

**PAKASTEHERNEEN (*Pisum sativum*) MEKAANINEN  
RIKKAKASVINTORJUNTA RIKKAÄESTYKSELLÄ**

Jenni Lukkaroinen  
Maisterintutkielma  
Helsingin yliopisto  
Maataloustieteiden laitos  
Maatalouden ympäristöteknologia  
2019

Tiedekunta/Osasto Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos Maataloustieteiden laitos
Tekijä Jenni Lukkaroinen		
Työn nimi Pakasteherneen ( <i>Pisum sativum</i> ) mekaaninen rikkakasvintorjunta rikkaäestyksellä		
Oppiaine Maatalouden ympäristötekniologia		
Työn laji Maisterintutkielma	Aika Tammikuu 2019	Sivumäärä 79 s.
Tiivistelmä <p>Maisterintutkielma on osa Muuttuvat viljelymenetelmät-hanketta (Muuvi-hanke). Hankkeessa mukana ovat Pyhäjärvi-instituutti, Apetit Oyj ja Kasvis-kartano Oy. Vastuuviljely-menetelmässä muutaman aikaisemmin hyväksytyyn kasvinsuojeluaineen varoaikaa on pidennetty pidemmäksi kuin herneen kasvuaika on (65–80 päivää). Tästä syystä tarvitaan vaihtoehtoisia rikkakasvintorjuntatapoja herneen viljelyssä. Tutkielman tavoitteena on tutkia rikkaäestysten vaikutusta hernekasvuston rikkakasveihin ja selvittää, vaikuttaako rikkaäestys herneiden lukumäärään kasvustossa ja kuivapainoon.</p> <p>Tutkimus suoritettiin kesällä 2017. Tutkimuksen lohkot sijaitsivat kolmella eri tilalla ja lohkoja oli yhteensä kolme. Tutkimuksen koealat olivat kemiallinen (4 koealaa), kahdesti rikkaäestetty (4 koealaa) ja nolla (käsittelemätön koeala, 2 koealaa). Näiden lisäksi tutkimuksessa oli yhdellä loholla (lohko 3:lla) kalkkityppi (Perlka®) (1 koeala) ja kerran rikkaäestetty (1 koeala) koealat. Lohkojen koealoilta laskettiin, kerättiin ja kuivattiin rikkakasvien ja herneiden maanpäällinen kasvusto. Näytteitä kerättiin kolme per koeala ja näytteenottokertoja oli viisi kasvukauden aikana. Näytteen koko oli 1 m<sup>2</sup>, jonka tulosta satunnaistettiin jakamalla näytteen koko 0,25 m<sup>2</sup> kokoisiksi osanäytteiksi. Rikkakasvien lukumäärän ja kuivapainon sekä herneiden lukumäärien ja kuivapainojen tilastollinen analysointi tehtiin lineaarisella sekamallilla (IBM SPSS tilasto-ohjelma versio 25).</p> <p>Tutkimuksen tulosten mukaan kemiallisen ja kahdesti rikkaäestetyt koealan välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa rikkakasvien lukumäärissä eikä rikkakasvien kuivapainoissa. Rikkaäestys selkeästi heikensi rikkakasvien kasvua ja soveltui tulosten mukaan pakasteherneen rikkakasvien torjuntaan. Näiden tulosten mukaan rikkaäestys kannattaa tehdä kahdesti. Vaikka herneiden lukumäärä kärsii rikkaäestyksestä, niin se ei vaikuta herneiden kuivapainoihin eikä sadon määrään.</p> <p>Kiinnostavia jatkotutkimuksen aiheita on kalkkitypen ja rikkaäestysten yhdistäminen, jolloin voitaisiin saavuttaa merkittävämpiä tuloksia rikkakasvintorjunnassa. Tämän tutkimuksen lisäksi useat tutkimukset ovat osoittaneet rikkaäestysten olevan tehokas tapa vähentää rikkakasveja.</p>		
Avainsanat Herne, <i>Pisum Sativum</i> , pakasteherne, rikkaäestys, kalkkityppi, mekaaninen rikkakasvintorjunta		
Säilytyspaikka Maataloustieteiden laitos ja Viikin kampuskirjasto		
Muita tietoja Työtä ohjasivat professori Laura Alakukku ja Sauli Jaakkola		

Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Department Department of Agricultural Sciences	
Author Jenni Lukkaroinen			
Title Mechanical harrowing weed control of freshly harvested peas for freezing			
Subject Environmental engineering in agriculture			
Level Master's Thesis	Month and year January 2019	Number of pages 79 p.	
<p>Abstract</p> <p>The Master's thesis is part of the Muuttuvat viljelymenetelmät-project, which was carried out in collaboration with the Pyhäjärvi institute, Apetit Plc and Kasvis-kartano Ltd. Freshly harvested peas for freezing have a short growing season (65–80 days from sowing to harvest). Some pesticides safety period has extended, and safety period are now longer than pea's growing season. Therefore, alternative weed control methods are needed. The aim of this thesis was to investigate the effect of weed harrowing on weeds and to find out whether the weed harrowing affected on pea biomass or the number of pea plants.</p> <p>The study was made in summer of 2017 in Finland. The study had three fields from three different local farmers from Eura and Säkylä. The experimental areas of the study were twice harrowed (4 experimental plots), herbicide (4 experimental plots) and zero (with no herbicide and no harrowing, 2 experimental plots). There were also in one field once harrow (1 experimental plot) and calcium cyanamide (Perlka®) (1 experimental plot) experimental areas. In this study, the pea plants and weeds were calculated and gathered the above ground masses of them. Pea's and weed's biomasses were dried. There were three sampling areas in every experimental plot and samples were taken five times in growing season. The sampling area was one square meter and it contained four separate randomized 0.25 square meter subareas. The statistical analysis was done with the linear mixed models of IBM SPSS Statistics (version 25).</p> <p>The result of the study was that there was no statistically significant difference between herbicide and twice harrowed experimental areas in the numbers of the weeds and in the dry weights of the weeds. The experimental area which was twice harrowed clearly weakened the growth of weeds and was suitable for a rejecting the weeds in freshly harvested peas for freezing. According to these results it was worth to weed harrow field twice. Even though the peas number reduced in twice harrowing compare to herbicide experimental plot's weight of peas wasn't lower than herbicide experimental plot's peas. There was no difference in amount of yield when comparing twice harrowing and herbicide.</p> <p>According to these results, further research could be done, for example, by combining calcium cyanamide and weed harrowing to improve the weed control. In addition to this study, several studies have shown that the twice harrowing will be an efficient way to reduce weeds.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Pea, <i>Pisum sativum</i>, freshly harvested peas for freezing, weed harrowing, calcium cyanamide, mechanical weed control</p>			
<p>Where deposited</p> <p>Department of Agricultural Sciences and Viikki Campus Library</p>			
<p>Further information</p> <p>Supervisors professor Laura Alakukku and Sauli Jaakkola</p>			

# SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	5
2. KIRJALLISUUSKATSAUS.....	6
2.1 Herneen viljely .....	7
2.2 Herneen kylvötiheys ja kylvösyvyys.....	8
2.3 Herneen viljelyssä haitalliset rikkakasvit .....	9
2.4 Herneen mekaaninen rikkakasvintorjunta ja vaikutus rikkakasveihin .....	10
2.5 Herneet seoskasvustoissa .....	16
2.6 Herneen muita mahdollisia rikkakasvintorjuntamenetelmiä.....	18
2.7 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto .....	19
3. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET .....	20
4. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	20
4.1 Koelohko kuvaus ja taustatiedot .....	20
4.2 Kokeiden perustaminen ja koetekijät .....	22
4.3 Koelohkojen viljely .....	27
4.4 Sääolot kasvukauden 2017 aikana.....	32
4.5 Kasvustohavainnot näytteenottopäivinä.....	33
4.6 Tulosten käsittelyt .....	40
5. TULOKSET .....	41
5.1 Käsittelyiden vaikutukset rikkakasvien lukumääriin .....	41
5.2 Käsittelyiden vaikutukset rikkakasvien kuivapainoihin.....	44
5.3 Käsittelyiden vaikutukset rikkakasvilajeihin .....	47
5.4 Käsittelyiden vaikutukset herneiden lukumääriin .....	48
5.5 Käsittelyiden vaikutukset herneiden kuivapainoihin .....	50
5.6 Käsittelyiden satotulokset .....	52
6. TULOSTEN TARKASTELU .....	54
6.1 Käsittelyiden vaikutukset rikkakasvien lukumääriin ja kuivapainoihin.....	54
6.2 Käsittelyiden vaikutukset herneiden lukumääriin ja kuivapainoihin .....	56
6.3 Käsittelyiden vaikutukset rikkakasvilajeihin ja satoon .....	58
7. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	60
8. KIITOKSET .....	61
9. LÄHTEET .....	62
LIITE 1: TENDEROMETRILUKEMIEN KERTOIMET.....	67
LIITE 2: MAANÄYTTEIDEN MENETELMÄKUVAUKSET .....	68
LIITE 3: PERLKA® KALKKITYYPEN TIEDOT .....	69
LIITE 4: RIKKAKASVILAJIT LOHKO KOHTAISESTI.....	70
LIITE 5: TILASTOLLISTEN TULOSTEN PARIVERTAILUJEN ARVOT (KÄSITTELYT KEMIALLINEN, 2 ÄESTETTY JA NOLLA).....	74
LIITE 6: TILASTOLLISTEN TULOSTEN PARIVERTAILUJEN ARVOT (LOHKO 3:N KÄSITTELYT).....	76

## 1. JOHDANTO

Vuonna 2017 Suomessa viljeltiin hernettä (*Pisum sativum*) 4 200 hehtaaria (säilörehua ei ole huomioitu) (Luke tilastotietokanta 2018). Apetit Oyj:llä oli pakasteherneen sopimusviljelyalaa noin 850 hehtaaria (Lehtonen 2018). Herneen kokonaissato oli noin 9,1 miljoonaa kilogrammaa Suomessa (Luke tilastotietokanta 2018). Tästä Apetitin Oyj:n pakasteherneen osuus on noin 3 miljoonaa kilogrammaa (Apetit Group 2018a).

