

**HÄRKÄPAVUN YMPPÄYKSEN VAIKUTUKSET KASVUUN JA
TYPENSIDONTAAN**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Mustiala, maatalouselinkeinot

kevät, 2020

Veera Jokioinen

Koulutus Kampus		Maaseutuelinkeinot Mustiala
Tekijä	Veera Jokioinen	Vuosi 2020
Työn nimi	Härkäpavun ympäyksen vaikutukset kasvuun ja typensidontaan	
Työn ohjaaja	Heikki Pietilä	

TIIVISTELMÄ

Työn tavoitteena oli selvittää typpiymppi-käsittelyn vaikutusta sekä tarpeellisuutta härkäpavulla. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Boreal Kasvinjalostus Oy:n kanssa.

Tavoitteena oli vertailla härkäpavun ympäällä käsitellyn siemenen ja käsittelemättömän siemenen eroa muun muassa kasvussa, satotasossa sekä typensidonnassa. Kasvihuoneessa toteutettiin koe, jossa käytettiin neljää eri maata, joista kahdessa oli ennen viljelty palkokasveja. Jokaisesta maasta kylvettiin kahdeksan ruukkua, joista neljän ruukun siemenet ympättiin. Ruukut nimettiin väriryhmin havainnoinnin helpottamiseksi.

Koeaineistosta havainnointiin itäminen, kukinta ja tuleentuminen. Palot puitiin käsin ja sato punnittiin. Juuret havainnoitiin lopussa arvioimalla juurinystryöiden määrä asteikolla 0-10.

Itävyys oli parempi jokaisella väriryhmällä ympätyissä ruukuissa. Ympäyksen vaikutusta kukintaan tai tuleentumiseen ei pystytty kokeessa erottamaan. Ympäys lisäsi palkojen määrää ja siemensatoa vain mailla, joissa ei ollut ennen viljelty palkokasveja. Yhdellä väriryhmällä (vihreä, HtMr, pH 5,7) ympäys lisäsi siemensatoa yli 60 %. Juurinystryöihin ympäyksellä ei näyttänyt olevan vaikutusta. Useiden satunnaistekijöiden ja kokeen pienimuotoisuuden vuoksi tuloksien luotettavuutta ei pystytä täysin arvioimaan.

Avainsanat typensidonta, ympäys, härkäpapu, palkokasvit

Sivut 32 sivua

Name of degree programme Agricultural and Rural Industries
Campus Mustiala

Author Veera Jokioinen **Year** 2020
Subject The impact of faba bean inoculation on growth and nitrogen fixation
Supervisors Heikki Pietilä

ABSTRACT

The aim of this thesis was to find out the impact and need of faba bean inoculation. This thesis was made in collaboration with Boreal Plant Breeding Ltd.

The goal was to compare differences between inoculated and non-inoculated seed on growth, crop yield and nitrogen fixation. The experiment was put into practice in greenhouse. Four different soils were used, in two of which legumes had been grown before. Eight pots of each soil were in the experiment. Inoculated seed was sown into four of the pots. Pots were marked with colours to ease observation.

Germination, flowering and ripening of the test material were observed. Pods were harvested by hand and the crop was weighed. Roots were observed and also root nodules were evaluated with a scale of 0-10.

Germination was better in each colour group of pots where the plants were grafted. In the test was impossible to find out the impact of inoculation on flowering and ripening. Inoculation increased the number of pods and seed yield only in soils where no legumes had been grown before. In one group inoculation increased the seed yield over 60%. It turned out that inoculation had no effect on root nodules. Due to several random factors and the small size of the experiment it is not possible to fully assess the reliability of the results.

Keywords nitrogen fixation, inoculant, faba bean, legumes

Pages 32

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	HÄRKÄPAPU KASVINA	2
2.1	Historia	2
2.2	Ominaisuudet	2
2.3	Sadon muodostuminen	3
2.4	Jalostus ja lajikkeet.....	5
3	HÄRKÄPAVUN VIJELY	6
3.1	Viljelyn suunnittelu	6
3.2	Muokkaus ja kylvö.....	7
3.3	Lannoitus	7
3.4	Kasvinsuojelu.....	8
3.4.1	Taudit.....	8
3.4.2	Tuholaiset	10
3.4.3	Rikkakasvit	11
3.5	Sadonkorjuu ja kuivaus	11
4	BIOLOGINEN TYPENSIDONTA	12
4.1	Maan biologinen toiminta.....	12
4.2	Typensidontan toiminta	13
4.3	Typensidontan bakteerit	14
5	YMPPÄYS.....	15
5.1	Yleistä ympppäyksestä	15
5.2	Siementen käsittely.....	16
6	KOKEEN TOTEUTUS.....	16
6.1	Suunnitelma	16
6.2	Koeasetelma.....	16
7	KOKEEN TULOKSET	18
7.1	Kasvu	18
7.1.1	Ympppäys ja kylvö	18
7.1.2	Siementen itävyys ja taimettuminen	19
7.1.3	Kukinta.....	21
7.1.4	Pituus.....	23
7.1.5	Tuleentuminen ja kasvuaika	24
7.2	Sato.....	25
7.2.1	Korjuu	25
7.3	Typensidonta.....	28
8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	31
	LÄHTEET.....	33

1 JOHDANTO

Suomen valkuaisomavaraisuuden lisääminen on ollut tavoitteena jo kauan. Valkuaisomavaraisuuteen liittyy vahvasti myös huoltovarmuus, joka korostuu etenkin poikkeusoloissa. Valkuaiskasvien viljelyä on tuettu jo ennen tukitoimin, ja huoltovarmuuden tärkeydestä kertoo myös ajankohittaisen koronaviruspandemian vuoksi tehdyt tukikorotukset valkuaiskasvipalkkioon.

Viljelyyn kannustuksesta huolimatta valkuaiskasvien viljelyala on edelleen melko alhainen. Härkäpapu mielletään usein erikoiskasviksi ja viljelyn vähyyttä voidaan selittää esimerkiksi ennakkoluuloilla viljelyn riskeistä tai viljoja pienemmästä satotasosta. Viljelyä pyritään helpottamaan uusien lajikkeiden jalostuksella, jotka ovat viljelyvarmempia ja satoisampia. Härkäpapu on kilpailukykyinen vaihtoehto, kun siitä saatava sato ja hinta ovat riittävän korkeita.

Härkäpapu on myös hyvä viljelykierron monipuolistaja ja esikasvi, sillä se jättää tyypeä maahan jopa yli 100 kiloa hehtaarille. Tämän vuoksi voidaan vähentää reilusti esimerkiksi teollisten ostolannoitteiden käyttöä seuraavalla kasvilla, mikä lisää viljelyn kannattavuutta. Tämän saavuttamiseksi typensidonta tulee saada toimimaan, jonka varmistamiseksi viljelyohjeissa usein suositellaan kylvösiemenen ymppäystä.

Ymppäyksen vaikutuksista nimenomaan härkäpavun viljelyssä löytyy heikosti tutkimustuloksia. Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää ymppäyksen todellista tarpeellisuutta ja sen vaikutuksia eri maalajeilla sekä erilaiset viljelyhistoriat omaavilla mailla.

Kasvihuoneessa toteutettuun pienimuotoiseen kokeeseen valittiin neljää erilaista peltomaata, joista kahdessa oli ennen viljelty härkäpapua ja kahdessa ei. Yhdeksi peltomaaksi valittiin alhaisen pH:n omaava maa, jotta tätäkin puolta ymppäyksen vaikutuksista voidaan tutkia, sillä ymppäksittelyä suositellaan etenkin mailla, jotka ovat happamia tai joilla ei ole ennen viljelty palkokasveja.

2 HÄRKÄPAPU KASVINA

2.1 Historia

Härkäpavun viljely on alun alkujaan lähtenyt Itä-Aasiasta, josta sen viljely levittäytyi rautakaudella Etelä-Eurooppaan. Viljelyalue laajeni Pohjois-Eurooppaan roomalaisten sekä katolisten munkkien toimesta. Härkäpavun viljelystä Suomessa ensimmäinen maininta löytyy vuodelta 1234, jolloin sen viljelijöille määrättiin vero. 1700-luvulla, kun herneen viljely yleisty, viljelyalue siirtyi Karjalaan. 1960-luvulla härkäpavun viljelyyn innostuttiin uudelleen, kun sitä alettiin viljellä viherjauhoksi. Tämä innostus kuitenkin laantui 1970-luvun loppupuolella, muun muassa väärin viljelyohjeiden sekä märkien korjuuolosuhteiden vuoksi. 2000-luvulla härkäpapu on pääasiassa viljelyssä Varsinais-Suomessa, sekä jonkin verran myös Pirkanmaalla, Uudellamaalla sekä Kaakkois-Suomessa. (Lassila 2007, 18.)

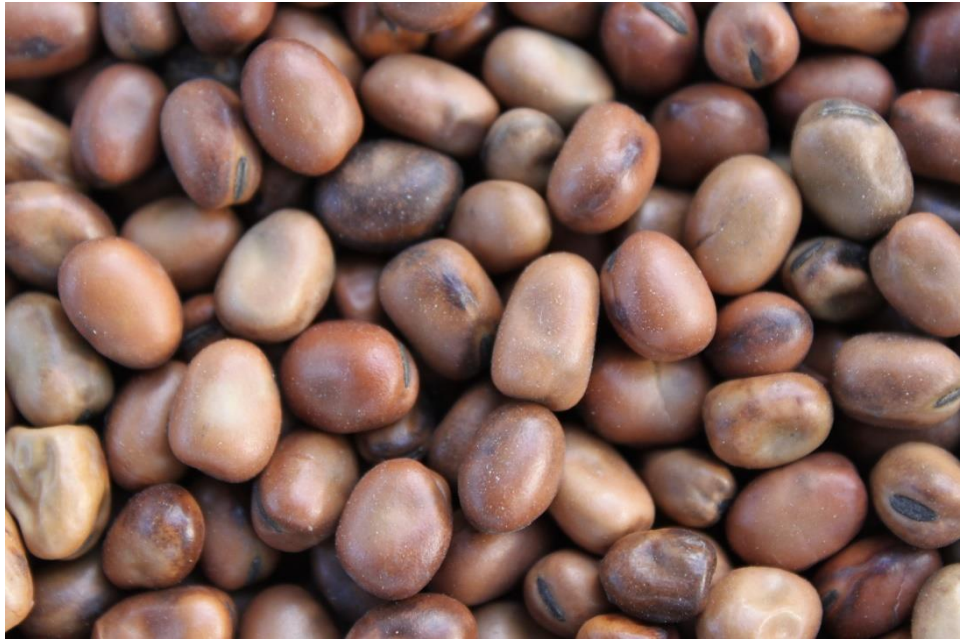
2.2 Ominaisuudet

Härkäpapu (*Vicia faba* L.) luokitellaan kuuluvaksi palkoviljoihin ja virnojen sukuun. Härkäpapu on jäykkävartinen, vahvajuuristoinen ja kookas palkovilja. Kasvu on nopeaa ja härkäpapu pystyykin kilpailemaan hyvin rikkakasvien kanssa. Se kasvaa 50 – 150 cm korkeaksi. Kukat ovat yleensä valkoiset ja niissä on mustia täpliä. (Hyytiäinen, Hedman-Partanen & Hiltunen 1999, 87.; Seppänen, Stoddard & Yli-Halla 2008, 66.)



Kuva 1. Härkäpapukasvusto pellolla. (Maatilan Pellervo 2019)

Siemensatoa tuotettaessa härkäpavun pitkä kasvuaika rajoittaa viljelyä, mutta nykyisin sitä voidaan viljellä jo I-III vyöhykkeillä. Siemenen valkuaispitoisuus on 28 – 30 %. (Stoddard & Nykänen 2011, 36-37.; Peltosiemmen 2020, 24.)



Kuva 2. Härkäpavun siemeniä. (Luomuliitto 2015)

2.3 Sadon muodostuminen

Härkäpavun taimettuessa vain alkeissilmu on maan pinnalla, sirkkalehdet jäävät maan alapuolelle. Kukkatertut ovat lehtinivelissä. Härkäpapu tekee jokaisesta lehtinivelestä yhden lyhyen tertun, johon tulee useita kukkia. Kukkat muodostuvat lehden ja varren nivelkohtiin alhaalta ylöspäin. Kukinta alkaa Suomessa yleensä kesäkuun lopulla, ja jatkuu heinäkuun loppuun asti, eli noin kuukauden. Palkojen kehittyminen tapahtuu kukinnan kanssa samanaikaisesti. Kaikista kukista ei kehity palkoa. Hedelmöittyneistä kukista jopa puolet varisee pois. Kukkien lailla, myös palot kehittyvät alhaalta ylöspäin. Palkoja kehittyy eniten varren keski- ja alaosaan. (Stoddard 2011, 44.; Seppänen ym. 2008, 68.)



