudellisista ja ympäristösyistä voi kuitenkin olla järkevää vähentää palkokasvin jälkeen viljojen typpilannoitusta normaalilannoitemäärästä.

Härkäpavun kylvötiheyskokeessa oli vaikeuksia saada suunniteltu kylvötiheys, 55 siementä/m² ja 70 siementä/m², toteutettua. Taimilaskennan perusteella kasvustoista tuli huomattavasti tiheämpiä, 96 ja 121 yksilöä/m². Tiheämpi kasvusto antoi 110 kg/ha paremman sadon. Satotaso oli noin 3000 kg/ha. Palkojen määrään /kasvi ja siementen määrään /palko ei eri kasvutiheyksillä ollut vaikutusta, kuten ei myöskään rehuanalyysissä mitattuihin arvoihin.

1 Havaintokoetoiminta tiloilla

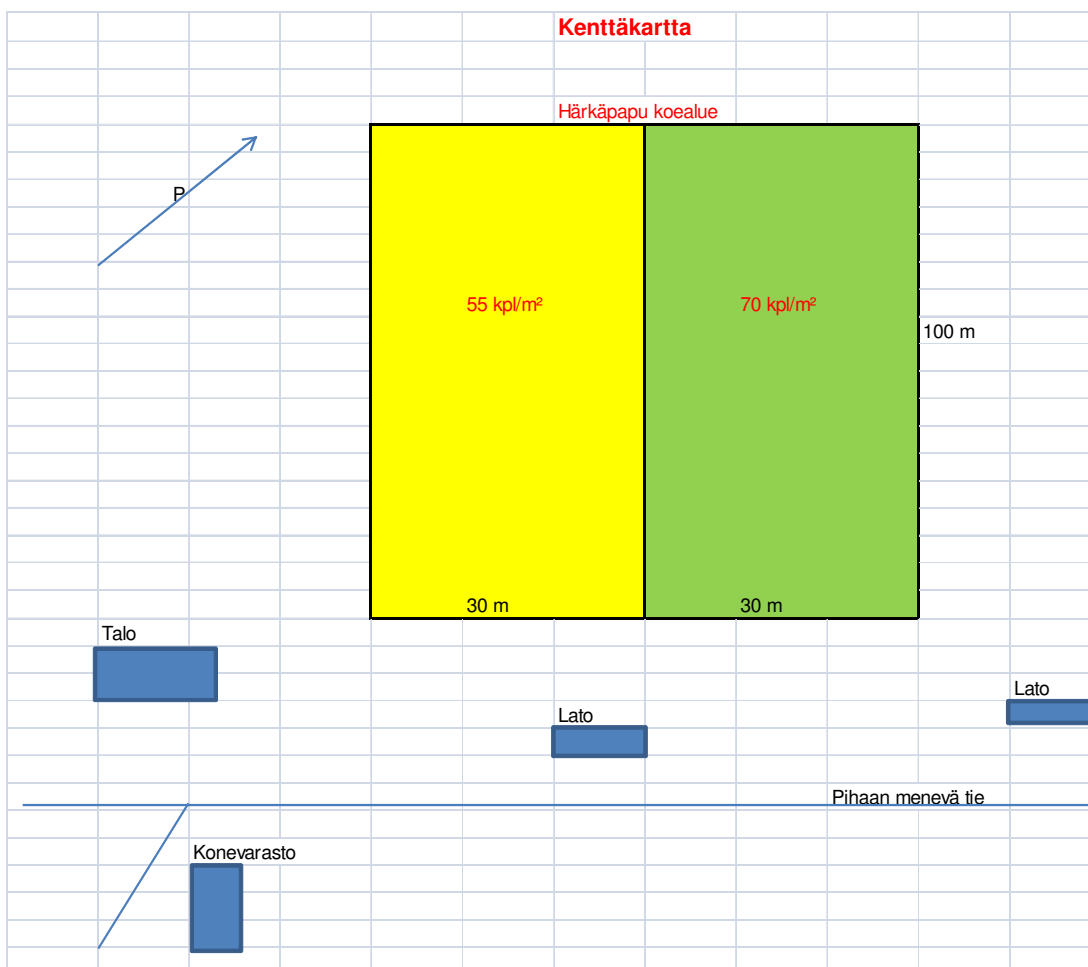
MTT Mikkeli vastasi Kasvintuotanto kannattaa -hankkeen vilja- ja palkokasviapienryhmässä toteutetuista havaintokokeista kasvukausina 2011-2013. Havaintokokeissa oli mukana neljä tilaa; Joroinen 2 tilaa, Rantasalmi 1 tila ja Mikkeli 1 tila. Tilat olivat tavanomaisesti viljeleviä siemenviljelytiloja. Hankkeen aikana toteutettiin yhteensä 17 eri havaintokoetta (Kuva 1.-3.). Havaintokokeet suunniteltiin yhteistyössä viljelijöiden ja ProAgria Etelä-Savon kanssa. Tarkat havaintokoesuunnitelmat lyötiin lukkoon kevään mittaan yhdessä viljelijöiden kanssa. Suunnitelmassa määriteltiin mitä tehdään, missä tehdään, milloin tehdään, miten tehdään ja kuka tekee.