Apetit Oyj pystyy pakastamaan hernettä 200 000 kilogrammaa vuorokaudessa ja herneen matka pellolta pakasteeksi saa kestää enintään 2 tuntia (Apetit Group 2018a). Näin ollen sopimusviljelijöiden kauimmaiset herneen viljelypellot saavat sijaita 65–70 kilometrin päässä Apetit Oyj:n Säkylän tehtaasta (Lehtonen 2018). Apetit Oyj:n suurin vientituote on herne, jota viedään Ruotsiin, Italiaan, Kreikkaan, Kiinaan ja Taiwaniin (Apetit Group 2018b). Vihannespakasteita viedään Suomesta ulkomaille noin 1,5 miljoonan euron arvosta, joka on noin 0,1 prosenttia Suomen kokonaisviennin arvosta (1 621,3 miljoonaa euroa) (Elintarviketeollisuusliitto 2018).

Apetit Oyj:llä pakasteherneen viljelijät ovat sitoutuneet Vastuuviljely-menetelmään, jolloin rikkakasveja ja kasvintuhoojia ehkäistään turvallisesti ja ympäristöystävällisesti sekä parannetaan sadon määrää että laatua (Apetit Group 2018a). Rikkakasvit halutaan pois pellosta, koska ne kilpailevat kasvutilasta, valosta, ravinteista ja vedestä. Rikkakasvit voivat myös levittää kasvitauteja tai tuholaisia. Esimerkiksi ristikukkaiset rikkakasvit levittävät möhöjuurta (*Plasmodiophora brassicae*). Rikkakasvit haittaavat myös muokkaus-, kylvö-, ja sadonkorjuutöitä. Rikkakasvit lisäävät siemenvarastoa ja seuraavina vuosina rikkakasveja on huomattavasti enemmän (Rajala 2006a).

Pakasteherneellä on lyhyt kasvukausi (65–80 päivää kylvöstä sadonkorjuuseen) (Rajala 1995). Kasvinsuojeluaineen käytön ja sadonkorjuun välillä on varoaika. Varoajan loputtua kasvinsuojeluaine on hajonnut tuotteessa tai kasvinsuojeluaineen määrä on tuotteessa alle asetetun rajan. Varoaikana kasville ei saa tehdä sadonkorjuuta (Evira 2012). Vastuuviljely-menetelmässä muutaman aikaisemmin hyväksytyt kasvinsuojeluaineen varoaikaa on pidennetty pidemmäksi kuin herneen kasvuaika. Tämän vuoksi tarvitaan vaihtoehtoisia rikkakasvintorjuntatapoja herneen viljelyyn. Viljelyssä halutaan yhdistää luomutuotannolle tyypillinen mekaaninen

rikkakasvintorjunta sekä hyödyntää tavanomaisen viljelyn epäorgaanisia lannoitteita että tuhoeläinruiskutuksia.

Tutkielma on osa Muuttuvat viljelymenetelmät-hanketta (Muuvi-hanke). Hankkeessa mukana ovat Pyhäjärvi-instituutti, Apetit Oyj (tästä eteenpäin Apetit) ja Kasvis-kartano Oy. Tutkielman tavoitteena on tutkia rikkaäestyksen vaikutusta hernekasvuston rikkakasveihin ja selvittää, vaikuttaako rikkaäestys herneiden lukumäärään kasvustossa. Tämä maisterintutkielma on jatkoa Moision (2017) opinnäytetyölle mekaanisen rikkakasvintorjunnan soveltuvuudesta pakasteherneen viljelyyn. Herneen mekaanisesta rikkakasvintorjunnasta on vähän suomalaisissa olosuhteissa tehtyjä tutkimuksia. Herneen rikkakasvintorjunnasta löytyy kuitenkin ulkomaisia tutkimuksia etenkin Etelä-Aasiasta ja Kanadasta.

## **2. KIRJALLISUUSKATSAUS**

Yleisin rikkakasvien torjuntamenetelmä herneen viljelyssä on kemiallinen torjunta, koska herneelle ei ole kovinkaan montaa tapaa torjua rikkakasveja mekaanisesti, fysikaalisesti tai biologisesti (Aaltonen ym. 2016). Kemiallisessa torjuntamenetelmässä valitaan lohkon rikkakasvilajistolle tehokkaimmat ja sopivimmat torjunta-aineet. Ruiskutus pyritään tekemään suotuisissa sääolosuhteissa rikkakasvien ollessa mahdollisimman pieniä. Tällöin torjunta-aine tehoaa parhaiten (Aaltonen ym. 2016).

Mekaanisesta, fysikaalisesta ja biologisesta torjunnasta on vain vähän kokemusta Suomessa. Mekaanisella rikkakasvintorjuntamenetelmällä tarkoitetaan harausta ja rikkaäestystä. Fysikaalinen torjuntamenetelmä on esimerkiksi liekittäminen, mutta herneen verso vaurioituu herkästi liekittämisessä. Se on kuitenkin tehokas torjuntamenetelmä rikkakasveille (Aaltonen ym. 2016). Biologinen torjuntamenetelmä ei sovi kovinkaan hyvin avomaa viljelyyn. On olemassa yksi biologinen peittäusaine herneen kasvitauteja vastaan. Sen nimi on Cedress ja sitä käytetään jonkin verran Ruotsissa (Aaltonen ym. 2016).

Seuraavaksi tutustutaan herneen viljelyyn yleisesti ja siihen, miten kylvötiheydellä ja -syvyydellä voidaan vaikuttaa rikkakasvien määrään. Tämän jälkeen keskitytään tarkemmin haitallisiin rikkakasveihin herneen viljelyssä ja minkälaisia tutkimuksia on

tehty herneen mekaaniseen rikkakasvintorjuntaan liittyen. Lopuksi vielä tarkastellaan mahdollisia seoskasvustoja ja muita mahdollisia rikkakasvintorjuntamenetelmiä.

## 2.1 Herneen viljely

Viljat sopivat herneen viljelyn esikasveiksi ja välivuosia herneen viljelyvuosien välissä olisi hyvä olla neljä vuotta (Rajala 2006b), mutta uudemman (Aaltonen ym. 2016) suosituksen mukaan välivuosia palkokasvien välillä pitää olla viisi tai kuusi. Sopimattomia esikasveja ovat nurmikasvit, koska ne lisäävät tuhoeläinriskiä ja rikkakasvien määrää. Sopimattomia esikasveja ovat myös porkkanat (*Daucus carota ssp. sativus*) sekä palko- ja öljykasvit, koska ne ylläpitävät herneen kasvitauteja maassa (Aaltonen ym. 2016).

Herne vaatii hyvärakenteisen hieta- ja liejusavimaan sekä maan pH:n pitäisi olla 5,9–6,7 (Rajala 2006b). Aaltonen ym. (2016) suosittelevat herneen viljelyyn multavia hietasavimaita tai savisia hietamaita, joiden pH on yli 6,5. Herneen tasainen kylvä ja hyvät itämisolosuhteet vähentävät rikkakasvien kasvumahdollisuuksia (Aaltonen ym. 2016). Blackshaw ym. (2005) tutkivat sopivaa kylvöajankohtaa herneelle Kanadassa kivennäismaalla. Heidän tutkimuksessaan paras kylvöajankohta oli toukokuussa, jolloin rikkakasvien biomassa oli huomattavasti alhaisempi kuin huhtikuussa kylvetyillä herneillä.

Herneen lannoitus lasketaan satotasolle noin 4 500 kg/ha, jolloin herne ottaa typpeä maasta noin 106 kg/ha, fosforia noin 34 kg/ha ja kalia noin 78 kg/ha (Aaltonen ym. 2016). Kuitenkin typpilannoituksen määräksi suositellaan 0–35 kg/ha, koska normaaliolosuhteissa herne pystyy sitomaan tarvitsemansa typpimäärän juurinyströittensä avulla. Myös maalajilla on vaikutusta typenmäärään (Aaltonen ym. 2016). Aaltonen ym. (2016) totesivat, että maan kasvukunto vaikuttaa herneen satoon enemmän kuin viljelyvuoden lannoitus. Pakastehernettä ei saa lannoittaa karjanlannalla. Karjanlantaa saa kuitenkin käyttää esikasvien lannoitukseen (Aaltonen ym. 2016). Moisio (2017 ref. Apetit viljelijärekisteri 2016) mainitsi, että Apetit IPM-ohjeissa jätevesilietettä ei saa käyttää lannoitteena, jos pellon viljelykierrossa on pakastehernettä.