Kuva 3. Härkäpapu kukintavaiheessa. (Jokioinen 2020)

Härkäpapukasvustoissa on yleensä kahdenlaisia kasveja: hybridikasveja sekä itsepölyttyneitä yksilöitä. Hybridikasvit ovat elinvoimaisia ja itsepölytteisiä, kun taas itsepölytyksestä syntyneet kasvit tarvitsevat pölytykseen mesipistiäisiä. Mehiläiset kuljettavat sekä kasviyksilöiden välillä että saman kasvin kukasta kukkaan (vastaten itsepölytystä) siitepölyä. Kasvuston kukat aukeavat useammaksi päiväksi, jolloin pölytykselle on paljon aikaa. Kukot aukeavat ensimmäisenä päivänä varhain iltapäivällä. Mehiläisten toimintaa kannattaa tällöin tarkkailla. Jos viljelyalaa on paljon, ja mehiläisiä havaitaan neliön alalla vähemmän kuin yksi, voi mehiläiskasvattajien pölytyspalvelun käyttö olla tarpeen. Myös jotkut kimalaiset ovat erittäin tehokkaita pölyttäjiä härkäpavulle. (Stoddard 2011, 44.)

Vajaan hedelmöittymisen ja keskinäisen kilpailun vuoksi kaikki palon siemenaiheet eivät kehity siemeniksi. Yleensä niitä kehittyy siemeneksi keskimäärin 3-4 kappaletta. Kasvuston isoimmat siemenet ovat yleensä alaja keskiosassa kasvustoa, ylhäällä olevat siemenet ovat usein pienehköjä. Palkoja voi muodostua jopa yli 40 kappaletta per kasvi. Aikaisilla lajikkeilla palkoja kantavia niveliä on noin 8-9 ja myöhäisillä 15-20. Palkoja on nivlessä keskimäärin 2 kappaletta nykyisillä lajikkeilla. Niiden määrä per nivel on lajikeominaisuus. (Seppänen ym. 2008, 68.)

Härkäpavun kasvutapa on päätteetön. Uusia kukkia sekä palkoja kehittyä jatkuvasti kasvuston yläosaan, vaikka alemmat palot ovat jo alkaneet tulleentua. Härkäpavun jalostuksessa on pyritty saamaan kasvutavaltaan päätteellisiä lajikkeita, jotta päästäisiin kasvuston yhtäaikaiseen tuleentumiseen. (Laine 2016, 52.)

2.4 Jalostus ja lajikkeet

Parikkalaisesta maataispapukannasta syntyi ensimmäinen Suomessa jalostettu härkäpapulajike, Hankkijan Mikko. Lajikkeen kasvu-aika (108 pv) oli huomattavasti keskieurooppalaisia lajikkeita lyhyempi. Tämä takasi puinnin onnistumisen Suomen olosuhteissa. Mikon jälkeen markkinoille saatiin satoisampi lajike Hankkijan Ukko, jossa oli yhdistetty maalaiskan-
taa sekä ukrainalaista lajiketta. (Lassila 2007, 16.)

Vuonna 1997 jalostettiin Kontu-lajike, joka oli Ukkoa noin 10 % satoisampi. Muita suomalaisia lajikkeita ovat Borealin jalostamat Sampo, Louhi, Into ja uusi lajike Vire, joka on ensimmäinen alhaisen visiini- ja konvisiinipitoisuuden lajike. (Lassila 2007, 16.; Laine 2020, 57.) Härkäpapua on siemeneksi tuotettavien lajikkeiden lisäksi vihantahärkäpapulajikkeita, joista tehdään rehua. Yleinen vihantahärkäpapulajike on Fuego. (Peltosiemen 2020, 24.)

Suomen virallisissa lajikekokeissa 2012-2019 mukana olleet lajikkeet ovat Kontu, Louhi, Sampo, Into, Vire, BOR 16011, BOR 16012 sekä Daisy. (Luke n.d.)

Taulukko 1. Härkäpapu viralliset lajikekokeet 2012-2019. (Luke n.d.)

	Sato (kg/ha)	Kasvu-aika (vrk)	Lämpösumma	Lako (%)	Pituus (cm)	Tsp (g)
KONTU (M)						
LOUHI	3 578,00	108	1119,4	26,3	85,8	388,1
SAMPO	3137	103	1072	25,9	81,4	277,5
INTO	3608	103	1077,8	21,2	82,3	351,4
VIRE	4163	107	1111,6	18,6	85,3	326,7
BOR 16011	2568	105	1089,5	36,1	80,9	342,1
BOR 16012	2934	108	1134,5	30,6	90,4	362
KONTU	3399	107	1115,3	37	86,8	326,8
DAISY	4792	117	1219,8		107,6	538

Taulukko 2. Härkäpapu viralliset lajikekokeet 2012-2019. (Luke n.d.)

	Valkuainen (%)	Valkuaissato (kg/ha)	Kukinnan kesto	Virheetön herne (%)
KONTU (M)				
LOUHI	31	945		91,6
SAMPO	33	888	26,1	88
INTO	33	1010	22,9	95,7
VIRE	28	1008	25	92,9
BOR 16011	31	678	25	80,7
BOR 16012	31	778	24,5	77,6
KONTU	31	902	24	92,3
DAISY	30	1197	23,1	81,6

Jalostustavoitteista tärkein on ollut satotason lisääminen. Kasvin kuivuu-denkestoa lisäämällä on voitu nostaa satoa. Lisäksi tavoitteena on ollut maan liiallisen märkyyden keston lisääminen, vastustuskyvyn kasvitauteja vastaan, erityisesti harmaahomeen sekä ruokinnallisten haitta-aineiden vähentäminen. (Laine 2020, 56.)

Ruokinnalliset haitta-aineet voivat rajoittaa käyttöä rehuksi, etenkin yksimahaisten kotieläinten ruokinnassa. Haitta-aineet voivat heikentää rehun maittavuutta, sulavuutta sekä vaikuttaa myös eläinten kasvuun ja hedelmällisyyteen. Haitta-aineita voidaan poistaa vain jalostuksella. Markkinoilla olevista lajikkeista esimerkiksi Kontu sisältää haitta-aineista melko paljon tanniineja, visiinia ja konvisiinia. (Boreal n.d.; Koivunen n.d.; Stoddard, Puhakainen, Lindström & Vanhatalo 2012, 93.)

Haitta-aineellisessa lajikkeessa on tanniineja keskimäärin 5 – 10 g/kg ka ja visiinia sekä konvisiinia 6 – 14 g/ kg ka, kun taas haitta-aineettomassa lajikkeessa tanniineja on keskimäärin 0,1 g/ kg ka ja visiinia sekä konvisiinia 0,3 g/ kg ka. (Koivunen n.d.)

3 HÄRKÄPAVUN VIJELY

3.1 Viljelyn suunnittelu

Härkäpapu viihtyy parhaiten savi- ja hietamailla. Maan tulee olla hyväkuntoinen, ilmava ja hyvin ojitettu. Maan pH:n tulee olla välillä 5,5-7, mieluiten yli 6. Härkäpapu on melko poudanarka, sillä juuriston vedenotto-kyky on suhteellisen heikko. Kuivuus- ja märkyyssstressi voi laskea sato-tasoa. (Hyttiäinen ym. 1999, 87.; Vyr n.d.; Laine 2016, 52.)

Viljeltäessä multavilla mailla, joista vapautuu paljon typpeä, tuleentuminen voi viivästyä. Härkäpapu kasvaa tällöin turhan reheväksi ja pitkäksi. (Vyr n.d.)

Härkäpapu monipuolistaa viljelykiertoa ja vähentää seuraavan viljelykasvin typpilannoitustarvetta. Härkäpapu on viljelykierrossa huono esikasvi apilalle, herneelle sekä vihanneksille. Näille kaikille harmaahome on yhteinen tauti. (Laine 2016, 53.; Vyr n.d.)

3.2 Muokkaus ja kylvö

Pitkän kasvuajan vuoksi härkäpapu tulisi kylvää toukokuun alkupuolella. Heti kun maa on kuivunut muokattavaksi, se muokataan kylvösyvyyteen eli noin 5 – 8 cm:iin. Siemen alkaa itää jo 2-3 asteessa. Härkäpavun taimet kestävät jopa -8 asteen pakkasta. (Hyytiäinen ym. 1999, 87.; GrowNotes 2017.)



Kuva 4. Härkäpavun taimia. (Maatilan Pellervo 2019)

Tavoiteltava kylvötiheys on 60-70 kappaletta neliölle. Kylvötiheyttä lisätessä alenee siementen määrä per palko. Myös palkojen määrä alenee liian tiheässä kasvustossa, sillä ne muodostuvat silloin vain ylimpiin nivelväleihin. (Seppänen ym. 2008, 68.; Laine 2016, 52.)

Jotta pitkä kasvukausi olisi kokonaan härkäpavun käytettävissä, se voidaan myös suorakylvää joko kokonaan tai syksyllä sänkimuokattuun maahan. (Hyytiäinen ym. 1999, 87.)

3.3 Lannoitus

Puhdaskasvustona viljeltäessä lannoitukseen käytetään typpeä 30-40 kg/ha. Esimerkiksi kauran kanssa seoskasvustona viljeltäessä typpeä tarvitaan 50-60 kg/ha. (Laine 2016, 53) Härkäpapu sitoo typpeä maahan 50-100 kg/ha vuodessa. (ProAgria 2016.)

Fosfori- ja kaliumlannoitus suositukset ovat korsiviljojen kanssa lähes samalla tasolla. Palkoviljat ovat kaksisirkkaisia, jonka vuoksi niiden kaliumin ja magnesiumin tarve on heinäkasveja suurempi. Tämä tarve voidaan kuitenkin tyydyttää kalkitusaineilla. (Seppänen ym. 2008, 73.)

3.4 Kasvinsuojelu

3.4.1 Taudit

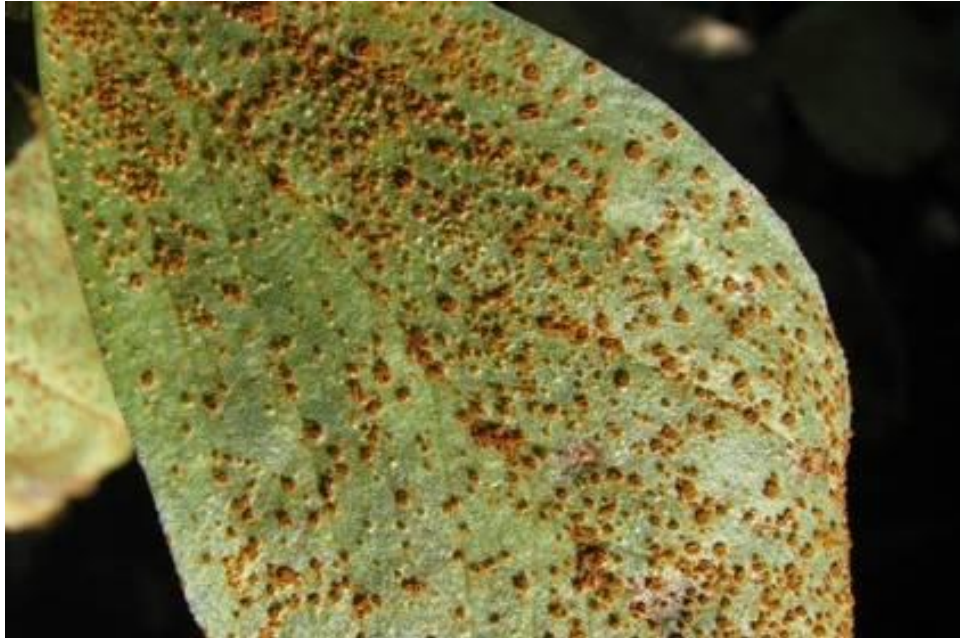
Riittävä viljelykierto ja terve kylvösiemen ovat härkäpavun kasvinsuojelussa perusta. Samalle lohkolle härkäpapua kannattaa kylvää vain joka 4. vuosi. Tautipaineen vuoksi vaihteluväli on 3-5 vuotta. (Vyr n.d.)