Havaintokokeiden työnjako oli pääpiirteissään seuraava: viljelijät huolehtivat käytännön viljelytoimenpiteistä, viljelytoimenpiteiden ylöskirjaamisesta (lohkokortit), osasta havaintojen kirjaamista sekä kokeiden satomäärien punnitsemisen ja näytteiden oton sadon analysointia varten. MTT Mikkeli vastasi kokeiden suunnittelusta yhdessä viljelijöiden kanssa, kokeiden ohjeistuksesta (kokeella tehtävät toimenpiteet, havainnot, mittaukset ja analyysit), osasta kokeella tehtävistä havainnoista ja näytteiden otosta ja mittauksista sekä tulosten raportoinnista ja tiedottamisesta yhdessä ProAgrian ja viljelijöiden kanssa. Havaintokoetoiminnan kokonaisuutta voidaan kuvata seuraavan prosessikaavion avulla:





Kuvat 1 ja 2. Havaintokokeen merkitseminen ja mittaus viljelijän pellolle. (Kuvat: Pirjo Kivijärvi/MTT)



Kuva 3. Esimerkki havaintokokeen kenttäkartasta.

1.2 Havaintokokeilta tehdyt havainnot, mittaukset ja analyysit

Koelohkoilta tehtiin viljavuusanalyysi ennen kokeen perustamista, jos lohkolta ei ollut riittävän tuoreita viljavuustietoja. Kokeesta riippuen lohkoilta tehtiin seuraavia havaintoja: oraalle tulo, satokomponentit (mm. oraatten määrä, tähkien määrä), tautihavainnot ja lako-%. Koekasvustoista tehtiin seuraavia mittauksia: kasvuston korkeus, lehtivihreämittaus (Minolta Spad 502-mittari), nitraattitypen mittausta maasta (typpilaukku) (Kuvat 4.-5.), sadon määrä, tuhannen jyvän paino, hehtolitrapaino, itävyys. Joillakin kokeilla oli sademäärän mittausta. Kokeiden analyysit olivat: viljavuusanalyysi (viljapaketti), NIT-paketti (kosteus, valkuainen, hlp, tärkkelys), *Fusarium*-määritykset sadosta (kaura), toksiinipitoisuusmääritykset (kaura), sakoluku ja laaja rehuanalyysi (härkäpapu).



Kuvat 4. ja 5. Maanäytteiden otto kevätvehnän lannoituskoealueelta kahdesta eri syvyydestä, 0-25 cm ja 25-50 cm, ja nitraattitypen määrittäminen typpilaukulla. (Kuvat: Pirjo Kivijärvi/MTT)

2 Havaintokokeista saadut tulokset ja tulosten tarkastelu

2.1 Viljavuusanalyysit

Viljavuusanalyysien tulosten perusteella hivenravinteet mangaani ja rikki olivat usein punaisella. Kaura kärsii viljoista eniten mangaanin puutteesta. Pellon korkea pH alentaa mangaanin käyttökelpoisuutta kasveille. Mangaanin puutostilassa kasvi ei pysty käyttämään mitään ravinteita täysimääräisesti hyödyksi. Mangaanin puutos heikentää juurten kasvua ja jyvien muodostusta. Jos kasvustossa esiintyy mangaanin puutosoireita (Kuva 6.), voi lehtilannoitus olla perusteltua. Laihiolla vuonna 2005 tehdyssä kauran mangaanilannoituskokeessa antoi 2,5 kg:n mangaanisulfaattilannoitus (lehtilannoitus) 460 kg:n sadonlisän hehtaarille verrattuna ilman mangaanilannoitusta olleeseen kasvustoon. Katso lisätietoja:

<http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v62n04s03b.pdf>

Rikillä on merkitystä kasvien valkuaisaineiden ja entsyymien sekä lehtivihreän muodostumisessa. Koska entsyymit ovat osallisena useissa kasvien elintoiminnoissa, vaikuttaa rikin puute koko kasvin

kasvuun ja muiden ravinteiden hyödyntämiseen. Kasvi ottaa rikkiä lehtien ja juurten kautta vain sulfaattimuodossa.



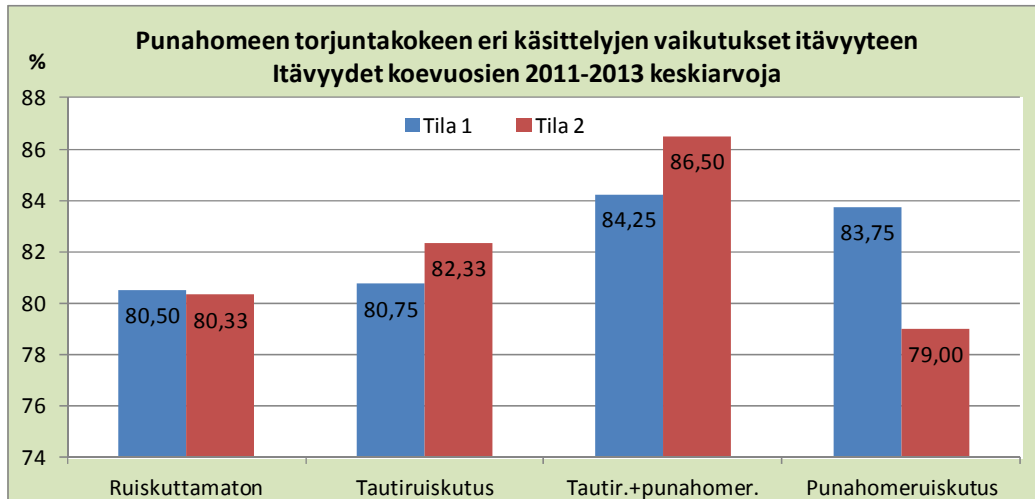
Kuva 6. Mangaanin puutosoireita kauran lehdessä. (Kuva: Arjo Kangas)