Hyvällä viljelykierrolla pystytään vaikuttamaan maalevinneisiin kasvitauteihin, tuhoeläinten esiintymiseen ja rikkakasvilajiston yksipuolistumiseen (Aaltonen ym. 2016). Kestorikkakasvit kannattaa hävittää ennen herneen viljelyä. Kasvinvuorottelulla ei päästetä kestorikkakasveja ongelmaksi lohkolle. Herneen viljelyssä täytyy vielä muistaa alueellinen viljelykierto lohkokohtaisen viljelykierron lisäksi, koska tuhoeläimet liikkuvat ja pystyvät siirtymään pitkiäkin matkoja. Etenkin hernekääriäisen (*Laspeyresia nigricana*) kannalta on tärkeää, että edellisen vuoden lohko sijaitsee mahdollisimman kaukana seuraavan vuoden viljeltävästä lohkoksi (Aaltonen ym. 2016).

Herneen tuleentumista seurataan tenderometrilukemalla (Moisio 2017). Tenderometri yksikön kehittäjä oli Martin W. M. ja tenderometri yksikköä on käytetty vuodesta 1937 (Visscher ja Lovink 1999). Pakasteherneelle on tärkeää pakastaa herne sopivan tuleentuneena. Tällöin herneen maku ja rakenne ovat halutunlaisia (Visscher ja Lovink 1999). Tenderometrilukemien raja-arvot ovat 70, joka ei ole vielä tuleentunut, ja 170, joka on jo ylituleentunut (Danielson 1956). Apetit käyttää tenderometrilukeman ala- ja yläarvoina 80 ja 150 (liite 1, taulukko 1). Apetit tavoittelee herneelle 110 tenderometrilukemaa (Moisio 2017), jota myös Jakanović ym. (2009) suosittelevat. Heidän tutkimuksena mukaan parhaimmat pakasteherneet saatiin, kun tenderometrilukema oli välillä 100–120.

## 2.2 Herneen kylvötiheys ja kylvösyvyys

Kylvötiheys suositellaan olevan herneen viljelyssä noin 100–120 siementä/m<sup>2</sup> (Rajala 1995). Känkänen ja Kontturi (1988) tutkivat eri hernelajikkeiden (lehdetön Filby, puolilehdetön Pika ja tavalliset lehdet Proco) kylvötiheyttä 30, 60, 110, 160 ja 210 siementä/m<sup>2</sup> savimailla. He suosittelivat puolilehdettömille ja lehdettömille hernelajikkeille kylvötiheyttä 160 siementä/m<sup>2</sup> ja tavallisille lehtilajikkeille 110 siementä/m<sup>2</sup>.

Aaltonen ym. (2016) totesivat, että liian harvaan kylvetty herne lakoontuu helposti, rikkakasvit pääsevät helposti kasvamaan ja sato jää pieneksi, jolloin olisi hyvä saada lohkolle 120 itävää siementä per neliometri. Munakamwe (2008) kannattaa suurempaa kylvötiheyttä. Hänen peltokokeensa suoritettiin hienojakoisella kivennäismaalla Uudessa-Seelannissa. Hänen tuloksissa suositeltiin kylvötiheyttä 400 siementä/m<sup>2</sup>, koska

sen avulla saatiin parempi sato eikä tarvinnut käyttää rikkakasvien torjunta-aineita. Kuitenkaan Townley-Smith ja Wright (1994) ei suosittele kylvämään yli 150 siementä/m<sup>2</sup>, koska tämän jälkeen siemenkustannukset nousevat enemmän satotuoton nousuun nähden.

Townley-Smith ja Wright (1994) tutkivat herneen kylvötiheyden vaikutusta rikkakasvien kasvuun hienojakoisella kivennäismaalla. He suosittelivat herneen kylvötiheydeksi 100 siementä neliömetrille, jolloin herne pystyy kilpailemaan rikkakasvien kanssa. He mainitsivat myös, ettei yli 100 siementä/m<sup>2</sup> paranna herneen kilpailukykyä rikkakasvien kanssa niin voimakkaasti kuin siementiheyden kasvattaminen 50 siemenestä 100 siemeneseen per neliometri paransi. Wall ja Townley-Smith (1996) totesivat, ettei alle 90 hernekasvia/m<sup>2</sup> ole enää kilpailukykyinen rikkakasvien kanssa. Hernekasvusto ei tällöin peitä tai valtaa tarpeeksi alaa rikkakasveilta. Kasvusto kannattavaa kylvää uudelleen, jos herneiden määrä on vain 10–20 versoja neliömetrillä (Townley-Smith ja Wright 1994).

Jonhston ja Stevenson (2001) tutkivat kaksivuotisessa kokeessa kolmen kylvösyvyyden (3,8; 7,6 ja 11,4 cm) vaikutusta herneen itävyyteen Kanadassa hienojakoisella kivennäismaalla. Vähiten itäneitä herneen versoja muodostui 11,4 cm syvyyteen kylvetyistä siemenistä eikä eroa muodostunut 3,8 ja 7,6 cm kylvettyjen syvyyksien välille. Kuitenkin he totesivat, että herne kestää hyvin syväänkin kylvettynä, mutta paras itävyys olisi hieman syvemmälle kylvettynä kuin 7,6 cm:iin. Suomalaisessa tutkimuksessa Rajala (2006b) suositteli kylvämään herneen 6–8 cm syvyyteen. Jyräämällä saadaan tasainen taimettuminen ja myös mahdollisesti lakoutuneen kasvuston puinti sujuu jyrätyn maan päällä paremmin. Johnson ja Holm (2010) tutkivat herneen kylvöajankohtaa ja kylvösyvyyden vaikutusta herneen rikkakasvintorjunnassa. Heidän mukaansa kanadalaisessa hienojakoisessa kivennäismaassa herne tulisi kylvää myöhään toukokuussa, jolloin rikkakasvit ovat jo taimettuneita. He suosittelevat kylvämään herneet 7,5 cm syvyyteen ja rikkaäestämään pelto kahteen kertaan ennen kuin herneet ovat orastuneet maan pintaan.

### **2.3 Herneen viljelyssä haitalliset rikkakasvit**

Rikkakasvit voivat pilata herneen sadon tai jopa estää herneen puimisen (Munakamwe 2008). Herneen rikkakasveista pahimmat ovat peltovalvatti (*Sonchus arvensis*), pelto-

ohdake (*Cirsium arvense*), peltosaunio (saunakukka) (*Tripleurospermum inodorum*) ja jauhosavikka (*Chenopodium album*). Näiden rikkakasvien kasvustojen kukinnot ja nuput jäävät helposti hernetä puitaessa säiliöön, jolloin ne heikentävät herneen sadon laatua (Timo Kaila, Apetit, ohjausryhmäpalaveri, 2017). Tehtaalla värilajittelija ei välttämättä pysty poistamaan nappuja herneiden joukosta, koska nuput ovat hyvin saman värisiä ja kokoisia kuin herneet (Kallela ym. 2004). Puituun satoon menee myös helposti kiviä rikkakasvien esimerkiksi jauhosavikan juurien mukana. Maan kosteus ja maalaji vaikuttavat siihen, kuinka helposti herneen juurien mukana tulee kiviä satoon (Timo Kaila, Apetit, ohjausryhmäpalaveri, 2017). Moisio (2017) listasi pakasteherneen ongelmallisimmiksi rikkakasveiksi hukkakauran (*Avena fatua*), pelto-ohdakkeen, peltovalvatin, peltosaunion, mustakoison (*Solanum nigrum*) ja hulluruohon (*Datura stramonium*). Aaltonen ym. (2016) mainitsi, että mustakoison ja kehtokoison (*Solanum physalifolium*) myrkylliset marjat, jotka ovat 5–10 mm halkaisijaltaan, voivat sekoittaa pakasteherneen sadon joukkoon ja pilata sadon.

Salosen ym. (2005) tutkimuksessa tarkasteltiin yleisimpiä ja runsaimpia rikkakasvilajeja herneviljelyksillä. Kenttäkokeet suoritettiin Lounais-Suomessa vuosina 2002 93 pellolla ja vuonna 2003 90 pellolla. Kenttäkokeissa tavattiin 76 erilaista rikkakasvilajia, joista yleisimpiä olivat pillikkeet (*Galeopsis spp.*), jauhosavikka, pihatähtimö (*Stellaria media*) ja pelto-orvokki (*Viola arvensis*). Tavanomaisessa viljelyssä pelloilla oli keskimäärin 10 eri rikkakasvilajia, kun taas luomussa oli 18 eri rikkakasvilajia. Kestorikkalajikkeista yleisin oli juolavehnä (*Elymun repens*). Tavanomaisesti viljellyissä pelloissa esiintyi 57 prosenttia juolavehnää ja luomussa viljellyissä pelloissa esiintyi 75 prosenttia juolavehnää. Leveälehtisistä kestorikkakasveista tavattiin yleisemmin kokeen lohkoissa peltovalvattia kuin pelto-ohdaketta. Rikkakasvillisuus riippui tavanomaisessa viljelyssä siitä, mitä kemiallista torjunta-ainetta käytettiin loholla. Luomuviljelyssä lohkon rikkakasvilajistoon vaikutti eniten pellon sijainti ja kasvuston ikä (Salonen ym. 2005).