Harmaahomeet *Botrytis fabae* sekä *Botrytis cinerea* aiheuttavat härkäpavulle suklaalaikkutautia, jossa voidaan erottaa vakavuuden perusteella kaksi eri vaihetta. Lievemässä muodossa lehtiin, varsiin ja palkoihin muodostuu ruskeita läiskiä, pisteitä tai täpliä. Myöhemmässä, vakavammassa vaiheessa tauti lopettaa kasvun kokonaan, sillä se aiheuttaa nekroosin, joka etenee nopeasti, koko kasviin. +15-+20 asteen lämpötila, sekä lehtien pinnalla muutaman päivän oleva kosteus, jonka aikana sienitiöt saastuttavat kasvin lehdet, luovat suklaalaikulle suotuisat olosuhteet. (Laine 2020, 57) Harmaahome säilyy kasvinjätteissä sekä siemenissä, joissa se säilyy myös seuraavaan kasvukauteen. Tauti ei leviä kuivassa ja ilmastossa kasvustossa. Harmaahome ei yleensä iske seoskasvustoon. (Hyytiäinen ym. 1999, 88) Kasvustoon aikaisin ilmaantunut suklaalaikku voi vähentää satotasoa jopa useita kymmeniä prosentteja. Muun muassa hapan maaperä sekä voimakas typpilannoitus voivat lisätä suklaalaikkua. (Jalli, Huusela-Veistola & Jalli 2009, 11.)



Kuva 5. Suklaalaikun aiheuttamia pisteitä härkäpavun lehdissä ja kukinnoissa. (GRDC Communities 2019)

Pahkahome (*Sclerotinia sclerotiorum*) tarttuu kasvin alempien osien kautta. Kasvin sairaaseen solukkuon muodostuu vetisiä, harmaanruskeita laikkuja ja varsi heikkenee sekä lakoutuu. Pahkahome esiintyy ja säilyy maaperässä rihmastopahkoina, ja tautia voidaan ehkäistä riittävän pitkällä viljelykierrolla. (Laine 2017)



Kuva 6. Ruoste härkäpavun lehdellä. (Stock & Land 2012)

Ruoste (*Uromyces viciae-fabae*) leviää siemenen ja kasvijätteen mukana. Aikainen tartunta vaikuttaa satoon. Myöhään kasvukaudella tarttunut ruoste kuivattaa lähes tuleentuneen kasvuston. Ruosteelle hyvät olosuhteet takaa lämmin ja kostea sää. (Huusela-Veistola, Jalli & Jalli 2019; Stoddard 2017, 75.)

Virustaudeista pavun mosaiikki ja pavun keltamosaiikki leviävät kirvojen, kasvimehun tai siemenen välityksellä. Kasvit ovat sairastuessaan kurttuksia, kirjavia ja epämuodostuneita. Tauteja voidaan ehkäistä käyttämällä tervettä kylvösiementä ja torjumalla kirvat kasvustosta. (Hyytiäinen ym. 1999, 88.)

Kemiallista torjuntaa käytettäessä suklaalaikku voidaan torjua kasvustosta kukinnan alusta palkojen kehittymiseen asti. Valmistena voidaan käyttää Signumia tai Switch-valmistetta, joista jälkimmäinen tehoa myös pahkahomeeseen ja laikkutauteihin. Switchiä voidaan käyttää kukinnan aikana. Laikkutauteihin voidaan käyttää myös Miradoria, joka tehoa myös ruosteeseen. Miradorin torjunta-ajankohta on viimeistään tautisaastunnan alussa sekä täyskukinnan aikaan. (Lantmännen 2020, 188.)

3.4.2 Tuholaiset

Härkäpavun tuholaiset ovat lähes samat kuin herneelläkin. Tuholaisongelmat ovat kuitenkin toistaiseksi jääneet melko vähäisiksi. (Jalli, Huusela-Veistola & Jalli 2009, 11.)

Hernekääriäinen (*Cydia nigricana*) munii palkojen ulkopuolelle, josta toukat, jotka ovat keltavihreitä ja mustapäisiä, kaivautuvat palkojen sisään syömään papuja. Aikuiset hernekääriäiset ovat ruskeanharmaita perhosia, joiden etusiipien kärjissä on tummanruskeita viiruja. Hernekääriäiset ovat noin 0,5 cm pituisia. Ne talvehtivat maahan kaivautuneina. Seuraavan vuoden lohko kannattaa valita jopa muutaman kilometrin päähän edellisvuodesta, jolloin tuhot jäävät yleensä pieniksi. Kasvusto kannattaa myös kyntää heti puinnin jälkeen, jotta hernekääriäisen toukat eivät ehtisi kehittyä. (Farmit n.d.; Stoddard 2011, 42.)



Kuva 7. Hernekärsäkkään syömiä härkäpavun lehtiä. (Maatilan Pellervo 2019)

Juovahernekärsäkkään (*Sitona lineatus*) toukat syövät juurinyströitä, joka saattaa aiheuttaa typenpuutosta kasvustolle. Aikuiset juovahernekärsäkkäät syövät lehtiin puolikuun muotoisia koloja. Ne voivat myös tuhota taimia, jos taimettuminen on hidasta. Härkäpapu yleensä toipuu aiheutuneista vioituksista, kunhan kasvusto on rehevää. (Liespuu 2019, 26-27.; Henell K. & Mikkonen A., 2015)

Myös juurikaskirvoja tavataan härkäpapakasvustoissa. Niitä voidaan torjua lähinnä hyvällä viljelykierrolla. (Liespuu 2019, 27.)

Aikuisen gammayökkösen (*Autographa gamma*) tunnistaa vaaleasta gammakirjaimesta siivessä. Gammayökkösen toukka on noin 3 cm pitkä,

vaaleanvihreä ja sillä on vaaleat sivujuovat. Toukka syö palkojen sisältä siemeniä ja kasvien lehtiä. Gammayökkösen torjuntaan pyretroideilla saatiin Tukesin poikkeuslupa vuonna 2018, jolloin sen aiheuttamat tuhot olivat erittäin laajoja. (Luomuliitto 2018; Juurakko & Lehtonen 2018)

Käytettäessä kemiallista torjuntaa voidaan kärsäkkäät, kirvat ja hernekääriäinen torjua kasvustosta taimiasteelta kukintaan Kestac-valmisteella. (Lantmännen 2020, 188.)

3.4.3 Rikkakasvit

Härkäpavun kasvusto on taimettumisen aikana melko harva. Tämän vuoksi samaan aikaan taimettuville rikkakasveille on paljon tilaa, ja kesto-rikkakasvit kannattaakin torjua lohkolta jo edellisenä vuotena. Hyvä kylvöjälki ja tasainen taimettuminen ovat tärkeitä. (Jalli, Huusela-Veistola & Jalli 2009, 11.; Vyr n.d.; Liespuu 2019, 28.)

Rikkaäestyksellä voidaan ennen taimettumista, 4-7 vuorokautta härkäpavun kylvöstä, torjua siemenrikkakasveja. Ennen taimettumista on myös mahdollista torjua kemiallisesti leveälehtiset rikkakasvit. Kasvukaudella voidaan torjua heinämäisiä rikkakasveja. (Jalli, Huusela-Veistola & Jalli 2009, 11.; Vyr n.d.) Rikkakasveista muun muassa jauhosavikka vie kasvutilaa kuivissa olosuhteissa. Puintia hankaloittavat peltomatara sekä kierto-tatar. (Jalli, Huusela-Veistola & Jalli 2009, 11.)

Ennen taimettumista voidaan rikkakasvien torjuntaan käyttää osittain maavaikutteista Fenix-valmistetta. Jos torjuntahetkellä maassa on jo paljon taimettuneita rikkoja, voidaan seokseen lisätä glyfosaattia. (Farmit n.d.) Taimettumisen jälkeen voidaan käyttää rikkakasvien torjuntaan 2-4 lehtiasteella Basagran SG -valmistetta. (Lantmännen 2020, 188.)

Hukkakaura ja heinämäiset rikkakasvit voidaan torjua esimerkiksi Targa Superilla. (Farmit n.d.) Ruiskutusvioletusten ehkäisemiseksi torjunta-aine ei saa sisältää MCPA:ta. (Laine 2020, 57.)

3.5 Sadonkorjuu ja kuivaus

Härkäpavun puinti voidaan aloittaa, kun palot ovat muuttuneet mustiksi ja lehdet pudonneet. Palot voivat olla kuivia tai nahkeita. Siementen puintikosteus tulee olla 22 – 24 %. Jos puitavasta kasvustosta halutaan hyvin itävää siementavaraa, puintikosteuden tulee olla vähän alhaisempi, 18 – 22 %. Puinti pitää aloittaa viimeistään, kun alimmat palot alkavat aueta, jotta siemenet eivät varise maahan. (Stoddard 2011, 47.; Vyr n.d.; Lassila 2007, 18.)

Jotta alimmatkin palot saadaan leikkuupöydälle, voidaan tuleentuneen kasvuston tarjoaman hyvän näkyvyyden vuoksi pitää leikkuupöytää al-

haalla. Alimmat palot voivat olla jopa noin 10 cm korkeudella, ja jos nämä jäävät puimatta, puintitappioita syntyy. Kaatokelaa pidetään mahdollisimman takana sekä ylhäällä. Tällä vältetään laonnostopiikkien aiheuttama papujen maahan variseminen. Jotta kaatuva kasvusto kaatuisi suoraan syöttöruuville, ajonopeus saa olla suuri. Varstasilta säädetään täysin auki ja siementen rikkoutumisen ehkäisyksi varstakelan kierrosnopeus pidetään alhaisena. Puhallus säädetään suureksi ja seulat auki. Murskaantuessaan raajat palot aiheuttavat ongelmia kuljettimissa, ne kannattaa yläseulaa pienentämällä ohjata peltoon. Rehevässä kasvustossa silppuri kannattaa säätää pidemmälle silpulle. (Laine 2017; Vyr n.d.)

Epätasaisesti tuleentuneiden papujen vuoksi puitu erä tulisi saada kuivaukseen nopeasti lämpenemisen välttämiseksi. Elevaattorille pääsevää määrää on tarkkailtava tai jopa rajoitettava, sillä papujen painon vuoksi pyörimisnopeuden muutokset tunnistavan elevaattorin varolaitteet voivat pysäyttää sen toiminnan. Kuivaus tulee suorittaa varovasti sekä mahdollisesti kahdessa osassa. Epätasaisen tuleentumisen tasaamiseksi pavut voidaan myös esikuivata kylmäilmakuivurissa ennen lämminilma-kuivausta. (Laine 2017)

Kuivuria ei tule täyttää äärimmilleen, sillä kostea kuivattava erä laajenee lämmitessään. Kuivaus aloitetaan matalalla, alle 50 asteen lämmöllä muutamia tunteja. Tämän jälkeen kuivattavaa erää seisotetaan vuorokausi, jotta kosteus saadaan tasaantumaan ja suuresta siemenestä ulos. Lopuksi pavut kuivataan haluttuun lämpötilaan. Jotta itäminen olisi keväällä nopeaa, siemeneksi tarkoitettu erä voidaan jättää 17 % kosteuteen, joka on sertifioidun siemenen yläraja. 14,5 % kosteus on ollut rajana teollisuuteen, eikä härkäpapua kannata kuivata alle 14 %, sillä pavut ovat herkkiä halkeilemaan. (Vyr n.d.; Laine 2017)

Jotta siemeneksi tarkoitetut pavut itäisivät hyvin, papujen vaurioittamista, esimerkiksi korkealta pudottelua sekä kaikenlaista kolhimista on vältettävä. Siemenet voivat haljeta, jos niitä käsitellään pakkasella. (Manni 2017, 17.)

4 BIOLOGINEN TYPENSIDONTA

4.1 Maan biologinen toiminta

Maan pieneliöstön muodostavat erilaiset bakteerit, levät, sädesienet, virukset ja eläimet. Maagramma voi sisältää jopa 1 000 000 000 – 10 000 000 000 pieneliötä. Hehtaarin alueella pieneliöstöä voi olla useita tonneja. Suurin osa pieneliöistä on bakteereja ja sieniä. Alkueläimet ovat eläimistä runsaimpia, joita voi olla neliometriä kohti satoja miljoonia. Lieroja peltomaassa on enintään noin 100 kappaletta neliometrillä. (Hyytiäinen & Hiltunen 1996, 41.)

Maan mikrobisto edistää kasvien kasvua ja vaikuttaa niiden hyvinvointiin. Ne vaikuttavat muun muassa kasvin ravinteiden saantiin ja parantavat stressiolosuhteissa kestävyyttä esimerkiksi tauteja ja kuivuutta vastaan. Maan pieneliöstö vaikuttaa maan kasvukuntoon muun muassa maata muokkaamalla. (Palojärvi 2019; Ravander, Mattila & Rajala 2019, 24.)