2.2 Kauran punahomeentorjuntakokeet

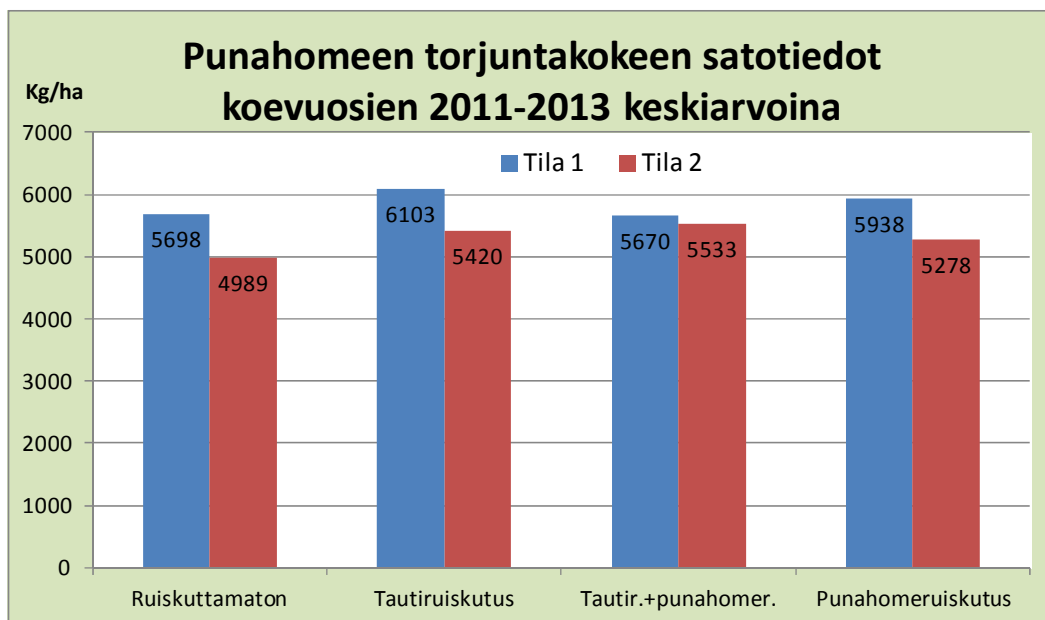
Havaintokoetoiminnassa toivottavaa on, että sama koe voidaan toteuttaa useammalla tilalla tai useampana vuonna, jolloin tulosten luotettavuus paranee. Tämä toteutui kauran punahomeentorjuntakokeessa, jossa tavoitteena oli selvittää erilaisten ruiskutuskäytänteiden vaikutuksia punahometta ja hometoksiineja aiheuttavan *Fusarium*-sienen esiintymiseen sadossa, sadon määrään ja sadon laatuun. Kasvustojen käsittelyt olivat: 1) ruiskuttamaton, 2) normaali tautiruiskutus (Zenit, Acanto Prima, Tilt, Stratego), 3) normaali tautiruiskutus + erillinen punahomeruiskutus (Prosaro, Proline), 4) pelkkä punahomeruiskutus. Kauralajikkeina kokeissa oli Akseli ja Peppi.

Kolmen koevuoden tulosten perusteella voidaan todeta, että viljoilla punahometta aiheuttavia *Fusarium*-sienen eri lajeja oli sadossa kaikissa käsittelyissä. Tauti- ja punahomeruiskutukset eivät myöskään vähentäneet *Fusarium*-saastunnan määrää jyvissä ruiskuttamattomaan verrattuna. Eniten sadossa esiintyi *F. culmorum*- ja *F. graminearum*-lajeja, jotka ovat myös hometoksiinin (DON) muodostajia. Kolmanneksi yleisin laji oli *F. avenaceum*. Edellä mainitut lajit ovat merkittävimmät tähkävioitusten aiheuttajat viljoilla. Viljoissa voi esiintyä punahometta, mutta ei välttämättä toksiineja. Kasvukauden 2013 sadosta määritettiin *Fusarium*-lajien lisäksi myös toksiinipitoisuudet (Taulukko 1.).

Tekemiemme itävyyismääritysten mukaan keskimäärin paras siementen itävyys saavutettiin käsittelyllä, jossa kasvusto sai tautiruiskutuksen lisäksi erillisen punahomeruiskutuksen. Ero itävyydessä ruiskuttamattomaan verrattuna oli kuitenkin vain 3-5 prosenttiyksikköä (kuva alla).



Ruiskutuskäsittelyjen vaikutus hehtaarisatoihin vaihteli vuosien ja kokeiden välillä, mutta keskimäärin ruiskutuskäsittelyt antoivat 240-540 kg:n hehtaarisadon lisäyksen ruiskuttamattomaan verrattuna. Yleisimmin alhaisimmat sadonlisäykset ruiskuttamattomaan verrattuna saatiin pelkällä punahomeruiskutuksella (kuva alla).



Punahometta aiheuttava sieni voi levitä peittaamattoman siemenen mukana kasvustoon. Sieni talvehtii myös pellolla kasvijätteissä. Siemenen huolellinen peittäminen sekä kaikki ne viljelytoimenpiteet, jotka edesauttavat kasvijätteen hajoamista pellolla vähentävät punahomeriskiä. *Fusarium*-sienen esiintyminen ja kasvu viljojen jyvissä näyttäisi riippuvan

enemmän kasvukauden sääoloista kuin tautiriskuista. Sateinen sää kukinta-aikaan lisää punahomeriskiä. Lämmin sää suosii sienien kasvua, mutta samanaikaisesti kuiva sää voi ehkäistä tartuntaa. Puinnin viivästyminen sateiden vuoksi lisää *Fusarium*-saastunnan riskiä jyvissä, etenkin jos kasvusto on laossa. Taulukossa 1. on vuoden 2013 sadossa mitatut toksiineja aiheuttavat *Fusarium*-lajit sekä toksiinipitoisuudet eri ruiskutuskesittelyissä koetiloilla. Tilan 1 puinti viivästy sateiden vuoksi noin viikolla tilan 2 puintiin verrattuna, mikä lisäsi mm. *F. graminearum*-saastunutta sadossa ja nosti sadon DON-pitoisuutta.