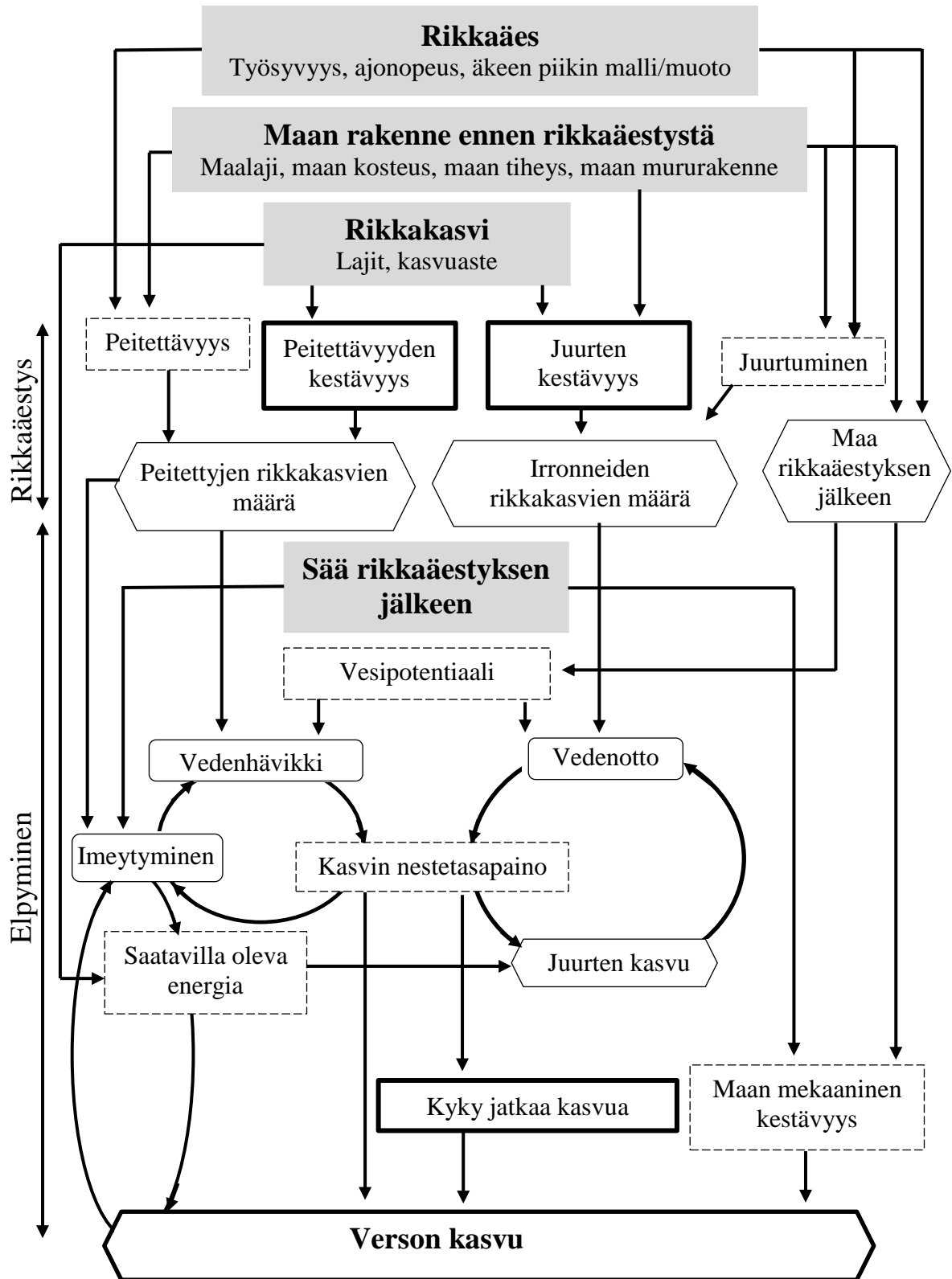
#### **2.4 Herneen mekaaninen rikkakasvitorjunta ja vaikutus rikkakasveihin**

Rikkaäestyksellä yritetään joko kitkeä rikkakasvit maasta tai peittää rikkakasvit maalla, joka estää rikkakasvin kasvua tai hidastaa sitä. Rikkaäestyksellä yritetään antaa viljelykasville mahdollisuus ns. ohittaa rikkakasvin kasvun, jolloin rikkakasvit jäävät viljelykasvin varjoon (Kurstjens ja Kropff 2001). Sää vaikuttaa huomattavasti

rikkaäestyksen onnistumiseen, koska kuivalla säällä rikkaäestys onnistuu eikä rikkakasveilla ole maassa kosteutta, jotta voisivat juurtua uudestaan. Märkä sää voi estää rikkaäestyksen kokonaan. Rikkaäestyksen onnistumiseen vaikuttaa myös, että rikkakasvien tulee olla riittävän pieniä rikkaäestyksen aikana (sirkkalehti- tai taimivaiheessa) (Kallela ym. 2004).

Haraus on yleensä riviviljelykasvien rivivälien rikkakasvintorjuntamenetelmä, jossa haran harja, lautasharja tai jyrsin kitkee rikkakasvin maasta noin 2–4 cm syvyydestä (Rajala 2006a, Lötjönen ja Mikkola 1997). Rikkaäestys on ns. pintaäestystä (äestyksen syvyys 1–3 cm) ja yleisesti rikkaäkeessä on ohuet ja pitkät piikit (Rajala 2006a). Harauksen muokkaus tapahtuu syvemältä kuin rikkaäkeen muokkaus ja haraus tapahtuu viljelykasvien riviväleissä, kun taas rikkaäestys tapahtuu koko kasvuston päällä (Rajala 2006a, Moisio 2017, Lötjönen ja Mikkola 1997).

Kuvassa 1 on esitetty rikkaäestyksen vaikutukset rikkakasvien versojen kasvuun. Rikkaäestyksen alkutekijöitä (harmaissa laatikoissa) ovat rikkaäes, maan rakenne ennen rikkaäestystä, rikkakasvit ja sää rikkaäestyksen jälkeen. Rikkaäestyksen vaikutukset (kuusikulmion malliset laatikot) ovat peitettyjen rikkakasvien määrä, irronneiden rikkakasvien määrä, maa rikkaäestyksen jälkeen ja rikkakasvin verson kasvu. Rikkakasvin kasvun jatkumiseen äestyksen jälkeen (katkoviivareunaiset laatikot) vaikuttaa se, miten pahasti rikkakasvi on vaurioitunut rikkaäestyksessä eli miten hyvin rikkakasvi on peittynyt maan alle tai kitkeytynyt maasta irti, vesipitoisuus maassa (vesipotentiaali), maan mekaaninen kestävyys, kasvin nestetasapaino ja saatavilla oleva energia. Rikkakasvin resistanssiparametrejä (paksureunaiset laatikot) ovat peitettävyyden kestävyys, juurten kestävyys ja kyky jatkaa kasvua. Dynaamiset vaikutukset (pyöristetyt suorakulmalaatikot) ovat vedenotto, vedenhävikki ja veden imeytyminen (Kurstjens ja Kropff 2001, Kallela ym. 2004).



Kuva 1. Rikkaäestyksen konseptuaalinen malli ja kasvin elpymisprosessi rikkaäestyksen jälkeen. Mallinnus voi toimia haraukseenkin. (Kuva muokattu lähteestä Kurstjens ja Kropff (2001))

VAKOLAn koejärjestelyissä Lötjönen ja Mikkola (1997) tutkivat kemiallista torjuntaa, riviväliharausta kerran ja kahdesti ohra (*Hordeum vulgare*) lohkoilla, joiden maalajit olivat joko hiesusavi tai multamaa. He vertasivat tuloksia käsittelemättömään koealaan, jolle ei tehty rikkakasvintorjuntaa. Tutkimuksessa kemiallinen torjunta vähensi rikkakasvien massaa noin 70 prosentilla. Yksi riviväliharaus kerta vähensi rikkakasvien massaa noin 20 prosentilla ja kahdesti riviväliharaus vähensi rikkakasvien massaa noin 50 prosentilla puintiin asti. Yksi riviväliharaus riittää viljoille, kun rikkakasveja on valmiiksi vähän pellossa. Jos rikkakasveja on paljon tai sää on kostea, niin suositellaan kahta riviväliharausta. Myös multavilla ja hikevillä mailla voi joutua haraamaan enemmän kuin savimailla. Riviväliharaus kannattaa tehdä vasta sateen jälkeen. Jos haraa ennen sadetta, niin sateen tuoma kosteus voi juurruttaa irronneet rikkakasvit ja edesauttaa uusien rikkakasvisiemeniä itämään. (Lötjönen ja Mikkola 1997).