Typensitojakasvien viljely aktivoi tuottamallaan runsastyyppisellä kasvijätteellä maan mikrobistoa lannoitusvaikutuksen lisäksi. Typensidonta auttaa myös välillisesti hiilen kertymiseen maaperään aktiivisen mikrobiston tuottaessa kestäviä muruja maahan ja orgaanisen typen kertymistä maahan, joka lisää myös hiilensidontaa, murukestävyyttä sekä mikrobiaktiivisuutta. (Ravander ym. 2019, 24.)

4.2 Typensidonnan toiminta

Kasvit tarvitsevat ravinteista määrällisesti eniten typpeä. Kasvit voivat ottaa maasta typpeä kahdessa muodossa, ammonium- ja nitraattityppenä. (Yara n.d.)

Noin 3000 maapallon kasvilajeista pystyy kohentamaan typen saantiaan merkittävästi typen symbioottisen sitomisen avulla. Biologisella typensidonnalla tarkoitetaan yksinkertaistettuna maaperässä olevien pieneliöiden harjoittamaa vapaana ilmassa olevan typen muuttamista kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Tätä ohjaa kasvien aineenvaihduntakoneistossa oleva nitrogenaasi-entsyymi. (Salonen 2006, 223-224.; Elomestari n.d.)

Isäntäkasvi ruokkii bakteereita sokereilla, jotka syntyvät yhteyttämistuotteena ja isäntäkasvi taas käyttää bakteerien sitomaa typpeä valkuaisainneiden rakentamiseen. (Elomestari n.d.)

Biologinen typensidonta vaatii sopivat olosuhteet. Maan lämpötilan tulee olla vähintään +7 astetta, mutta tehokkaimmillaan typensidonta on sen ollessa +15-25 astetta. (ProAgria 2016) Liika kuivuus haittaa typensidontaa ja liika märkyys puolestaan estää typen ja hapen kulkeutumisen. Kaasut eivät vaihdu tiivistyneessä maassa, joten maan rakenteen tulee olla hyvä. Typensitojabakteerit eivät viihdy happamassa maassa, vaikka kasvi sääteleekin juurinysträn happamuutta. (Nykänen 2013)

Myös maan ravinnepitoisuuden tulee olla hyvällä tasolla. Symbioosi vaatii ravinteista fosforia, kaliumia, kalsiumia, molybdeenia, rautaa, booria ja kobolttia. (Nykänen 2013)

Kasvin hyvä kasvu vaikuttaa typensidontaan, sillä silloin se myös yhteyttää tehokkaasti. Typensidonta on voimakkaimmillaan kukinnan alussa. (Nykänen 2013)



Kuva 8. Härkäpavun juurinyströitä. (Jokioinen 2020)

Juurinysträt ovat bakteerien muodostamia kuroutumia, joiden koko on 0,5 - 3 mm. Juurinysträt syntyvät, kun bakteerit tarttuvat juurikarvoihin. Tämän seurauksena juurikarvat kihartuvat ja kasvattavat infektioputken ja niiden tyvi turpoaa, josta alkaa muodostua juurinysträ. (Nykänen 2013; ProAgria 2016)

Aktiivisessa typensidonnan vaiheessa juurinysträt ovat vaalean punaisia, ja tämä on merkki toimivasta symbioosista. Punainen väri on peräisin leghemoglobiinista. Jos nystyrät ovat harmaita tai vihreitä, typensidonta ei toimi. Juurinysträn toimimattomuus voi johtua epäsuotuisista olosuhteista, tehottomasta bakteerista tai nystyrän iästä. (Elomestari n.d.; ProAgria 2016)

4.3 Typensidonnan bakteerit

Typensitojat lukeutuvat eliöinä bakteereihin ja syanobakteereihin eli sinibakteereihin. Typen biologiseen sidontaan pystyvistä pieneliöistä osa elää vapaana maaperässä, osa kasvien kanssa symbioosisuhteessa sekä osa ilman selvää symbioosisuhdetta kasvien juurissa. (Salonen 2006, 223-224)

Yhteyttääkseen typeä tehokkaasti, tarvitsevat palkokasvit sopivan bakteerilajin. Tämän lisäksi ne tarvitsevat vielä oman kannan bakteereista. (Stoddard ym. 2012, 93.)

Taulukko 3. Merkittävät typpibakteerilajit Suomessa. (Elomestari n.d.)

TYPPIBAKTEERILAJIT	ISÄNTÄKASVIT
<i>Rhizobium leguminosarum biovar. vicia</i>	härkäpapu, herne, virnat
<i>Rhizobium leguminosarum biovar. trifolii</i>	apilat
<i>Rhizobium leguminosarum biovar. phaseoli</i>	pensasapu
<i>Rhizobium galegae</i>	vuohenherne
<i>Rhizobium loti</i>	keltamaite
<i>Sinorhizobium japonicum</i>	lupiinit

5 YMPPÄYS

5.1 Yleistä ympäyksestä

Typpiymppi on palkokasvien siementen käsittelyyn tarkoitettu valmiste, joka sisältää typensitojabakteereita. Typensitojabakteerit ovat peltomaista eristettyjä. Ensimmäiset suomalaiset ymppivalmisteet tulivat myyntiin 1920-luvulla. (Elomestari n.d.; Leinonen n.d.)

Elomestari (n.d.) kertoo siementen ympäyksen takaavan nopean nystyröinnin, joka johtaa tehokkaaseen typensidontaan ja on perusedellytys hyvään satoon. Jos peltomaassa on jo valmiiksi paljon tehokkaita typensitojabakteereja, ympäyksellä ei saavuteta sadonlisäystä. Jos bakteereja on heikonlaisesti tai niiden teho ei ole riittävä, ympäys voi moninkertaistaa sadon. Kasveista mm. apilalla, herneellä, virnoilla sekä härkäpavulla on jo jonkinlainen populaatio vastaavia typpibakteereita, sillä niillä on lähisukulaisia luontaisessa kasvilajistossa. Luontaisissa kasveissa ei ole sukulaisia mm. vuohenherneellä, mailasilla, mesiköillä tai keltamaitteella. Nämä kasvit on tutkimuksien mukaan ympättävä, jollei voida varmistaa, että maassa olisi niille sopivia typensitojabakteerikantoja.

Lohkon viljelyhistoria, sekä pH auttavat ennustamaan ympäystarvetta varmimmin. Jos pelto on hyvin kalkittu (pH yli 6) ja viljelykierrossa on ennenkin viljelty saman bakteerikannan omaavia palkokasveja, ympäystä ei enää myöhemmin tarvita. Ensimmäistä kertaa kasvia viljeltäessä, tai maan ollessa hapan, pH 5,8 tai alle, ympäystä usein suositellaan. Typensitojabakteerit ovat arkoja happamille olosuhteille ja niiden määrä happamilla mailla on alhaisempi ja ne ovat tehottomampia. (Elomestari n.d.)

Bakteerit säilyvät kuivissa olosuhteissa hengissä huonosti, minkä vuoksi ympäys on yleensä tehtävä juuri ennen siementen kylvöä. Ympätyt siemenet tulee säilyttää varjossa, sillä auringonvalo tappaa bakteereita. Uudenlaiset tartunta-aineet kuitenkin mahdollistavat ympäyksen aikaisemmin, jo 1-2 viikkoa ennen kylvöä. (Elomestari n.d.)

Siemeniä voi ostaa myös valmiiksi ympättynä. Ympätyt siemenet voidaan kattaa suojapilleröinnillä, jolloin kalkkipitoinen pilleröinti säilyttää bakteerin. Se parantaa elinoloja siemenen ympärillä. Pilleröinnillä voidaan saada aikaan myös maahan kalkitsemisen myönteisiä vaikutuksia. Muita etuja pilleröinnissä on sen kosteutta imevä vaikutus, joka edesauttaa itämistä. Sekä ympäys että suojapilleröinti ovat luomutuotannossa hyväksyttyjä. (Naturcom 2020)

5.2 Siementen käsittely

Tilalla suoritettava ympäys on toimenpiteenä samankaltainen kuin siementen peittäminen. Typpiymppi on vaaratonta, eikä siltä tarvitse suojautua siementen käsittelyn yhteydessä. (Elomestari n.d.)

Elomestarin (n.d.) ohjeilla sekä tuotteella esimerkiksi 200 kg härkävavun siemenille ympäystä tarvitaan iso, 300 g pakkaus. Ympäysohjeiden mukaan veteen, tällä pakkaus- ja siemenmäärällä 1,5 litraan. Seos kaadetaan siementen joukkoon ja sekoitetaan. Sekoitukseen voi tehdä esimerkiksi betonimyllyllä tai peräkäräryssä sekoittamalla. Myös saavia tai nestepeittäintä voi käyttää.

Ympätyt siemenet kannattaa kylvää pian, viimeistään viikon sisällä toimenpiteestä. Jos ympätyt siemenet kylvetään heti, siementen kannattaa antaa kuivua 10-30 minuuttia, jotta ne kulkevat sujuvasti kylvökoneesta läpi. (Elomestari n.d.)

6 KOKEEN TOTEUTUS

6.1 Suunnitelma

Kokeen tavoitteena oli vertailla härkävavun ympäysohjeiden mukaisesti käsitellyn siemenen ja käsittelemättömän siemenen eroa muun muassa kasvussa, satotasossa sekä typensidonnessa. Tulosten perusteella voidaan pohtia, onko siementen ympäys kannattavaa.

6.2 Koeasetelma

Koe toteutettiin syksyllä 2019 Boreal Kasvinjalostuksen A-kasvihuoneessa Jokioisilla Vire-härkävavun lajikkeella. Kokeessa käytettiin neljää erilaista peltomaata, jotka kaivettiin Borealin lohkoilta Jokioisilta sekä Metsämaan tilalta Liedosta. Maat nimettiin värikoodein oranssi, vihreä, sininen ja keltainen. Kahdessa ruukussa (oranssi ja vihreä) käytettiin Liedon lohkoilta kaivettua maata, jossa ei ole ennen viljelty härkävavua tai muita typensitojakasveja. Kahteen muuhun (sininen ja keltainen) haettiin maata Borea-

lin lohkoilta. Näissä lohkoissa on molemmissa ennen viljelty typensitojakasveja.

Maalajeiksi valittiin kolme erilaista maalajia (taulukko 5). Oranssiin ryhmään valittiin tarkoituksella hapan maa (pH 5,4), jotta ympäyksen tehoa voitaisiin selvittää nimenomaan happamassa maassa.

Taulukko 4. Kokeen alkuperäiset analyysit.

	KELTAINEN	SININEN	ORANSSI	VIHREÄ
Maalaji	KHt	HeS	HtMr	HeS
Multavuus	m	rm	rm	rm
pH	6,1	6,3	5,4	6,6

Maalajien kaivuupaikoista otettiin vielä erikseen viljavuusanalyysit kokeen kylvön jälkeen (taulukko 6). Uudessa analyysissa vaihtuivat lähes kaikkien maiden maalaji, multavuus sekä pH.

Taulukko 5. Kaivuupaikkojen analyysit.

	KELTAINEN	SININEN	ORANSSI	VIHREÄ
Maalaji	HtMr	HeS	HkMr	HtMr
Multavuus	m	rm	m	m
pH	6,3	6,2	4,9	5,7

Ruukkujen kastelu tehtiin pelkällä vedellä ilman lannoitteita. Ruukut laitettiin kasvihuonepöydälle muovilaatikoissa, jotta pöydän muiden kasvien lannoitealtakastelu ei häiritsisi koetta.

Kokeelle tehtiin alustava havainnointisuunnitelma. Kasveista havainnoidaan taimettuminen ja kukinnan sekä tuleentumisen alku- ja loppupäivämäärät. Kukinnan jälkeen yksilöt mitataan. Tuleentumisen jälkeen kasvit korjataan käsin, ja palkojen lukumäärä, pituus sekä siemenmäärä per palko lasketaan. Saatu sato lasketaan ja juuret havainnoidaan, joko laskemalla nystyröiden määrä tai asettamalla ne asteikolle, esimerkiksi 1-5 tai 1-10.

7 KOKEEN TULOKSET

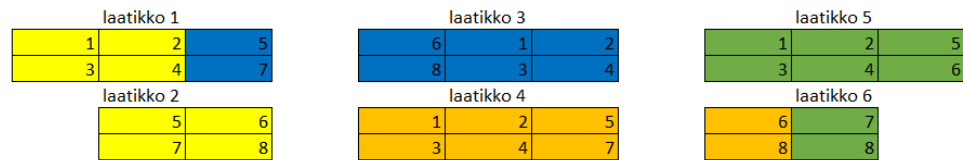
7.1 Kasvu

7.1.1 Ympäys ja kylvö

Kokeen siemenet kylvettiin käsin 15.8. Ympättävät siemenet käsiteltiin juuri ennen kylvöä. Siemeniä ympättiin 1 kilo, jotta toimenpide olisi helppompi toteuttaa piensiemenoheella. 0,50 g typpiymppiä sekoitettiin 1 millilitraan vettä, ja sekoitettiin lopuksi pussissa siemeniin. Jokaiseen ruukkuun kylvettiin 6 siementä.