Taulukko 1. Punahomeen torjuntakokeen vuoden 2013 kaurasadosta mitatut toksiineja aiheuttavat *Fusarium*-lajien pitoisuudet ja toksiinipitoisuudet eri torjuntakesittelyissä kahdella eri tilalla. Eri *Fusarium*-lajien kohdalla oleva luku kuvaa, kuinka monta prosenttia tarkastetuista jyvistä on saastunut.

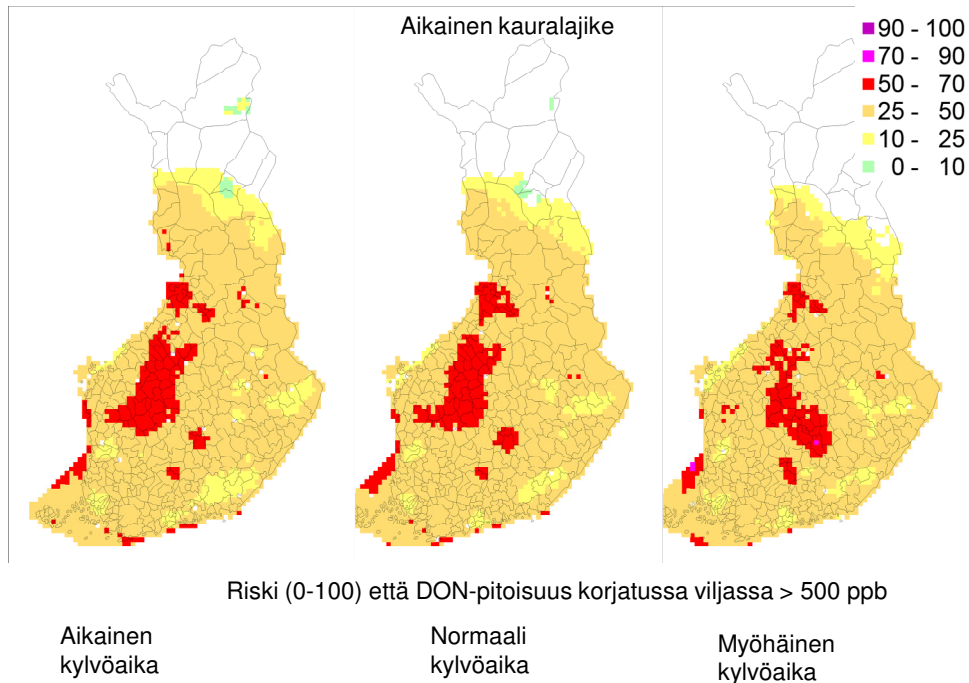
	Ruiskuttamaton		Tautiriskutus		Tauti- + punahomeriskutus		Punahomeriskutus		Huom!
	Tila 1	Tila 2	Tila 1	Tila 2	Tila 1	Tila 2	Tila 1	Tila 2	
Fusarium									
<i>F. culmorum</i>	0	0	0	0	0	4	3	0	DON- muodostaja
<i>F. graminearum</i>	67	35	64	27	64	32	73	49	
<i>F. sporotrichioides</i>	10	6	4	6	4	8	7	6	T-2 ja HT-2- muodostaja
<i>F. langsethiae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>F. poae</i>	0	1	0	2	0	7	0	3	NIV-muodostaja
	Ruiskuttamaton		Tautiriskutus		Tauti- + punahomeriskutus		Punahomeriskutus		
			Tilt	Stratego	Tilt + Proline	Stratego + Prosaro	Proline	Prosaro	
Toksiinit	Tila 1	Tila 2	Tila 1	Tila 2	Tila 1	Tila 2	Tila 1	Tila 2	
DON, µg/kg	2100	1300	2900	1400	1800	760	4800	1000	
T-2, µg/kg	<25	<25	<25	<25	<25	<25	39	<25	
HT-2, µg/kg	<25	<25	30	34	30	30	130	30	
NIV, µg/kg	-	30	-	<25	-	<25	<25	<25	
DAS, µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	
3-AcDON, µg/kg	220	200	340	210	180	130	610	220	
F-X, µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	

Rehuksi myytävälle viljalle DON-toksiinin epävirallinen raja-arvo on 8000 µg/kg. Yhdessäkään ruiskutuskesittelyssä tuo raja-arvo ei ylittynyt. Sen sijaan elintarvikkeeksi myytävässä viljassa DON-pitoisuuden raja-arvo käsittelemättömälle kauralle on 1750 µg/kg, joten tilan 1 kohdalla tuo raja-arvo ylittyi kaikissa ruiskutuskesittelyissä. Muille viljoille ja maissille DON-pitoisuuden raja-arvo on 1250 µg/kg. Elintarvikkeeksi myytävässä viljassa T-2 ja HT-2-toksiinien yhteenlaskettu pitoisuus ei suositusten mukaan saa ylittää 1000 µg/kg. Lisätietoja hometoksiinien raja-arvoista elintarvikkeissa:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:FI:PDF>, sivut 13-14.

*Fusarium*in määrää jyväsadossa ja jyvien toksiiniriskiä voidaan vähentää huolellisella puinnilla ja sadon lajittelulla. Punahomeen aiheuttamien hometoksiinien ennustemallia on kehitetty ja kokeiltu alueellisesti viime vuosina. Ennusteen osuvuudessa on ollut vaihtelua vuosien välillä, mutta ennuste tarkentuu koko ajan havaintodatan lisääntyessä. Tavoitteena on saada myös

viljelmäkohtaiset ennustemallit. Alla on esimerkki aikaisen kauralajikkeen sadon toksiinipitoisuuden ennustekartasta vuodelta 2013 eri kylvöajoille (tiedonanto 28.1.2014 MTT/tutkija Timo Kaukoranta, timo.kaukoranta@mtt.fi).