Kallela ym. (2004) tutkivat pakasteherneelle erilaisia rikkakasvien torjuntamenetelmiä vuosina 2001–2002. Peltojen maalajit olivat vuonna 2001 runsasmultainen hieno hieta ja vuonna 2002 multava savinen hieno hieta. Kokeessa oli kuusi erilaista koejäsentä. Käsitteilyt olivat aikaistettu kylvömuokkaus ja liekitys ennen herneen taimettumista, rikkaäestys vain kerran herneen ollessa kolmilehtivaiheessa, rikkaäestys kaksi kertaa ennen herneen taimettumista ja herneen ollessa kolmilehtivaiheessa, suurennettu kylvötiheys eli 25 % enemmän kuin muissa käsittelyissä, pelkästään vuonna 2001 testattiin lanausta lankulla herneen taimettuessa ja ei torjuntaa. Paras satotulos saatiin kerran ja kaksi kertaa rikkaäestetystä koealasta, paitsi vuonna 2001 huonoimmat sadot saatiin kerran rikkaäestetystä ja lanatusta koealoista (Kallela ym. 2004). Johnson ja Holm (2010) suosittelevat myöhäistämään kylvöä niin, että osa rikkakasveista ovat taimettuneet ja rikkaäestämään pelto kahteen kertaan ennen herneen orastumista maan pintaan.

Moisio (2017) tutki mekaanisen rikkakasvintorjunnan soveltuvuutta Apetitin pakasteherneen viljelyyn. Tavoitteena oli saada laadultaan hyvä hernesato. Tutkimuksessa tutkittiin yhden rikkaäestyskerran (Expomin rikkaäes, 8 m leveä) vaikutusta rikkakasveihin ja kylvötiheyden vaikutusta satoon 2016 kesänä. Koepellon maalaji oli multava hiue. Tutkimuksessa rikkaäestys suoritettiin kahdella ruudulla kylvörivien suuntaisesti, kahdella koeruudulla ajosuunta oli noin 45 astetta kylvöriveihin nähden ja vielä kahdella ruudulla rikkaäestyksen ajosuunta oli poikittain kylvöriveihin nähden. Opinnäytetyön tuloksissa herneen sadot eivät eronneet huomattavasti toisistaan,

jolloin siemenmäärällä eikä rikkaäestyksellä ollut vaikutusta satotasoon. Myös kesä 2016 oli kasvukaudelta hyvä, mikä mahdollisti laadukkaan hernesadon. Rikkaäestyksessä rikkakasvit kärsivät vähäisesti. Moisio (2017) kuitenkin piti rikkaäestystä potentiaalisena tapana torjua pakasteherneen viljelyssä rikkakasveja.

Lundkvist (2009) teki kaksivuotisen (vuosina 2003–2004, savimaalla) tutkimuksen Ruotsissa. Hän tutki kolmen eri rikkaäestysajoituksen vaikutuksia rikkakasvien määrään herneen viljelyssä. Käsittelyt olivat rikkaäestys kerran ennen herneen orastumista pellon pinnalle, rikkaäestys ennen herneen orastumista pellon pinnalle ja kerran taimettumisen jälkeen herneen ollessa 2–3 lehtiparivaiheessa sekä rikkaäestys ennen herneen orastumista pellon pinnalle ja kahdesti herneen ollessa 2–3 ja 5–6 lehtiparivaiheissa. Eri rikkaäestysajoituksia verrattiin käsittelemättömään koelaan. Tutkimuksen tuloksen mukaan herne kannatti rikkaäestää ennen orastumista pellon pinnalle tai rikkaäestää ennen orastumista ja kerran tai kahdesti taimettumisen jälkeen. Rikkaäestys ei aiheuttanut merkitsevää satotappiota herneelle. Peltovalvatin ja pillikkeen tehokkain torjuntatapa oli rikkaäestys ennen viljelykasvin orastumista pellon pintaan ja lisätehoa halutessa tulee rikkaäestää toiseen kertaan mahdollisimman pian viljelykasvin taimettumisen jälkeen. Jauhosavikka ja ukontatar (*Polygonum lapathifolium*) ovat myöhemmin itäviä monivuotisia rikkakasveja ja niihin paras rikkaäestysteho saatiin, kun rikkaäestettiin kerran ennen sekä kerran tai kahdesti viljelykasvin taimettumisen jälkeen.

Harker ym. (2001) tutkivat herneen rikkakasvintorjunnan ajoitusta Kanadassa hienojakoisilla kivennäismailla. Tutkimuksessa kylvettiin heti herneen kylvön jälkeen hukkakauraa ja pihatatarta (*Polygonum aviculare*) koelohkoille. Rikkakasvit poistettiin eri koeruuduista käsin viikon välein ja rikkakasvien kuiva-aine biomassat punnittiin. Rikkakasveja poistettiin neljän viikon ajan, jolloin herne oli jo kuusilehtiparivaiheessa. Heidän tulostensa mukaan rikkakasvit pitää poistaa, kun herne on 2–3 lehtiparivaiheessa eli rikkakasvien poisto tulee suorittaa viikon tai kahden päästä herneen taimettumisesta. Tämän jälkeen tehty rikkakasvintorjunta ei vaikuta tehokkaasti rikkakasveihin ja rikkakasvien vaikutus alkaa näkyä herneen satotasossa.

Haliniarz ym. (2014) tutkivat muokkaustavan ja viljelykierron vaikutusta peltoherneen rikkakasvintorjunnassa vuosina 1999–2006. Viljelykierto oli peruna (*Solanum tuberosum*), kevätvehnä (*Triticum aestivum*), peltoherne ja syysvehnä. Muokkaukset

olivat A-muokkaus: Tavanomainen (kynnönsyvyys 18–20 cm ja 7 kertaa kahden viljelykierron aikana), B-muokkaus: 3. kevytkyntö (kevytkynnönsyvyys 15 cm ja 6 kertaa kahden viljelykierron aikana) ja C-muokkaus: 1. syyskyntö (kynnönsyvyys 18–20 cm ja 2 kertaa kahden viljelykiertojen aikana). Herneen ollessa viljelykierron vuorossa tuli muokkauksia lisää A-, B- ja C-muokkauksiin. A-muokkaus sisälsi lisäksi kultivoinnin hanhenjalkaterällä (10–12 cm), kahdesti äestyksen ja syyskynnön. B-muokkaus sisälsi lisäksi kultivoinnin (10–12 cm), äestyksen ja kevytkynnön. C-muokkaus sisälsi lisäksi lautasmuokkauksen (10–12 cm), äestyksen ja jankkuroinnin (35–40 cm). Vuosi ja muokkaustapa vaikuttivat merkittävästi rikkakasvien määrään ja niiden kuivapainoon. Rikkakasvien määrä ja kuivapaino olivat molemmilla viljelykiertoilla suurin C-muokkauksella ja pienin A-muokkauksella. B-muokkaus lisäsi selvästi monivuotisten rikkakasvien määrää koealalla ja erityisesti juolavehnän määrä kasvoi voimakkaasti.

Woźniak (2012) kenttäkokeen tuloksena syyskyntö (tavanomainen viljely) vähensi rikkakasvien lajeja ja määrää pellossa verrattuna syksyllä kultivoituun peltoon (kynnötön koeala) ja kemiallisesti (Roundup 360 SL) torjuttuihin rikkakasveihin syksyllä. Kenttäkoe tehtiin vuosina 2009–2011 karkeajakoisella kivennäismaalla. Kynnöttömällä koealalla rikkakasvilajeja oli 20–22, kemiallisella koealalla 20 eri lajia ja tavallisella viljelyllä eri rikkakasvilajeja oli 14–16. Tavanomaisella viljelyllä oli vähiten rikkakasveja ja rikkakasvien kuivapaino oli alhaisin verrattuna muihin. Santín-Montanyá ym. (2014) tutkimuksen viljelymenetelminä olivat kyntäminen 30 senttimetriin, kultivointi 10 senttimetriin ja suorakylvö. Suorakylvölohkolla rikkakasvit torjuttiin glyfosaatilla (3 l/ha). Myös tämän tutkimuksen tuloksena oli se, että rikkakasvien määrä väheni kynnetyssä koealassa ja suorakylvö koealassa, kun taas kultivointi koealassa rikkakasvien määrä kasvoi. Tuloksien satotasot muuttuivat kuitenkin enemmän sääolosuhteiden vaikutuksesta kuin muokkausmenetelmistä. Viljelymenetelmät eivät vaikuttaneet herneen verson biomassaan. Myös Woźniak ja Soroka (2014) tutkimuksessa testattiin kolmen erilaisen muokkauksen vaikutusta rikkakasvien määrään hernekasvustossa: tavanomainen viljely, kevennetty viljely ja kemiallinen viljely. Tavanomainen viljely sisälsi syyskynnön, muuten keväällä kaikille koealoille tehtiin kultivointi, jyrättiin ja äestettiin. Seitsemän koevuoden tilastollisten tulosten perusteella tavanomaisesti viljeltäessä oli määrällisesti vähiten rikkakasveja. Lisäksi rikkakasvien kuivapaino oli alhaisin verrattuna muihin koekäsittelyihin.