Kuva 9. Kokeen ympätyt siemenet käsiteltiin Elomestarin ymppivalmisteella. (Jokioinen 2019)

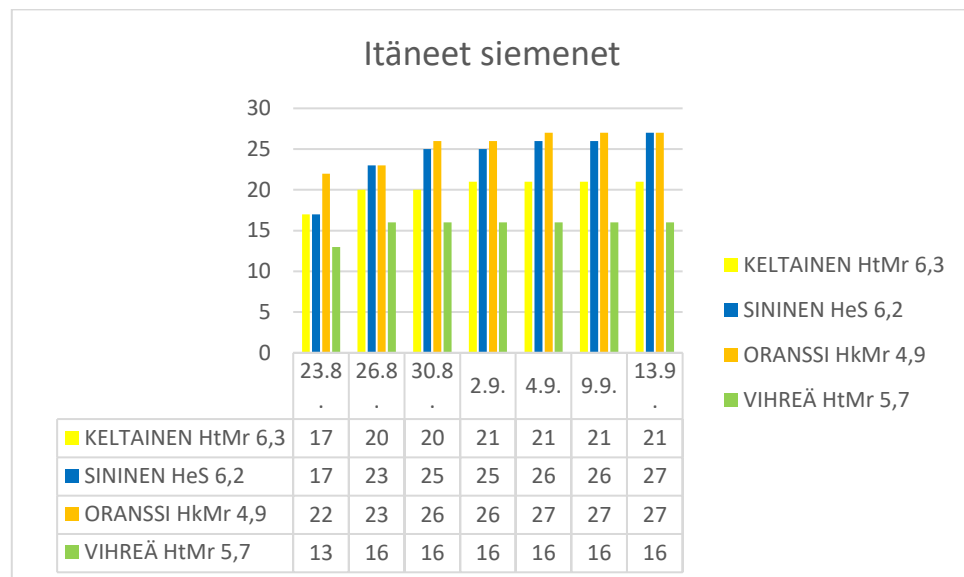


Kuva 10. Ruukkujen järjestys kasvihuoneessa.

Ruukut laitettiin kasvihuoneen pöydälle muovilaatikoihin väriyrymittäin (taulukko 7). Saman väriyrymän ruukut laitettiin vierekkäin, jotta niiden ryhman havainnointi olisi sujuvaa ja ympäyksen vaikutus saataisiin suu-remmalla todennäköisyydellä esiin.

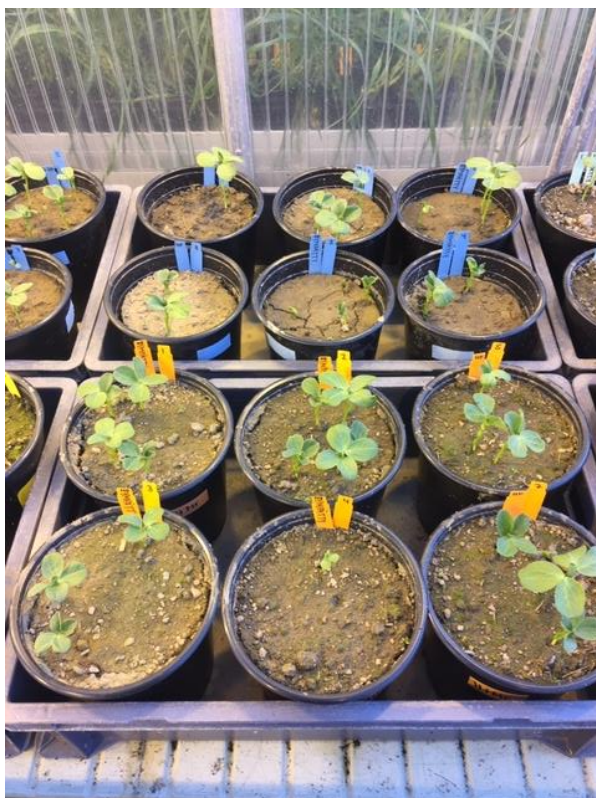
7.1.2 Siementen itävyys ja taimettuminen

Ensimmäiset taimet nousivat pintaan 21.8. eli 6 päivää kylvöstä. Taimia havainnointiin 13.9. asti muutaman päivän välein.

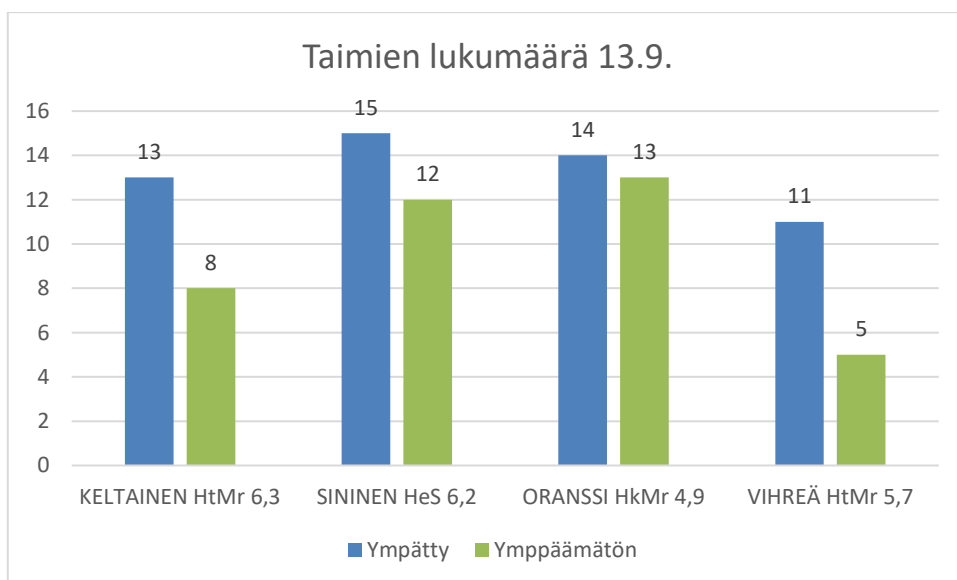


Kuva 11. Siementen itämismäärä/kpl havaintopäivinä.

Siemenet taimettuivat melko epätasaisesti toisiinsa verrattuina. Taimet laskettiin ensimmäisen kerran 23.8. ja viimeisen kerran 13.9., jolloin viimeiset siemenet olivat itäneet. Tasaisimmin itivät vihreät ruukut, joista vain 3 siementä iti ensimmäisen havainnoinnin jälkeen. Nopeimmin itivät oranssin väriyrymän siemenet.

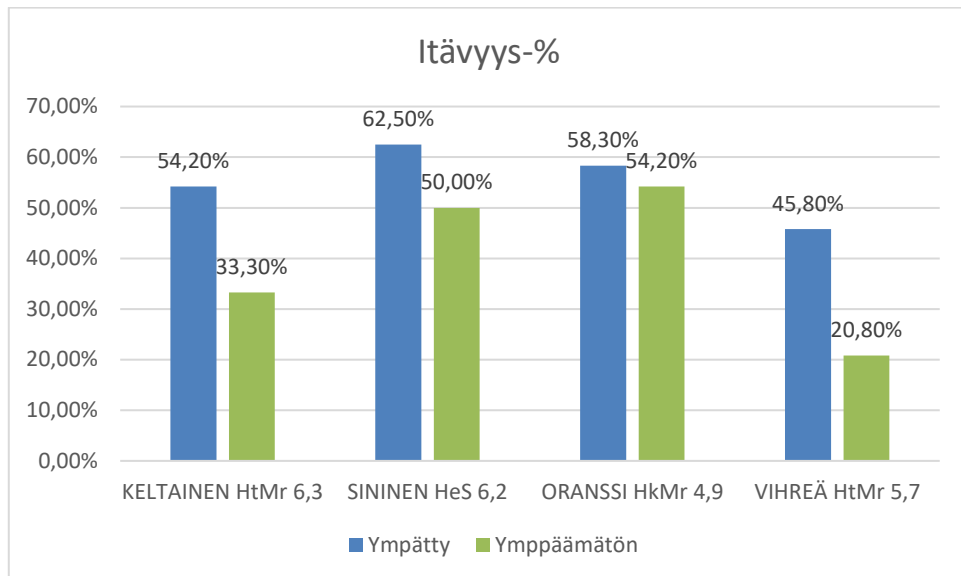


Kuva 12. Laatikoiden 3 ja 4 taimet 26.8. Taimettuminen oli epätasaista. (Jokioinen 2019)



Kuva 13. Taimien lukumäärä.

Taimet laskettiin myös käsittelyittäin, jotta vertailu niiden välillä olisi sujuvaa. Jokaisesta väriryhmästä ympättyissä ruukuissa oli enemmän taimia kuin ympäämättömissä.

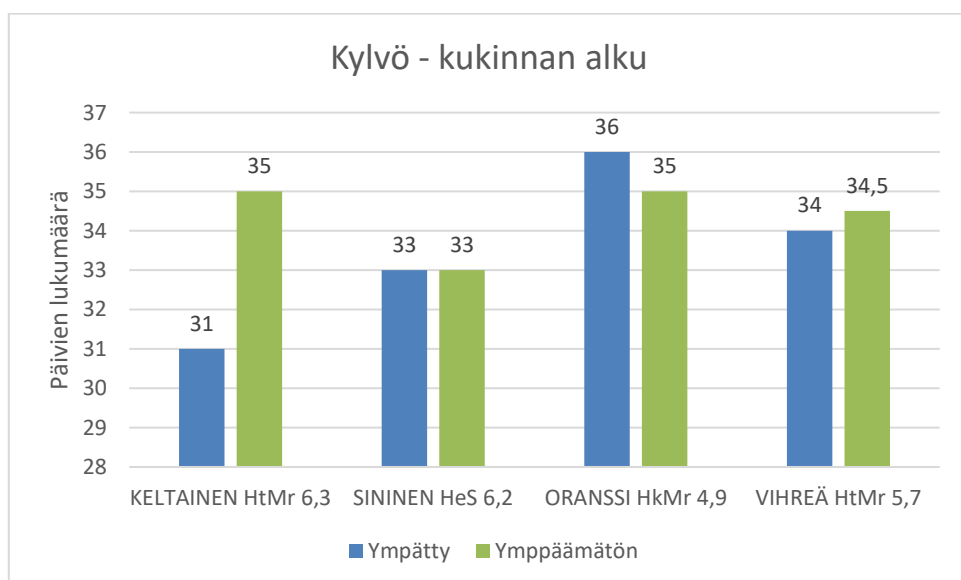


Kuva 14. Siementen itävyys prosentteina.

Itäneiden siementen määrä laskettiin käsittelyittäin myös prosentteina. Itävyys oli varsin alhainen kaikilla väriryhmillä. Parhaiten itivät sinisen väriryhmän ympätyt siemenet ja huonoimmin vihreän väriryhmän ympäämättömät siemenet.

Ruukkujen kastelussa oli ongelmia muutama viikko kylvön jälkeen. Laatikossa 4, jossa oli osa oranssin väriryhmän (HkMr, pH 4,9) kasveista, kärsivät liiallisesta märkyydestä.

7.1.3 Kukinta



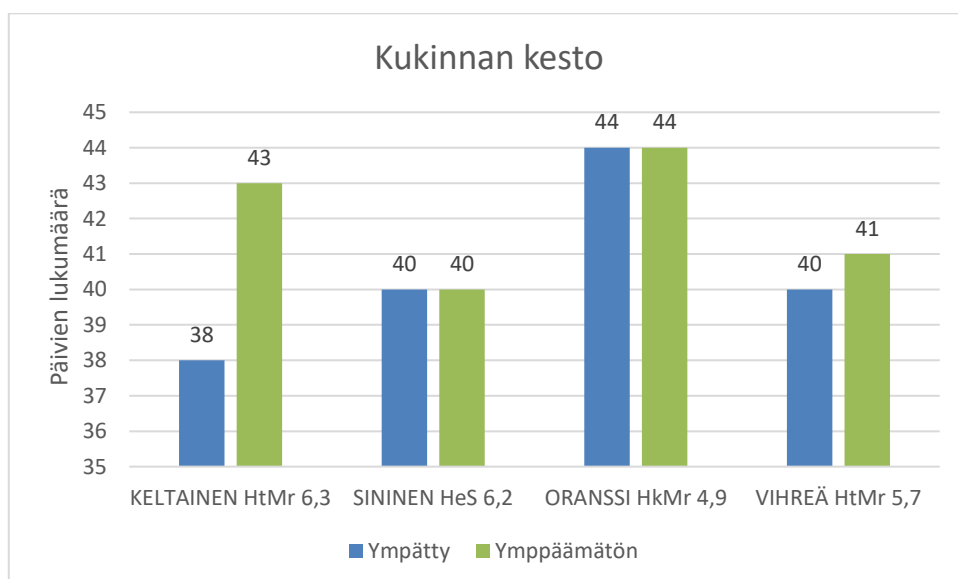
Kuva 15. Päivien lukumäärä kylvöstä kukinnan alkuun.