Tutkimus- ja selvitystyötä punahomeen torjumiseksi on jatkettava, koska havaintokokeidemme tulosten mukaan nykyisillä torjuntakäytänteillä ei saada pidettyä kurissa punahometta ja sadon toksiinipitoisuuksia. Lisätietoja viljelyteknisistä toimenpiteistä hometoksiiniriskin pienentämiseksi löytyy Vilja-alan yhteistyöryhmän sivuilta osoitteesta:

http://vyr.fi/www/fi/liitetiedostot/tuotanto_ja_viljelytietoa/huoneentaulut/Punahome_netti.pdf

2.3 Laontorjuntakokeet

Laontorjunta-aineet lyhentävät korren pituuskasvua ja ehkäisevät lakoa. Aikaiset ruiskutukset vaikuttavat useamman nivelvälin pituuskasvuun, kun taas myöhäisempi ruiskutus (lippulehtivaiheessa) vaikuttaa yleensä ylimmän nivelvälin pituuskasvuun. Laontorjunta-aineissa käytetty tehoaine etefoni voi aiheuttaa myös sivuversojen kasvua, mikä voi johtaa epätasaiseen tuleentumiseen.

Ohran ja kauran laontorjuntakokeissa mielenkiinto kohdistui laontorjunta-aineen käyttömäärään. Kokeissa oli kolme eri käsittelyä vierekkäin samalla loholla: 1) alue, jota ei käsitelty laontorjunta-aineella, 2) alue, joka käsiteltiin tilalla normaalista käytössä olevalla ainemäärällä (Terpal 0,8 l/ha, Moddus 0,3 l/ha) ja 3) alue, jossa ainemäärä tiputettiin puoleen normaalimäärästä. Ruiskutukset ajoittuivat heinäkuun alkupäiville.

Ohralla torjuntakokeita oli kaikkina kolmena vuotena, kauralla vain kasvukaudella 2013. Ohralla lajikkeena oli Einar ja kauralla Akseli. Ohra käsiteltiin Terpalilla (tehoaine mepikvattikloridi ja etefoni) ja kaura Modduksella (tehoaine trineksapakkietyyli).

Ohrakasvustoissa laontorjuntakäsittely vaikutti hyvin vähän kasvuston korkeuteen eikä lakoa esiintynyt myöskään käsittelemättömässä kasvustossa. MTT:n virallisten lajikekokeiden 2006-2013 tulosten mukaan vuosina Einar-lajikkeen lako-% oli 7, joten lajike on hyvin lujakortinen. Molemmat laontorjuntakäsittelyt nostivat hieman (keskimäärin 2 g) tuhannen jyvän painoa käsittelemättömään verrattuna, mutta vuosina 2011-2012 hehtaarisadot olivat laontorjuntakäsittelyn saaneissa kasvustoissa alhaisempia kuin käsittelemättömässä. Erityisesti korkeampi ainemäärä alensi satoa käsittelemättömään verrattuna keskimäärin 195 kg/ha. Havaintokokeidemme tulosten mukaan laontorjunta Einar-lajikkeella vuosina 2011-2012 ei ollut kannattavaa. Sen sijaan vuonna 2013 laontorjuntakäsittelyt antoivat 600-700 kg/ha sadonlisän käsittelemättömään verrattuna. Suurin sadonlisä saatiin puolella ainemäärällä tehdystä käsittelystä (Taulukko 2.).

Taulukko 2. Ohran (Einar) laontorjuntakokeen tulokset vuosien 2011-2013 keskiarvoina.

Käsittely	Sato, kg/ha	Sadon sl	Tjp, g	Hlp, kg	Pituus, cm	Itävyys-%
Ei laontorjuntaa	5065	100	39,3	61,0	75,0	94
Terpal 0,4 l/ha	5275	104	41,3	62,1	76,3	91
Terpal 0,8 l/ha	5140	102	41,2	61,9	70,3	88

Kasvunsäätöiden käytöstä aiheutuviin vuosien välisiin satovaihteluihin lienee useita syitä. Kasvien stressitilanteissa (kuivuus, kuumuus) kasvunsäätöiden käyttö voi vaikuttaa negatiivisesti kasvuun ja sadonmuodostukseen.

Kauralla laontorjuntakäsittelyt lyhensivät selvästi korren pituuskasvua, puolella ainemäärällä noin 7 cm ja täydellä ainemäärällä noin 22 cm ruiskuttamattomaan verrattuna. Lakoa ei esiintynyt missään käsittelyssä, mutta kasvuston ränsistymistä oli eniten havaittavissa ruiskuttamattomassa kasvustossa ja vähiten täydellä ainemäärällä käsitellyssä kasvustossa. MTT:n virallisten lajikekokeiden 2006-2013 tulosten mukaan vuosina Akseli-kauran lako-% oli 17, mikä oli kokeissa mukana olleista lajikkeista alhaisimpia. Laontorjuntakäsittelyt paransivat itävyyttä, mutta alensivat hieman hehtaarisatoja ruiskuttamattomaan verrattuna (Taulukko 3.).

Taulukko 3. Kauran (Akseli) laontorjuntakokeen tulokset kasvukaudella 2013.