Vuonna 2000 Kallela ym. (2004) tutkivat liekitystä herneen viljelykokeessa, jossa oli kolme eri käsittelyä: muokkaus kylvöpäivänä sekä liekitys, aikaistettu muokkaus sekä liekitys ja pelkkä muokkaus ilman liekitystä. Kokeessa oli tarkoitus tehdä aikaistettu muokkaus 10 päivää ennen kylvöä, mutta kylvösuunnitelmat muuttuivat ja päivien väliin jäi vain 3 päivää. Aikaistetulla muokkauksella yritettiin saada rikkakasvit taimettumaan ennen kylvöä, jolloin kylvön yhteydessä ne vaurioituisivat. Pidemmälle taimettuneet rikkakasvit olivat tehokkaampaa torjua liekittämällä kuin pienet rikkakasvit. Liekityksellä ei ollut hernesatoa alentavaa vaikutusta, vaikka herne hieman vioittuikin liekityksestä. Kokeen tuloksen perusteella liekitys vähensi rikkakasvien yhteispainoa 20–55 %. Tulokset liekityksen kannalta olivat lupaavia. Liekitys tehoi hyvin jauhosavikkaan, mutta huonosti pelto-orvokkiin ja lemmikkiin (*Myosotis*). Pelto-orvokkiin ja lemmikkiin rikkaäestys tehoi paremmin kuin liekitys. Kallela ym. (2004) vertasivat liekityksen kustannuksia rikkaäestyksen kustannuksiin. Liekityksen kustannukset olivat huomattavasti suuremmat kuin rikkaäestyksen.

## 2.5 Herneet seoskasvustoissa

Seosviljelyllä vähennetään rikkakasvien kilpailua itse viljelykasvin kanssa. Seosviljely vähentää heikosti varjostavien hernekasvustolajikkeiden rikkaruohottumista (Rajala 2006b). Partanen (2014 ref. Ihanainen ym. 2010) mainitsi herneiden sopivan hyvin keliakikoiden ruokavalioon. Herneet seoskasvustona viljojen kanssa on huono yhdistelmä, koska silloin voi kadota herneen gluteenittomuus (Moisio 2017). Viljat vehnä, ohra ja ruis (*Secale cereale*) sisältävät gluteiinia, joka aiheuttaa keliakikoille ohutsuolen limakalvolla tulehduksen ja suolinukan vaurion. Keliakia on autoimmuunisairaus, joka kestää puhjettuaan koko elämän ajan (Keliakialiitto 2018).

Saucke ja Ackermann (2006) tutkivat herneen ja ruistankion eli kitupellava (*Camelina sativa*) seoskasvuston vaikutusta rikkakasvien esiintymistiheyteen ja seoskasvuston vaikutusta satotasoon. Kylvötiheys herneellä oli joka kokeessa 80 siementä neliometrillä. Kitupellavan kylvötiheys oli 300, 350, 600 tai 700 siementä neliometri. Seoskasvusto, jossa käytettiin kitupellavan kylvötiheytenä 600 tai 700 siementä neliometri, peitti maan pinnan nopeammin kuin pelkkä hernekasvusto. Kasvustojen pituuksia mitattiin herne-, kitupellava- ja seoskasvustoista. Seoskasvusto ei vaikuttanut herneen eikä kitupellavan kasvin pituuteen. Seoskasvustoissa oli pienempi rikkakasvustopeittävyys (20 %

rikkakasvien peittävyys koealassa) kuin pelkässä herne- tai kitupellavakasvustossa, jossa rikkakasvit peittivät jopa 45 % koealasta. Kitupellavan sato oli suurempi viljeltäessä pelkästään kitupellavaa kuin viljeltäessä seoskasvustoa. Pelkän herneen ja seoskasvuston herneen satojen välille ei muodostunut eroa.

Ćupina ym. (2010) tutkivat tarhahernettä, jonka aluskasvina oli puna-apila (*Trifolium pratense* L.). Kolmen vuoden kenttäkokeen aikana he tutkivat puna-apilan ja tarhaherneen yhteisvaikutuksia. Kokeina oli kaksi eri tarhahernelajiketta (puolilehdetön Jezero ja normaali lajike Javor, jolla pienemmät lehdet) ja eri kylvötiheydet (30, 60 ja 90 kasvia/m<sup>2</sup>). Kontrollina toimi puhdas puna-apila koeala ja puna-apila yhdessä kauran (*Avena sativa*) kanssa. Herne kylvettiin 4 cm syvyyteen ja riviväli oli 20 cm. Puna-apila kylvettiin 2 cm syvyyteen ja rivivälillä 10 cm. Rehusato puitiin, kun herneet olivat tuleentuneet. Suurin sato saatiin molemmilla hernelajikkeilla, kun hernettä kylvettiin 90 siementä/m<sup>2</sup>. Vähiten rikkakasveja oli puhtaassa puna-apila kasvustossa. Toiseksi vähiten rikkakasveja oli seosviljelyssä, jossa käytettiin Javor-lajiketta ja kylvötiheyttä 90 siementä/m<sup>2</sup>. Puna-apila aluskasvustolla ei ollut vaikutusta herneen raakavalkuaisen pitoisuuteen.

Šarūnaite ym. (2013) tekivät neljän vuoden (2007–2010) kenttäkokeen Liettuassa karkea- ja hienojakoisilla kivennäismailla. Tutkimuksessa herne kylvettiin joko kevätvehnän, kevätohran, kauran tai ruisvehnän (*Secale x Triticum*) kanssa seoskasvustoksi. Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, mikä seoskasvusto vähentää parhaiten rikkakasvien määrää ja massaa. Parhaiten rikkakasvien määrää ja massaa vähensi herne/kaura seoskasvusto, sitten herne/vehnä ja huonoiten herne/ruisvehnä ja herne/ohra. Begna ym. (2011) vertasivat herneen ja kauran puhdasta kasvustoa herneen ja kauran sekakasvustoon Alaskassa. Heidän tutkimuksessaan pelkkä kaurakasvusto ja sekakasvusto vähensivät rikkakasvien määrää lohkolla. Heidän mukaansa rikkakasvien torjunnan kannalta olisi parempi kylvää kauraa herneen joukkoon kuin viljellä pelkkää hernettä.

Känkänen ym. (2012) tutkivat kauran, kääpiökauran (lajike Kontant) tai ohran viljelyä herneen tukikasvina seosviljelyssä. Tulosten mukaan tukikasvit vähensivät herneen lakoa ja viivästyttivät sen lakoutumista. Heidän mukaansa kaura oli paras tukikasvi, joka piti herneen pystyssä koko satokauden tai ainakin viivytti pisimpään lakoontumista.

## 2.6 Herneen muita mahdollisia rikkakasvintorjuntamenetelmiä

Herneelle on tutkittu paljon erilaisia tapoja torjua rikkakasveja kuten Bakht ym. (2009) testasivat eri katteiden toimivuutta herneen rikkakasvintorjunnassa Pakistanissa. Käytössä olivat polyeteeni valkoisena ja mustana rakeena, sanomalehti, sahanpuru, vehnän olki, käsin kitkentä ja kontrolli alue. Polyeteeni musta ja sanomalehti olivat parhaimmat rikkakasvintorjuntamenetelmät tässä tutkimuksessa ja ne olivat myös ympäristöystävällisiä. Jilani ym. (2016) tutkimuksen mukaan taas käsin kitkentä oli tehokkain tapa torjua rikkakasveja verrattuna mustaan tai läpinäkyvään muoviin ja kahteen eri kemialliseen torjunta-aineeseen. Myös kemiallisiin käsittelyihin verrattuna käsin kitkentä oli yksi parhaista tavoista torjua rikkakasveja kuten Rana ym. (2015) olivat tutkineet. Tutkittavat aineet olivat imazethapyr 50, 75 ja 100 g/ha 20 päivää kylvöstä, pendimethalin 0,75 ja 1,5 kg/ha ennen rikkakasvien ilmaantumista, trifluralin 1 ja 1,5 kg/ha, sekoite imazethapyr ja imazamox 50, 70 ja 90 g/ha 20 päivää kylvöstä, rikkakasvien käsin poisto 20 ja 45 päivää kylvöstä ja käsittelemätön alue, jossa rikkakasvit saivat kasvaa vapaasti. Heidän tutkimuksessaan imazethapyr (75 ja 100 g/ha) ja kahdesti käsin rikkakasvien kitkentä olivat tehokkaimmat keinot torjua rikkakasveja. Nämä koetekijät tuottivat myös merkittävästi enemmän palkoja herneeseen sekä enemmän herneitä palkoihin. Lisäksi 100 herneen paino ja satotaso olivat paremmat verrattuna muihin käsittelyihin ja käsittelemättömään alaan. McDonald (2003) ehdotti, että hernettä voisi jalostaa pidemmäksi (yli 75 cm) ja lehdet olisivat tavanomaiset, jolloin herneellä olisi kyky peittää nopeammin rikkakasvit.