Väriryhmien ja ruukkujen kasvien kukinta vaihteli. Ensimmäiset kukat ilmestyivät 13.9. keltaiseen väriryhmään. Viimeiset kukat ilmestyivät 20.9.

Sinisistä ensimmäiset kasvit alkoivat kukkia 15.9. Viimeiset sinisen väriyhmän kukat laskettiin 19.9. Oranssin väriyhmän ensimmäiset kukat ilmestyivät 16.9. ja viimeiset kukat vasta 21.9. Viimeisimpänä kukkia ilmestyi vihreään väriyhmän 17.9. Viimeiset kukat laskettiin 19.9. Vihreistä ruukku 5 ei itänyt ollenkaan ja ruukussa 8 ollut yksi kasvi katkesi.



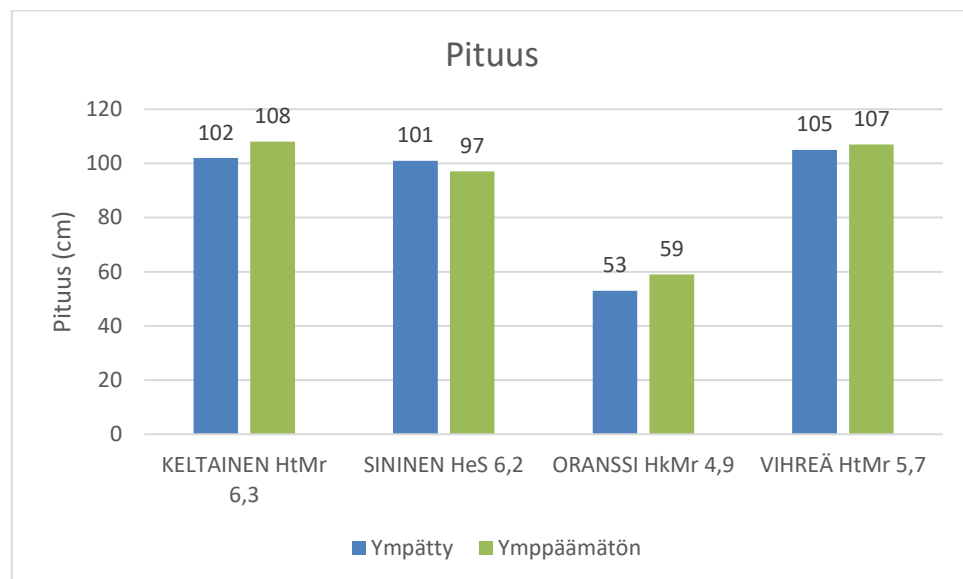
Kuva 16. Keltainen väriyhmä aloitti kukinnan ensimmäisenä. (Jokioinen 2019)



Kuva 17. Kukinnan kesto.

Kukinnan kesto laskettiin kukinnan alusta loppuun. Käsittelyittäin laskettiin kukinnan keston keskiarvo. Kukinnan kesto oli sama eri käsittelystä huolimatta sinisessä ja oranssissa väriyhmässä. Vihreissä kukinnan keskiarvokesto oli päivän pidempi ympppäämättömissä ruukuissa. Keltaisessa väriyhmässä ympppäämättömien ruukkujen kasvit kukkivat 5 päivää kauemmin.

7.1.4 Pituus



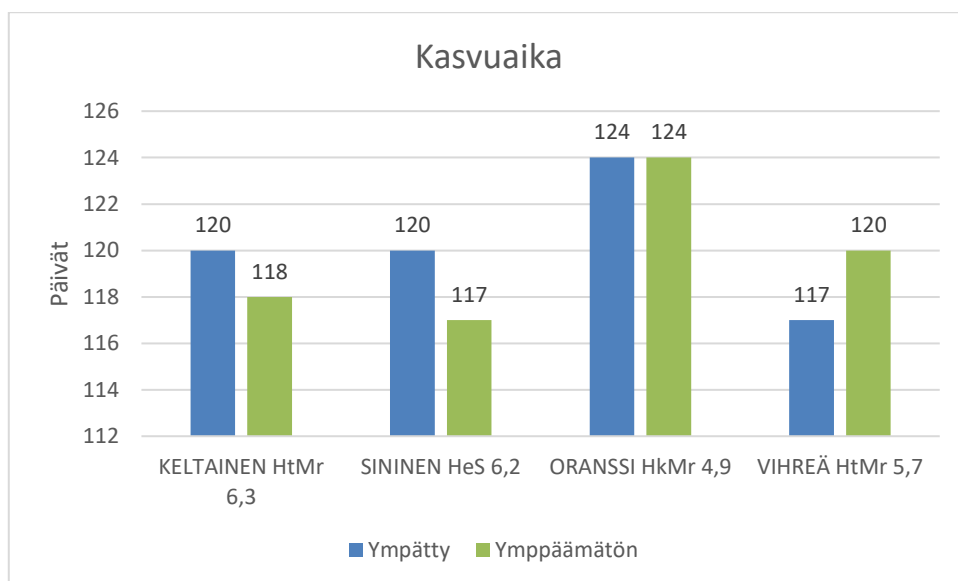
Kuva 18. Kasvien keskiarvopituus.

Väriyhmien kasvien pituuksista laskettiin keskiarvopituus käsittelyittäin. Pituudet vaihtelivat jonkin verran. Keltaisen ryhmän pituus vaihteli välillä 73 – 151 cm. Sinisten pituudet olivat 44 – 118 cm välillä. Oranssin ryhmän pituudet olivat lyhyimpiä ja ne vaihtelivat välillä 28 – 86 cm. Vihreän ryhmän pituudet olivat välillä 63 – 122 cm.



Kuva 19. Oranssin väriyhmän kasvit olivat paljon muita lyhyempiä sekä heikompikasvuisia. (Jokioinen, 2019)

7.1.5 Tuleentuminen ja kasvu aika



Kuva 20. Kasvuajan pituus.

Oranssilla väriyhmällä kasvu aika oli eri käsittelyillä sama. Keltaisella ja sinisellä väriyhmällä ympättyjen ruukkujen kasvien kasvu aika oli muuta-

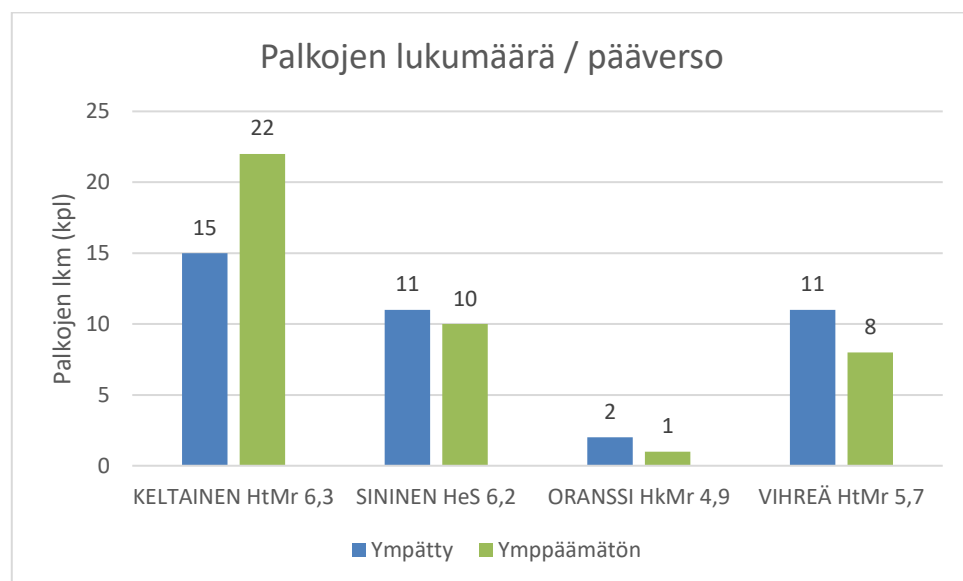
man päivän pidempi. Vihreällä väriryhmällä ymppäämättömien kasvu-aika oli kolme päivää pidempi.

Alkuperäinen suunnitelma oli laskea myös tuleentumisen alkupäivät, mutta niitä ei aikataulullisista syistä saatu havainnoitua.

7.2 Sato

7.2.1 Korjuu

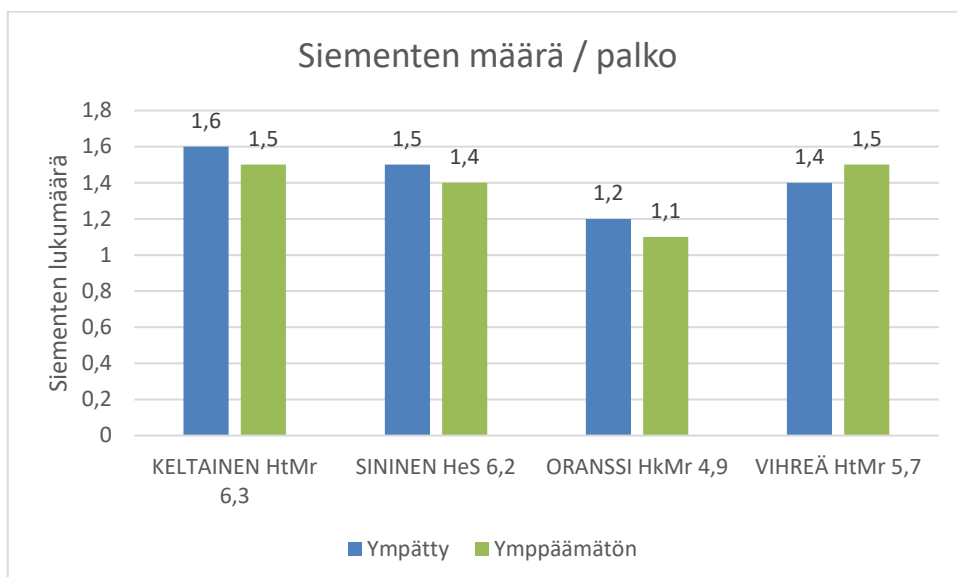
Palot korjattiin käsin paperipussiin. Palkojen lukumäärä per kasvi laskettiin samalla.



Kuva 21. Palkojen lukumäärä per pääverso keskiarvona laskettuna.

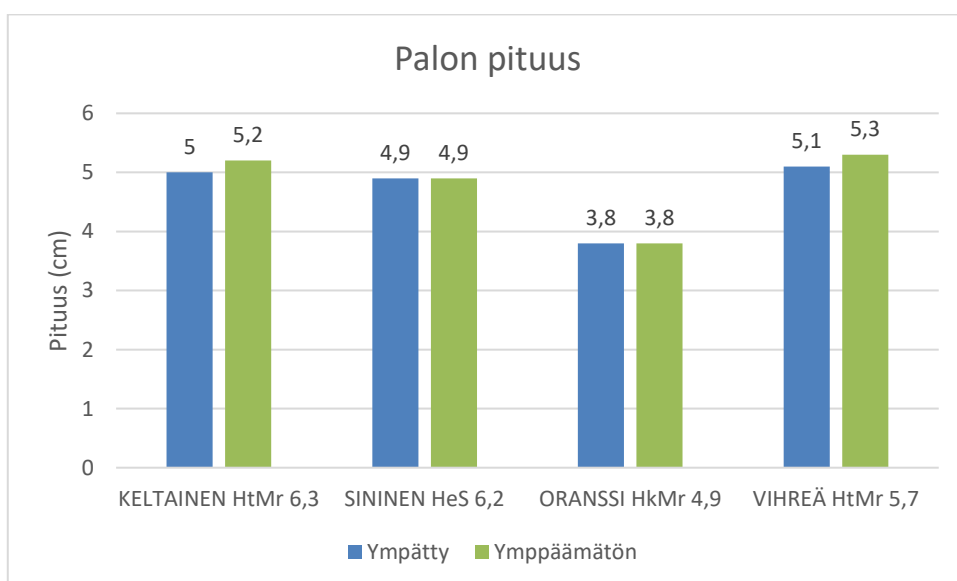
Eniten palkoja oli keltaisen väriryhmän kasveissa ja etenkin ymppäämättömien ruukkujen kasveissa. Sinisen väriryhmän ruukkujen kasveissa oli lähes saman verran palkoja eri käsittelyistä huolimatta. Oranssin ja vihreän väriryhmän kasveista ympätyissä oli hieman enemmän palkoja.