Käsittely	Sato, kg/ha	Sadon sl	Tjip, g	Hlp, kg	Pituus, cm	Itävyys-%
Ei laontorjuntaa	6127	100	33,7	55,5	92,4	79
Moddus 0,15 l/ha	6100	100	32,4	55,1	85,2	82
Moddus 0,3 l/ha	5942	97	35,2	55,3	70,2	87

Rutiininomaista kasvunsäätteiden käyttöä tulisi välttää talous-, ympäristö- ja terveyssyistä. Päätöksen tulisi perustua käytetyn lajikkeen, vallitsevien kasvuolojen ja viljelyyn satsattujen panosten perusteella. Maltillisella lannoituksella ja lujakortisia lajikkeita käyttäen voidaan tulla toimeen ilman kasvunsäätteitä.

2.3 Kevätvehnän typpitasokoe

Jaetulla typpilannoituksella pyritään tarkentamaan kasvien typen saantia tarpeiden ja sato-odotusten mukaan. Typpilannoituksen tarkentamisella vaikutetaan myös viljelyn kannattavuuteen ja vesistöjen suojeluun. Alla olevaan taulukkoon on listattu kasvukauden aikaisen lisätypen annon ajankohta ja lisätypen oletettu vaikutus satokomponentteihin (lähde: TEHO-hanke: typpilannoituksen tarkentaminen).

Lisätypen annon ajankohta	Oletettu vaikutus
Korrenkasvuvaihe ja sitä ennen	Lisää ja ylläpitää jyvien lukumäärää
Lippulehtivaihe	Jyvien lukumäärä ja paino
Tähkälle tulo	Jyvien paino
1-2 viikkoa tähkälle tulon jälkeen	Valkuainen ja sakoluku

Kevätvehnän typpilannoituskokeessa vuosina 2011 ja 2013 selvitimme jaetun typpilannoituksen merkitystä sadon määrään ja laatuun. Vuonna 2011 typpilannoituskäsittelyt olivat: 1) 110 kg N/ha kylvön yhteydessä ja 2) 60 kg N/ha kylvön yhteydessä, lisätyppi 50 kg/ha heinäkuun alkupuolella. Vuonna 2013 kylvön yhteydessä annetut typpilannoitukset olivat: 1) 110 kg/ha, 2) 88 kg/ha ja 3) 66 kg/ha.

Lisätypen levitysajankohtaa pyrimme arvioimaan kasvustosta tehtyjen lehtivihreämittausten (Minolta Spad 502) sekä maasta määritetyn nitraattitypen avulla. Apuna käytettiin ensimmäisenä vuonna myös yllannoitusruutua (N 160 kg/ha). Lehtivihreämittaustulosten tulkinnassa käytimme apuna arvoja, jotka on määritelty eri kasveille ja eri kasvuasteille (Taulukko 4.). Kasvuasteiden määrittämisessä käytetään Feekesin asteikkoa (Taulukko 5.)

Kasvintuotanto kannattaa -hanke
 Havaintokoetoiminnan loppuraportti
 MTT Mikkelä / Pirjo Kivijärvi ja Kari Narinen

Taulukko 4. Lehtivihreämittauksessa saatujen SPAD-arvojen (Minolta SPAD 502-mittari) tulkinta arvioitaessa lisätyn tarvetta eri viljakasvien eri kasvuasteissa.

Viljelykasvi	Kasvuaste (Feekes)	Kriittinen SPAD	Optimi SPAD
Kevätvehnä	9-10	42	46
	10.5	45	46
Syysvehnä	9-10	39	45
	10.5	42	48
Ohra	9-10	35	41
	10.5	41	50
Kaura	9-10	45	50
	10.5	46	57
Ruis	9-10	38	41
	10.5	39	42
Rypsi	4 (nuppuaste)	37	41
	5-6 (kukintavaihe)	40	43

SPAD-arvon kohottamiseen yhdellä yksiköllä tarvitaan noin 4 kg typpeä hehtaarille.

Taulukko 5. Viljojen kehitysvaiheita kuvaava Feekesin asteikko.

Numerokoodi	Kuvaus
Oraan kasvu	
1	Yksi verso
Versominen	
2	Sivuversojen muodostuminen alkaa
3	Sivuversot selvästi havaittavia
Korren piteneminen	
4	Pääverso selvästi pystyssä, lehtitupet alkavat selvästi pidentyä
5	Pääverso voimakkaasti pysty
6	Ensimmäinen korren nivel havaittavissa
7	Toinen korren nivel havaittavissa
8	Viimeisenä muodostuva lehti alkaa näkyä
9	Lippulehden korvake näkyvä
10	Viimeinen lehtituppi täysmittainen, tähkä turvonnut-ei vielä näkyvillä
Kukinnan työntyminen	
10.1	Ensimmäiset tähkylät näkyvillä
10.2	1/4 tähkästä näkyvillä
10.3	1/2 tähkästä näkyvillä
10.4	3/4 tähkästä näkyvillä
10.5	Tähkä kokonaan ulkona tupesta
Kukinta	
10.5.1	Kukinnan alku
10.5.2	Kukinta ohi tähkän huipulla
10.5.3	Kukinta ohi tähkän tyvellä
10.5.4	Kukinta täysin ohi, jyvä vetinen
Jyvän täytyminen	
11.1	Jyvä maitomainen
11.2	Jyvä jauhoinen, mutta yhä pehmeä
11.3	Jyvä kova (vaikea jakaa kynnellä)
11.4	Vilja kypsä puitavaksi

Lehtivihreämittausten perusteella kasvustossa ei ollut lisätyn tarvetta missään lannoituskäsittelyssä (Taulukko 6.).

Taulukko 6. Kevätvehnän typpilannoituskokeelta vuonna 2011 mitatut lehtivihreäpitoisuudet (SPAD-arvo) eri lannoituskäsittelyissä ja lannoitusikkunassa, sekä vastaavien mittausajankohtien kriittinen ja optimi SPAD-arvo.