Vuonna 2001 Kallela ym. (2004) testasivat hernekasvustossa puristetun kumina- (*Carum carvi*) ja tilliöljyn (*Anethum graveolens*) vaikutusta rikkakasvien lehdille, kun liuoksen väkevyys oli 5 ja 10 %. Testissä oli mukana myös tislattu kuminaöljy (7,5 % liuos) ja kelta- (*Sinapis alba*) sekä sareptansinapin (*Brassica juncea*) siemenpuristeet, jotka sekoitettiin herneen riviväleihin (annoksina 50, 100, 150 ja 200 g/m<sup>2</sup>). Herneen kasvusto oli käsittelyiden aikana noin 5 cm pitkä. Kasviperaiset öljyt ja sinappipuristeet vaikuttivat rikkakasveihin heikosti. Kelta- ja sareptansinapin suurimmat annokset haittasivat pellon yleisimpiä rikkakasveja jauhosavikan ja pihatähtimön taimettumista ja kasvua. Tislattu kuminaöljy aiheutti herneen lehtiin polttovioitusta ja keltasinappipuriste aiheutti lehtien kellastumista alhaalta ylöspäin ja vioitukset näkyivät huonoina satotuloksina koeloilta.

Kallela ym. (2004) kehitysideoina olisi sekoittaa sinappipuriste pintamaahan ennen herneen taimettumista sekä kylvää herne hieman normaalia syvemmälle.

Vuonna 2002 Kallela ym. (2004) testasivat keltasinapin allelopaattisia vaikutuksia rikkakasveihin. Keltasinappi oli alkukesän esikasvina, joka kasvatettiin kukintavaiheeseen asti. Tällöin keltasinapin allelopaattisten aineiden pitoisuus pitäisi olla kasvustossa suurimmillaan. Kasvusto murskattiin kesantosilppurilla ja jyrättiin maahan 10 cm:n syvyyteen, jolloin saatiin tasainen vihermassapitoisuus multakerrokseen. Sitten kylvettiin tarhaherne 12,5 cm rivivälillä ja siemenmäärällä 381 kg/ha. Vihermassa heikensi herneen ja rikkakasvien taimettumista. Sinappikäsittely pienensi herneen satoa verrattuna verranteeseen. Sinapin vihermassa vähensi kaksisirkkaisten rikkakasvien taimettumista (18 %), mutta vaikutusta ei ollut yksisirkkaisiin rikkakasveihin. Keltasinapin vihermassa kuitenkin hidasti yksisirkkaisten rikkakasvien kasvua. Yleisesti keltasinapin jyrättä maahan vähensi rikkakasvien kasvua 15 %:lla.

## 2.7 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto

Hyvällä viljelykierrolla pystytään vaikuttamaan maalevinneisiin kasvitauteihin, tuhoeläinten esiintymiseen ja rikkakasvilajiston yksipuolistumiseen. Viljat sopivat herneen viljelyn esikasveiksi ja välivuosia herneen viljelyvuosien välissä olisi hyvä olla viisi tai kuusi vuotta. Herne vaatii hyvärakenteisen hieta- ja liejusavimaan. Viljelymaan pH:n pitäisi olla 5,9–6,7.

Herneen kylvösyvydeksi suositellaan 6–8 cm. Kylvötiheyden suositellaan olevan herneen viljelyssä noin 100–120 siementä/m<sup>2</sup>. Lannoitus hernekasvustolle on hyvin samanlainen kuin viljoille. Kasvukauden aikana tehdään kemiallista tai mekaanista rikkakasvintorjuntaa. Kasvukauden lopulla herneen tuleentumista seurataan tenderometrilukemalla. Herneen rakenne ja maku ovat parhaimmillaan 110 tenderometrilukemassa.

Yleisin rikkakasvien torjuntamenetelmä herneen viljelyssä on kemiallinen torjunta, koska herneelle ei ole kovinkaan montaa tapaa torjua rikkakasveja mekaanisesti. Mekaanisia rikkakasvintorjuntakeinoja on mm. haraus ja rikkaäestys. Rikkaäestyksellä yritetään joko kitkeä rikkakasvit maasta tai peittää rikkakasvit maalla, joka estää rikkakasvin kasvua tai

hidastaa sitä. Rikkaäestyksellä yritetään antaa viljelykasville mahdollisuus ns. ohittaa rikkakasvin kasvu, jolloin rikkakasvi jää viljelykasvin varjoon.

Herneen rikkakasveista pahimmat ovat peltovalvatti, pelto-ohdake, peltosaunio ja jauhosavikka. Näiden rikkakasvien kasvustojen kukinnot jäävät helposti hennettä puitaessa säiliöön, jolloin ne heikentävät herneen sadon laatua tai jopa estävät herneen puimisen. Seosviljely on vielä myös hyvä tapa vähentää rikkakasvien kilpailua itse viljelykasvin kanssa. Seosviljely vähentää heikosti varjostavien hernekasvustolajikkeiden rikkaruohottumista. Mahdollisia seoskasvustoja herneen kanssa olisi kitupellava, puna-apila ja kääpiökaura. Herneelle on testattu myös muita rikkakasvintorjuntakeinoja kuten erilaisten katteiden käyttöä, kumina- ja tilliöljyn käyttöä herneen riviväleissä ja liekitystä.

### **3. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET**

Tutkielmassa on kaksi päätavoitetta. Ensimmäinen tavoite on tutkia rikkaäestyksen vaikutusta hernekasvuston rikkakasveihin. Toinen tavoite on selvittää, vaikuttaako rikkaäestys herneiden lukumäärään ja kuivapainoon kasvustossa. Tutkimuksessa selvitetään, miten eri rikkakasvintorjuntamenetelmät vaikuttavat rikkakasvien ja herneiden lukumääriin kasvustossa, rikkakasvien ja herneen kuivapainoihin sekä herneen sadon määrään ja laatuun.

## **4. AINEISTO JA MENETELMÄT**

### **4.1 Koelohko kuvaus ja taustatiedot**

Vuonna 2017 tehdyssä tutkimuksessa tehtiin kokeita kolmen viljelijän pelloilla. Koejärjestelyjen pellot sijaitsivat Eurassa ja Säkylässä. Eura ja Säkylä kuuluvat Satakunnan maakuntaan. Lohko 1 sijaitsi Kiukaisten Laukolassa (61°11'17,7"N 22°03'55,1"E) ja lohko 2 sijaitsi Kiukaisten keskustassa (61°12'16,1"N 22°04'42,9"E). Lohko 3 sijaitsi Säkylässä Karhusuolla (61°05'19,6"N 22°16'00,8"E). Kiukaisissa sijainneet koepellot olivat noin kahden kilometrin päässä toisistaan. Lohko 3 sijaitsi noin 20 kilometrin päässä Kiukaisten koelohkoista.

Taulukkoon 1 on koottu viljelijöiden antamat lohkojen viljavuustiedot. Kaikkien viljelijöiden tulokset ovat tutkittu Eurofins Viljavuuspalvelussa. Koepeltojen viljavuustiedot on arvioitu käyttämällä Viljavuuspalvelun ”Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä”-opasta (Viljavuuspalvelu 2008). Kaikki koepelto olivat multavia. Johtoluku oli korkein lohko 2:ssa, mikä tarkoittaa vesiliukoisten suolojen pitoisuutta. Kaikkien koepeltojen pH-taso oli vähintään hyvä.

Taulukko 1. Koepeltojen ruokamultakerroksen viljavuustietoja (Muokattu viljelijöiden viljavuustiedoista ja Viljavuuspalvelu 2008).

Koepelto	Maalaji	Maalajiryhmä	Multavuus	Johtoluku (Laatu)	Happamuus (pH <sub>vesi</sub> )
Lohko 1	KHt, He & HeS	K-kivennäismaa	Multava	1,2	Hyvä
Lohko 2	HHt & He	K-kivennäismaa	Multava	1,6	Korkea
Lohko 3	HeS	Savimaat	Multava	-	Hyvä

HHt=Hieno hieta, He=Hiue, HeS=Hiuesavi, KHt= karkea hieta, HeS=hiuesavi  
K-kivennäismaa= karkeat kivennäismaat

Lohko 1 oli karkeaa hietaa, huetta ja hiuesavea ja kuului karkeisiin kivennäismaihin. Lohko 2:n maalaji oli hienoa hietaa ja huetta ja kuului karkeisiin kivennäismaihin. Lohko 3 oli hiuesavea, joka oli maalajiryhmältään savimaata. Taulukkoon 2 on kirjattu perusviljavuustutkimuksen ravinteet lohkoittain sekä niiden tulkinnat, jotka ovat Viljavuuspalvelun oppaan mukaiset (Viljavuuspalvelu 2008). Lohkoilla fosfori (P) oli vähintään hyvä. Lohkoilla olivat kalium (K), kalsium (Ca) ja magnesium (Mg) korkeintaan hyvä. Lohkoilla natrium (Na) oli huononlainen, mikä on maan rakenteen kannalta hyvä asia (Viljavuuspalvelu 2008). Viljavuuspalvelu määrittää ravinteet akkreditoidulla menetelmällä (liite 2).