Palkoja kuivattiin lämpökaapissa 30 asteessa noin vuorokausi. Palot mitattiin ja avattiin käsin sekä siemenmäärä laskettiin jokaisesta palosta. Siementen paino laskettiin pääversoittain, sivuversot jätettiin pois laskeista.



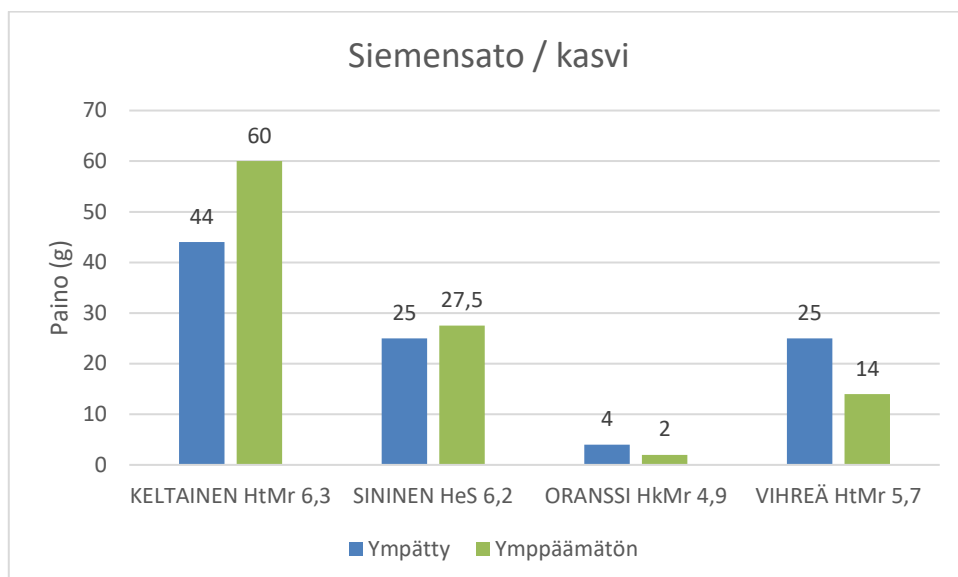
Kuva 22. Siementen lukumäärä per palko keskiarvona laskettuna.

Siemenmäärä vaihteli väriyhmien välillä vain vähän oranssia lukuun ottamatta, jossa siemeniä oli vähiten per palko. Keltaisessa ja sinisessä siemeniä per palko oli hieman enemmän ympätyissä, kun taas vihreään väriyhmän ympäämättömien ruukkujen kasveissa oli enemmän siemeniä palkoa kohti kuin ympätyissä.



Kuva 23. Palkojen keskiarvopituus.

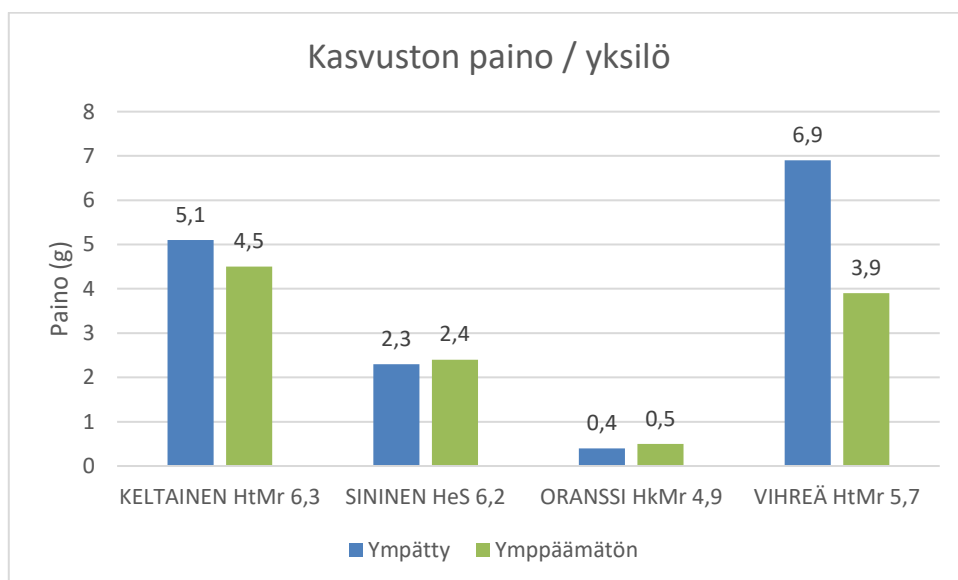
Vihreässä ja keltaisessa väriyhmässä ympäämättömien ruukkujen kasvien palot olivat hieman pidempiä. Sinisessä ja oranssissa väriyhmässä palkojen keskiarvopituus oli sama eri käsittelystä huolimatta. Oranssia lukuun ottamatta pituuksissa ei ollut suurta eroa väriyhmittain tarkasteltuna.



Kuva 24. Kasviyksilöiden pääversojen yhteenlaskettu siemensato keskimäärin.

Keltaisen väriyhmän ruukkujen kasvien siementen paino oli huomattavasti suurempi kuin muiden, ja tästä väriyhmästä ympäämättömien kasvien sato oli suurempi kuin ympättyjen. Myös sinisessä väriyhmässä sato oli suurempi ympäämättömien ruukkujen kasveilla. Oranssilla ja vihreällä väriyhmällä sato oli ympättyillä kasveilla suurempi.

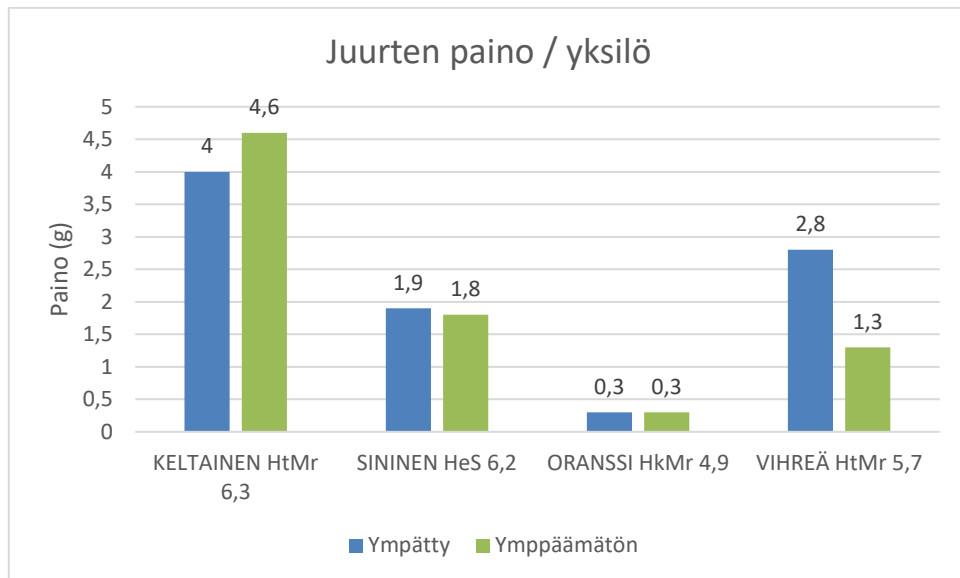
Puinnin jälkeen kasvit asetettiin muovilaatikoihin kuivumaan, jotta niiden kuivapaino saatiin punnittua.



Kuva 25. Kuivattujen pääversojen keskiarvopainot.

Kasvuston paino oli keltaisen ja sinisen väriyhmän ympättyillä kasveilla suurempi kuin ympäämättömillä. Keltaisessa ryhmässä ero oli pieni, mutta vihreässä väriyhmässä eroa on paljon. Sinisessä ja oranssissa väri-

ryhmässä ymppäämättömät kasvit olivat painavampia, ja eroa ympättyjen ja ymppäämättömien kasvien välillä oli vain vähän.



Kuva 26. Kuivattujen pääversojen juurten keskiarvopainot.

Keltaisessa väriyhmässä ymppäämättömien kasvien juuret painoivat enemmän. Sinisessä ja oranssissa väriyhmässä painot olivat lähes samat, sinisessä ympättyjen kasvien juuret painoivat 0,1 g enemmän. Vihreässä väriyhmässä ympättyjen kasvien juuret painoivat huomattavasti enemmän.

7.3 Typensidonta

Juuret tutkittiin sadonkorjuun jälkeen. Kasvihuonepöytään nostettiin edellisenä päivänä vesi, jotta ruukkujen maat ehtisivät pehmetä, ja juuret olisi helpompi kaivaa ylös. Liotus ei kuitenkaan auttanut tarpeeksi, ja ensimmäiset tutkittavat ruukut liotettiin vielä erikseen saavissa lämpimässä vedessä. Ruukkuja myös suihkutettiin puutarhasuihkulla, joka osoittautui olevan helpoin ja nopein tapa saada huuhdeltua maat juurien ympäriltä.



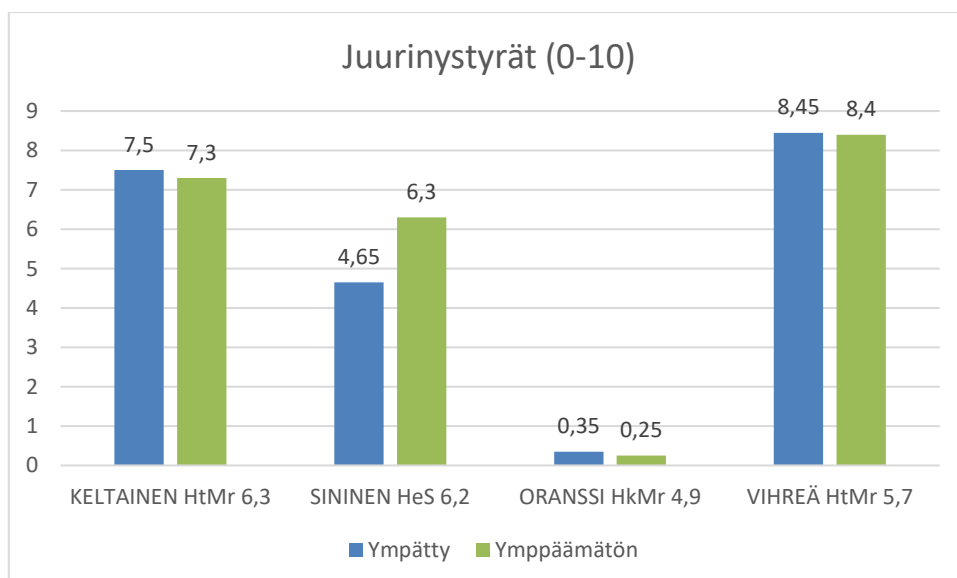
Kuva 27. Juurien tutkiminen oli paikoin hankalaa. (Jokioinen 2020)

Ruukut, joissa oli useampia kasveja, olivat hankalia tutkia. Eri kasvien juuret olivat kietoutuneet toisiinsa, ja kun niitä irrotettiin toisistaan, ne katkeilivat. Juurinysträt olivat suurimmaksi osaksi mustia ja kuivia, ja niitä oli hankala erottaa maan ja juurien seasta. Juurinysträt irtosivat erittäin helposti.

Juurinyströiden ollessa mustia rykelmiä, vain kasveista, joissa oli muutamia juurinystryitä, voitiin laskea niiden lukumäärä. Juurinysträt päätettiin pisteyttää asteikolle 0-10.



Kuva 28. Juurinyströitä oli paljon etenkin vihreän väriryhmän kasveilla. (Jokioinen 2020)



Kuva 29. Juurinysträt asteikolla 0-10.

Asteikoksi muodostui 0-10, sillä vain muutamassa oranssin väriryhmän kasveista oli juurinyströitä. Eniten nystyröitä oli vihreän väriryhmän kasveilla, ja niitä oli lähes saman verran ympätyissä ja ympäämättömissä. Keltaisen väriryhmän kasveilla juurinyströitä oli hieman enemmän ympätyillä kasveilla ja sinisen väriryhmän kasvien juurissa ympäämättömillä kasveilla oli nystyröitä enemmän.