Kevätvehnän lannoituskoe	Kasvu-aste*	9.6. SPAD	Kasvu-aste**	30.6. SPAD	Kasvu-aste***	6.7. SPAD
1) N 110 kg/ha	3	51,5	10.3	50,9	10.5.1	50,8
Kriittinen/optimiarvo				42/46		45/46
2) N 60 + 50 kg/ha	3	48,1	10.3	46,6	10.5.1	49
Kriittinen/optimiarvo				42/46		45/46
Lannoitusikkuna	3	46,2	10.3	49,5	10.5.1	48
Kriittinen/optimiarvo				42/46		45/46

*sivuversot selvästi havaittavia, **puolet tähkästä näkyvillä, ***kukinnan alku

Vuonna 2011 lisätyn annettiin tähkälletulovaiheessa (8.7.), mikä nosti sadon valkuaispitoisuutta ja tuhannen jyvän painoa verrattuna kylvön yhteydessä annettuun typpilannoitukseen. Hehtaarisato jäi kuitenkin jaetulla typpilannoituksella 400 kg alhaisemmaksi, koska tähkimisvaiheessa annetulla lisätynellä ei enää pystytty vaikuttamaan sadon määrään. Kasvusto puitiin 29.8. ja lajikkeena oli Quarna (Taulukko 7.).

Taulukko 7. Vuoden 2011 kevätvehnän (Quarna) typpilannoituskokeen satotiedot eri lannoituskäsittelyissä. Lisätyn annettu 8.7.

Käsittely	Sato, kg/ha	Tjp, g	Hlp, kg	Sakoluku	Valkuais-%	Tärkkelys-%
N-lannoitus, kevät 110 kg/ha	5061	34	79	308	14,6	66,6
Jaettu N-lann, 60 + 50 kg/ha	4661	36,3	78,9	264	17,8	63,9

Vuonna 2013 kasvustot saivat ainoastaan kylvön yhteydessä annetun typpilannoituksen, koska lehtivihreämittausten ja kasvuston värin perusteella kasvustossa ei ollut lisätyn tarvetta. Mitatut hehtaarisatotulokset kuitenkin osoittavat, että typpilannoituksen vähentäminen laski hehtaarisatoja, tuhannen jyvän painoa ja valkuaispitoisuutta (Taulukko 8.). Kasvusto puitiin 27.8. ja lajikkeena oli Anniina.

Taulukko 8. Vuoden 2013 kevätvehnän (Anniina) typpilannoituskokeen satotulokset. Typpilannoitus annettu kylvön yhteydessä.

N-lannoitus	Sato, kg/ha	Tjp, g	Hlp, kg	Sakoluku	Raakavalk. %	Itävyys-%
N 110 kg/ha	5317	37,4	80,9	167	13,5	92,5
N 88 kg/ha	5032	36,8	80,8	157	13,0	91,0
N 66 kg/ha	4224	35,1	79,9	139	12,5	89,0

Jaetun typpilannoituksen hyötyyn vaikuttavat mm. lajike, maan kasvukunto ja orgaanisen aineen määrä. Aikaiset lajikkeet, kuten Anniina hyötyvät yleensä vähemmän typen jakamisesta kuin myöhäiset lajikkeet. Jos maassa on runsaasti orgaanista ainetta, yleensä kylvön yhteydessä annettu typpilannoitus riittää. Lisätyppi on annettava riittävän ajoissa, jos halutaan vaikuttaa sadon määrään. Tähkimisvaiheessa annettu lisätyppi kohottaa valkuaispitoisuutta, mutta ei enää vaikuta satoon.

Havaintokokeista saatujen kokemusten perusteella lehtivihreämittaukset ja nitraattitypen mittaukset maasta eivät anna riittävää tietoa kasvuston lisätypen tarpeesta. Luotettavampia menetelmiä lisätyppitarpeen määrittämiseen saattaisivat olla miinusruudun (vähennetty N-lannoitus) käyttö ja maanpäällisen kasvimassan mittaus.

2.4 Kevätvehnän lajikekokeet

Kevätvehnän lajikekokeessa vuosina 2011-2012 testattavina lajikkeina olivat Anniina, Quarna ja Wellamo. MTT:n virallisten lajikekokeiden 2006-2013 tulosten perusteella lajikkeita kuvataan seuraavasti:

Lajike	Kasvu-aika, pv	Hlp,kg	Valkuais-%	Pituus, cm
Anniina	97,1	79,7	15,0	78
Quarna	100,2	79,7	15,0	74
Wellamo	102	80,1	13,5	82

Molempina koevuosina Quarna ja Wellamo päihittivät satoisuudessa Anniinan. Kahden vuoden keskiarvosatoina tarkasteltuna Quarnan ja Wellamon hehtaarisadot olivat samaa suuruusluokkaa ja 630 kg korkeampia kuin Anniinan (Taulukko 9.). Kasvuston tiheyksissä ei ollut suurta eroa eri lajikkeiden välillä oraslaskennassa, mutta tähkämäärä neliöllä oli Quarna- ja Wellamo-lajikkeilla huomattavasti suurempi (828 kpl/m² ja 885 kpl/m²), kuin Anniinalla (585 kpl/m²). Typpilannoitus, 110 kg/ha, annettiin kertalannoituksena keväällä.

Taulukko 9. Kevätvehnän lajikekokeen satotiedot koevuosien 2011-2012 keskiarvoina.

Lajike	Sato, kg/ha	Sadon sl	Tjp, g	Hlp, kg	Sakoluku	Valkuais-%	Itävyys-%
Anniina	2517	100	27	77	348	14,6	94,5
Quarna	3149	125	31,8	77,9	285	14,1	89
Wellamo	3148	125	27,9	77,5	295	12,4	94

Vuonna 2011 kaikkien lajikkeiden sato jäi alhaiseksi johtuen koalueella olleesta juolavehnäongelmasta. Toisena koevuonna Quarna-lajike antoi selkeästi korkeimman sadon.

2.5 Palkokasvien esikasvivaikutus

Palkokasvit ovat syvän juuristonsa ja typensidontakykynsä ansiosta hyviä välikasveja yksipuolisessa viljelyssä. Palkokasvien käytön lisääminen parantaa maan rakennetta ja lisää maan orgaanista ainesta (maan hiilivarat). Etenkin monivuotiset palkokasvit jättävät maahan runsaan juuristomassan. Härkäpavun sanotaan jättävän maahan tyypeä 30-40 kg/ha seuraavalle kasville, joten tähän tietoon pohjautuen perustimme vuonna 2011 havaintokokeen ohralla (Einar), jossa käytimme kahta typpilannoitustasoa, 60 ja 90 kg/ha, kun esikasvina oli härkäpapu. Verrannealueena samalla lohkolla toimi kasvusto, jossa esikasvina oli kaura ja typpilannoitus 90 kg/ha.

Korkein sato saatiin käsittelystä, jossa tyypeä annettiin 90 kg/ha härkäpavun ollessa esikasvina. Satoero oli noin 350 kg/ha verrattuna käsittelyyn, jossa kaura oli esikasvina ja tyypeä annettiin 90 kg/ha. 60 kg:n typpilannoitus ja härkäpapu esikasvina antoi alhaisimman sadon (Taulukko 10.).

Taulukko 10. Einar-ohran satotiedot esikasvikokeessa vuonna 2011.

Käsittely	Sato, kg/ha	Sadon sl	Tjp, g	Hlp, kg	Itävyys-%
Kaura esikasvina, N 90 kg/ha	5341	100	40,8	62,1	96
Härkäpapu esikasvina, N 60 kg/ha	5219	98	41,8	62,8	96
Härkäpapu esikasvina, N 90 kg/ha	5709	107	41,5	63,4	95,5

Vuonna 2012 2-vuotinen puna-apila (siemensato korjattu) kauran esikasvina antoi korkean hehtaarisadon 66 kg/ha typpilannoituksella (lannoitus VISUn mukaan). Lannoittamattoman kasvuston (puna-apila esikasvina) korkeus ja satomäärä jäi huomattavasti alhaisemmaksi, koska yleensä edeltävä palkokasvi korvaa vain osan väkilannoitetyypestä (Taulukko 11.).

Taulukko 11. Akseli-kauran satotiedot esikasvikokeessa vuonna 2012.

Käsittely	Sato, kg/ha	Tjp, g	Hlp, kg	Itävyys, %	Kasvuston kork. cm
Puna-apila esikasvina, ei lannoitusta	4382	34,7	53,6	68,5	75
Puna-apila esikasvina, lannoitus VISU:n mukaan, N 66 kg/ha	6212	37,6	52,1	78,5	95

Palkokasvien esikasviarvoon vaikuttavat mm. seuraavat tekijät:

- kasvilajivalinta
- yksi- vai monivuotinen kasvusto
- kasvuston typensidontatehokkuus
- peltoon jäävän massan määrä (maanpäällinen ja juuristomassa)
- kasvuston muokkausajankohta

Taloudellisista ja ympäristösyistä voi olla järkevää vähentää palkokasvin jälkeen viljojen typpilannoitusta normaalilannoitemäärästä. Palkokasvien ja biologisen typensidonnan merkityksestä viljelyssä fossiilisen energian säästäjänä löytyy lisätietoa MTT Raportti 76 – julkaisusta, joka löytyy osoitteesta: <http://jukuri.mtt.fi/handle/10024/438286>.

2.6 Härkäpavun kylvötiheyskoe

Härkäpavun kylvötiheyskokeessa tavoiteltiin seuraavia kylvötiheyksiä: 55 siementä/m² ja 70 siementä/m². Taimilaskennan perusteella kasvustoista tuli huomattavasti tiheämpiä, 96 ja 121 yksilöä/m². Tiheämpi kasvusto antoi paremman sadon. Satotaso oli noin 3000 kg/ha. Palkojen määrään /kasvi ja siementen määrään /palko ei eri kasvutiheyksillä ollut vaikutusta, kuten ei myöskään rehuanalyysissä mitattuihin rehuarvoihin (Taulukko 12. ja 13.).

Taulukko 12. Kontu-härkäpavun kylvötiheyskokeen satotulokset vuonna 2013.

Käsittely	Sato, kg/ha	Oraita/m ²	Palkoja/kasvi	Siemeniä/kasvi	Siemeniä/palko	Hlp, kg	Tjp, g
Kylvötiheys 55 kpl/m ²	2 937	96	15	42	3	79,7	309
Kylvötiheys 70 kpl/m ²	3 047	121	14	42	3	79,4	298

Taulukko 13. Kontu-härkäpavun kylvötiheyskokeen rehuarvotiedot vuoden 2013 sadossa.

Käsittely	Kuiva-aine %	Raakavalk. g/kg ka	Raakakuitu g/kg ka	Raakarasva g/kg ka	Tuhka g/kg ka	Typettömät uuteainet g/kg ka
Kylvötiheys 55 kpl/m ²	87	303	84	5	37	571
Kylvötiheys 70 kpl/m ²	87	298	92	5	39	565

Härkäpavun satotaso oli keskinkertainen/hyvä. Rehuarvot olivat yleistä tasoa lukuun ottamatta raakarasvaa, jonka pitoisuus jäi hieman keskiarvoa alhaisemmaksi.