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kaikista väriyhmistä ympättyjä siemeniä iti enemmän kuin ymppäämättömiä. Itävyys oli heikkoa jokaisessa väriyhmässä käsittelystä huolimatta. Alkuperäinen suunnitelma oli, että jokaisessa ruukussa olisi kasveja kolme kappaletta. Jokaiseen ruukkuun ei itänyt kolmea siementä, joten taimien karsiminen jäi pois. Tämä, sekä mahdollinen uusi kylvö olisi kuitenkin kannattanut tehdä, jotta tuloksista olisi saatu vertailukelpoisemmat.

Ymppäyksen vaikutusta härkäpavun kukintaan tai tuleentumiseen ei pystytty kokeessa erottamaan. Maalajin ja satunnaistekijöiden vaikutus oli selvästi ymppäystä suurempi. Tuleentumisaikaa näytti lyhentävän hyvä palkojen muodostus, mikä on tyypillistä päätteettömälle kasvutavalle.

Ymppäys lisäsi palkojen määrää ja siemensatoa vain mailla, joilla ei ole palkokasveja ennen viljelty (oranssi HkMr, pH 4,9) ja (vihreä HtMr, pH 5,7), josta voidaan päätellä jonkin verran ymppäyksen tarpeettomuudesta, kun palkokasveja on jo maassa ennen viljelty. Keltaisella (HtMr, pH 6,3) tai sinisellä (HeS, pH 6,2) ymppäämättömät kasvit tuottivat enemmän siemensatoa. Tämä kertoo osaltaan kasvien epätasaisista kasvuoloista. Keltaisen maan ympätyt ja ymppäämättömät kasvit kasvoivat eri kasvatuslaatikoissa, ja ovat voineet saada esimerkiksi erilaisen kastelun, vaikka kaikki laatikot pyrittiin kastelemaan samalla tavalla. Vaikka havainnointi oli helpompaa, kun saman väriyhmän kasvit olivat vierekkäin, ruukut olisi mahdollisesti kannattanut satunnaistaa. Tämä olisi vähentänyt erilaisten kasvuolojen vaikutusta. Ymppäämättömät siemenet itivät huonommin, joten niiden kasvutiheys oli pienempi. Tämä voi olla yksi selittävä tekijä epäjohdonmukaisissa tuloksissa.

Happamalla maalla (oranssi HkMr, pH 4,9) satotasot olivat niin alhaiset, että luotettavaa arviota on vaikea kuitenkaan tehdä. Vihreällä (HtMr, pH 5,7) väriyhmällä ymppäys lisäsi siemensatoa yli 60%. Kokeen pienimuotoisuudesta ja useista satunnaistekijöistä johtuen tämänkään tuloksen luotettavuutta ei pysty arvioimaan.

Kasvien juuristopainot käyttäytyivät kokeessa varsin samalla tavoin kuin siemensadot tai maanpäällisen kasvuston painot. Juurinystyröiden määrään ymppäyksellä ei havaittu olevan vaikutusta. Eriyisen outoa oli se, että vihreän väriyhmän kasveilla (HtMr, pH 5,7) oli eniten juurinystyröitä sekä ympätyillä että ymppäämättömillä kasveilla. Voi olla, että maassa on joskus ollut rikkakasveina luonnonvaraisia palkokasveja, joiden typensitobakteerit ovat indusoineet härkäpavun juurinystyrämuodostuksen. Valittavasti juurinystyröiden aktiivisuutta ei kokeessa pystytty värin perusteella arvioimaan. Juurien tutkimisen kannalta olisi ollut parasta, jos jokaisessa ruukussa olisi ollut vain yksi kasvi.

Vaikka kokeessa ymppäys kasvatti kahdella maalajilla palkojen määrää ja satoa, tarvitaan lisää tutkimusta myös pelto-olosuhteissa, jotta voitaisiin tehdä luotettavia päätelmiä ymppäyksen vaikutuksesta.

LÄHTEET

Boreal (n.d.). Härkäpavun ja herneen jalostus. Haettu 19.3.2020 osoitteesta

<https://boreal.fi/osaaminen/jalostus/harkapapu-ja-herne/>

Elomestari (n.d.). Ilmasta typpeä! Haettu 24.3.2020 osoitteesta

<http://www.elomestari.fi/typpiymppi/typpiymppi.htm>

Elomestari (n.d.). Milloin ymppäystä tarvitaan? Haettu 24.3.2020 osoitteesta <http://www.elomestari.fi/typpiymppi/milloin.htm>

Elomestari (n.d.). Usein kysyttyä. Haettu 24.3.2020 osoitteesta

<http://www.elomestari.fi/typpiymppi/kysymyksia.htm>

Elomestari (n.d.). Typensidontalyhyesti. Haettu 13.5.2020 osoitteesta

<http://www.elomestari.fi/typpiymppi/sidonta.htm>

Elomestari (n.d.). Valikoima ja hinnat. Haettu 24.3.2020 osoitteesta

<http://www.elomestari.fi/typpiymppi/hinnat.htm>

Elomestari (n.d.). Ymppäsohjeet. Haettu 24.3.2020 osoitteesta

<http://www.elomestari.fi/typpiymppi/ohjeet.htm>

Farmit (n.d.). Hernekääriäinen. Haettu 13.5.2020 osoitteesta

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvinsuojelu/tuhoelaimet/tunnistuskuvat/avomaanvihannesten-tuholaiset/hernekaariainen>

Farmit (n.d.). Härkäpavun kasvinsuojelu. Haettu 17.5.2020 osoitteesta

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/herne-ja-harkapapu/harkapapu/kasvinsuojelu>

GRDC grownotes (2017). *Faba beans*. Planting.

GRDC Communities (2019). Suklaalaikun aiheuttamia pisteitä härkäpavun lehdissä ja kukinnoissa. Haettu 16.5.2020 osoitteesta

<https://communities.grdc.com.au/field-crop-diseases/spot-the-difference-identifying-faba-bean-diseases/>

Henell, K. & Mikkonen A. (2015). *Palkokasvit ja niiden käyttö lypsylehmien ruokinnassa*. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Savonia-ammattikorkeakoulu. Haettu 10.5.2020 osoitteesta

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/93345/Henell_Kristiina_Mikkonen_Aura.pdf?sequence=1

Huusela-Veistola E., Jalli H. & Jalli M. (2019). Kasvinsuojelun haasteet palkokasveilla. Haettu 16.5.2020 osoitteesta

<https://www.slideshare.net/LukeFinland/huusela-veistola-ym-kasvinsuojelun-haasteet-palkokasveilla-1222019>

Hyytiäinen T. & Hiltunen S. (1996) *Kasvintuotanto 1*. Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy.

Hyytiäinen T., Hedman-Partanen R. & Hiltunen S. (1999) *Kasvintuotanto 2*. Helsinki, Kirjayhtymä Oy.

Jalli H., Huusela-Veistola E. & Jalli M (2009). Kasvinsuojelulle tarvetta myös härkäpapupellolla. *Maaseudun tiede* 3/2009, 11. Haettu 29.3.2020 osoitteesta

<https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/520330/mtt-mt-v66n03.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Juurakko, S. & Lehtonen S. (2018). Gammayökkönen tuhoaa härkäpapua. *Maaseudun tulevaisuus* 24.07.2018. Haettu 30.3.2020 osoitteesta

<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.274114>

Koivunen, E. (n.d.) Härkäpavun erityisominaisuudet yksimahaisten ruokinnassa. Haettu 20.3.2020 osoitteesta

https://www5.hamk.fi/arkisto/2019/valkuaisfoorumi/project.hamk.fi/tyo-elamalle/hankkeet/valkuaisfoorumi/PublishingImages/Sivut/esitykset-ja-kirjoitukset/Koivunen_Erja_121217.pdf

Laine, A. (2017) Härkäpavun viljely. Haettu 25.2.2020 osoitteesta

<https://www.luke.fi/futurecrops/wp-content/uploads/sites/12/2018/02/Harkapavun-viljely.pdf>

Laine A. (2016) Härkäpapu. Teoksessa N. Toukoluoto & A. Laine (toim.) *Peltokasvilajikkeet 2016*. Porvoo: Bookwell Oy. 52 – 53.

Laine A. (2020) Härkäpapu. Teoksessa N. Toukoluoto & A. Laine (toim.) *Peltokasvilajikkeet 2020*. Ajasto Production. 56 – 57.

Lantmännen (2020). Viljelyopas 2020. Härkäpapu.

Lassila, A. (2007) Härkäpapu luomuviljelyssä. Teoksessa H. Koskimies, T. Ketola, U-M. Leskinen, E. Partanen, R. Käki & A. Peltomäki (toim.) *Luomutilan valkuaiskasviopas*. Kirjapaino Uusimaa, 16 – 18.

Luke (n.d.) Tutkimustulostietokannat. Haettu 10.5.2020 osoitteesta http://px.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/maatalous/maatalous_lajikekoheet_julkaisuvuosi_2019_sato_harkapapu/250100sato_hpapu.px/table/tableViewLayout1/

Luomuliitto (2015). Härkäpavun siemeniä. Haettu 13.5.2020 osoitteesta

<http://www.luomuliitto.fi/harkapavun-lannoitus/>

Luomuliitto (2018). Miten torjutaan gammayökköstä luomussa? Haettu 17.5.2020 osoitteesta

<http://www.luomuliitto.fi/miten-torjutaan-gamayokkosta-luomussa/>

Maatilan pellervo (2019). Hernekärsäkkään syömiä härkäpavun lehtiä. Haettu 13.5.2020 osoitteesta

<https://maatilanpellervo.fi/2019/03/07/huono-harkapapusato-voijohtua-tuholaisista/>

Maatilan pellervo (2019). Härkäpavun taimia. Haettu 13.5.2020 osoitteesta

<https://maatilanpellervo.fi/2019/03/07/huono-harkapapusato-voijohtua-tuholaisista/>

Maatilan pellervo (2019). Härkäpapakasvusto pellolla. Haettu 13.5.2020 osoitteesta

<https://maatilanpellervo.fi/2019/01/02/harkapapu-tuotteeksi-omalla-tilalla/>

Manni, K. (2017) Härkäpapu Jussilan kasvinviljelytilan viljelykierrossa. *Valkuaisfoorumi – Yhdessä kohti suurempaa valkuaisomavaraisuutta*, s. 13 – 18. Haettu 25.2.2020 osoitteesta

https://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2018/04/Valkuaisfoorumi_julkaisu.pdf

Naturcom (2020). Typpibakteerit tekevät yhteistyötä juurten kanssa. Haettu 24.3.2020 osoitteesta

<https://naturcom.fi/ajankohtaista/typpibakteerit-tekevät-yhteistyötä-juurten-kanssa/>

Nykanen A. (2013). Typen kierto ja palkokasvit ilmastoystävällisinä ruoan, rehun, lannoituksen ja energian tuottajina. Haettu 16.5.2020 osoitteesta

http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/11/Nykanen_ilmase14012014.pdf

Peltosiemen (2020). Lajikeopas 2020-2021. Herne ja härkäpapu.

Ravander, J., Mattila T., & Rajala J. (2019). 3.3. Biologiset tekijät: runsaasti eliöitä. *Murukestävyys maan kasvukunnon mittarina*. 23 – 25. Haettu 13.5.2020 osoitteesta

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/298966/Raportteja191.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Salonen, V. (2006) *Kasviekologia*. WSOY Oppimateriaalit Oy.

Seppänen M., Stoddard F., Yli-Halla M. (2008) Palkoviljat. Teoksessa M. Seppänen (toim.) *Peltokasvien tuotanto*. Vammalan Kirjapaino Oy. 66 – 74.

Stock & Land (2012). Ruoste härkäpavun lehdellä. Haettu 16.5.2020 osoitteesta

<https://www.stockandland.com.au/story/3559038/faba-bean-rust-alert-for-vic/>

Stoddard F. (2017) Grain Legumes: an Overview. Teoksessa D. Murphy-Bokern, F. Stoddard & C. Watson (toim.) *Legumes in Cropping Systems*. 70 – 87.

Stoddard F., Nykänen A. & Ellä A. (2011) Palkokasvien viljely. Teoksessa R. Aaltonen & S. Peltonen (toim.) *Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö*. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy. 36 – 47.

Stoddard F., Puhakainen T., Lindström K. & Vanhatalo A. (2012) Palkokasvit osana tulevaisuuden kestäväää maataloutta. Teoksessa M. Seppänen (toim.) *Maailma muuttuu – muuttuuko maatalous?* 85 – 94.

Vyr (n.d.) Härkäpavun viljelijän huoneentaulu. Haettu 25.2.2020 osoitteesta

https://www.vyr.fi/document/1/634/5b8a08f/huonee_d6ab01c_Harkapavun_viljelijan_huoneentaulu_netiversi.pdf

Yara (n.d.) Typpi. Haettu 14.5.2020 osoitteesta

<https://www.yara.fi/lannoitus/ravinteet/typpi/>