Taulukko 2. Koepeltojen ruokamultakerroksen ravinteiden viljavuustietoja (Muokattu viljelijöiden viljavuustiedoista ja Viljavuuspalvelu 2008).

Koepelto	Fosfori (P)	Kalium (K)	Natrium (Na)	Kalsium (Ca)	Magnesium (Mg)
Lohko 1	Hyvä	Välttävä	Huononlainen	Tyydyttävä	Tyydyttävä
Lohko 2	Hyvä	Tyydyttävä	Huononlainen	Hyvä	Tyydyttävä
Lohko 3	Korkea	Välttävä	Huononlainen	Tyydyttävä	Huononlainen

Lohkojen esikasvit vuosilta 2011–2016 on esitetty taulukossa 3. Koepelloilla on ollut pääasiassa sokerijuurikasta (*Beta vulgaris var. Saccarifera*). Muutaman kerran esikasvina on ollut kauraa, ruista, vehnää, ohraa ja lanttu (*Brassica napus ssp. Rapifera*).

Taulukko 3. Koepeltojen esikasvit vuosilta 2011–2016 (Tiedot saatu viljelijöiltä).

Koepelto	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Lohko 1	Ruis	S-juurikas	S-juurikas	Ohra	Syysvehnä	Kaura
Lohko 2	Pakasteherne	Ruis	S-juurikas	S-juurikas	Vehnä	Kaura
Lohko 3	Lanttu	S-juurikas	S-juurikas	S-juurikas	Lanttu	S-juurias

S-juurikas=sokerijuurikas

#### 4.2 Kokeiden perustaminen ja koetekijät

Tutkimuksessa aineisto kerättiin herneen sekä rikkakasvien maanpäällisestä kasvustosta. Koeruuduilta laskettiin herneen versot ja rikkakasvit lajeittain. Kasvustot punnittiin keräämisen ja kuivauksen jälkeen. Koaloja oli kemiallisesti käsitelty, kerran ja kaksi kertaa rikkaäestetyt koalat, kalkkitypellä käsitelty ja käsittelemätön, jolle ei tehty mitään. Jatkossa kerran rikkaäestettyä koalaa kutsutaan 1 äestetty -koelaksi, kaksi kertaa rikkaäestettyä koalaa kutsutaan 2 äestetty -koelaksi. Käsittelemätöntä koalaa kutsutaan nolla -koelaksi. Vain lohko 3:lla testattiin kalkkitypeä ja kerran rikkaäestystä. Kalkkityypinä käytettiin Perlka (markkinointinimi Perlka®, liite 3) nimistä ravinnetta 200 kg/ha (AlzChem 2018). Kokeessa haluttiin testata kalkkitypen vaikutusta rikkakasveihin, koska siitä oli vähän tutkimus tietoa saatavilla. Testaukseen uskallettiin ottaa vain yksi koala yhdelle koepellolle. Taulukossa 4 on esitetty lohkoilla olevat koalat ja koeruutujen määrät näytteenottokerroittain.

Taulukko 4. Koepeltojen koalat ja näytteiden määrä näytteenottokerroittain kasvukaudella 2017.

Koepelto	Kemiallinen	1 Äestetty	2 Äestetty	Kalkkityppi	Nolla
Lohko 1	6	0	6	0	3
Lohko 2	3	0	3	0	0
Lohko 3	3	3	3	3	3

Kuvassa 2 oikeanpuoleinen kuva havainnollistaa näytteidenottoa suurpiirteisesti. Koala on jaettu jokaisella näytteenottokerralla silmämääräisesti kolmeen osaan. Jokaisesta kolmanneksesta otettiin satunnaisesti neljä 0,25 m<sup>2</sup> kokoista osanäytettä (kuvan 2 mustat ruudut), jotka muodostivat 1,0 m<sup>2</sup> kokoisen koeruudun. Yksi koeruutu on yksi näyte (4 mustaa ruutua yhdessä kolmanneksessa kuvassa 2). Yhdestä koelasta otettiin kolme näytettä (koala jaettu kolmeen osaan kuvan 2 mustat viivat). Osanäytteet otettiin

jokaisella näytteenottokerralla eri kohdasta ja näytteenottokertoja oli viisi kasvukauden aikana.

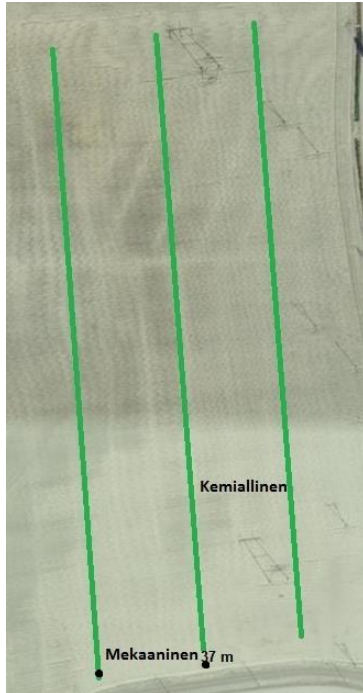
Lohko 1:llä muodostettiin kaksi 2 äestettyä ja kaksi kemiallista koealaa ja kaksi pientä nolla -koealaa. Kuvan 2 vasemmanpuoleisessa kuvassa näkyy koealojen sijainnit pellossa. Koealojen leveys sekä 2 äestetyillä että kemiallisilla koealoilla oli 36 m. Koealojen pituudet vaihtelivat päisteiden välissä 150–225 m. Kuvan 2 vasemmanpuoleisin 2 äestetty -koealan (kuvassa ns. alin mekaaninen 36 m) sivujen pituudet olivat 150–170 ja sen pinta-ala oli noin 0,57 ha. Toisen 2 äestetty -koealan sivujen pituudet olivat 160–200 m ja sen koealan pinta-ala oli noin 0,65 ha. Vasemmanpuoleisin kemiallisen koealan (kuvan 2 mekaanisten koealojen välissä oleva kemiallinen -koeala) sivujen pituudet olivat 150–160 m ja sen pinta-ala oli noin 0,56 ha. Oikeanpuoleisin kemiallinen -koealan sivujen pituudet olivat 200–225 m ja sen pinta-ala oli noin 0,76 ha. Nolla -koealat jaettiin koealojen reunoille (kuva 2) ja niiden pinta-ala oli noin 120 m<sup>2</sup>. Päisteiltä ei kerätty näytteitä ja päisteet olivat 24 m levyisiä.



Kuva 2. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on lohko 1:n koealojen sijainnit pellossa. Mekaaninen tarkoittaa 2 äestetty -koealaa. Koealojen leveys oli 36 m. Vihreät viivat rajaavat koealoja toisistaan. Mustat pisteet kuvassa esittävät tolppia, joilla rajattiin koeala pintia varten. Oikeanpuoleinen kuva esittää näytteiden jakautumista koealoille. Neliöt kuvaavat 0,25 m<sup>2</sup> osanäytteitä ja musta viiva rajaa yhden näytteen osanäytteet koeruuduksi. Jokaisella viidellä näytteenottokerralla osanäytteet otettiin eri kohdista, jolloin oikeanpuoleinen kuva havainnollistaa vain mahdollisia näytteenottoaikoja. (Kuvat muokattu Google Maps satelliitti kuvasta)

Lohko 2:lle perustettiin nolla -koeala, mutta se ruiskutettiin vahingossa rikkakasvintorjunta-aineella. Lohko 2:lle rajattiin vain 2 äestetty -koeala (kuva 3). Kemiallinen -koeala rajattiin vain silmämääräisesti 2 äestetty -koealan oikealle puolelle

(kuva 3). Lohko 2:sta otettiin samalla mallilla näytteitä kuin lohko 1:stä. Koeala jaettiin silmämääräisesti kolmeen osaan ja jokaisesta kolmanneksesta kerättiin neljä osanäytettä ( $0,25 \text{ m}^2$ ). Neljästä osanäytteestä tuli yksi näyte ( $1 \text{ m}^2$ ) ja niitä kerättiin kolme per koeala. 2 äestetty -koealan leveys oli 37 m ja pituus noin 285 m. 2 äestetty -koealan pinta-ala oli noin 1,05 ha. Näytteitä ei kerätty päisteistä ja päisteiden leveys oli 18 m.



Kuva 3. Lohko 2:n koealojen sijainnit pellolla. Mekaaninen tarkoittaa 2 äestetty -koealaa ja koealan leveys on 37 m ja pituus 285 m. Vihreät viivat kuvastavat alueita, joista kerättiin näytteet. Mustat pisteet kuvassa esittävät tolppia, joilla rajattiin koeala puintia varten. Näytteet kerättiin samalla mallilla kuin oikeanpuoleisessa kuvassa 2. (Muokattu Google Maps satelliitti kuvasta).

Lohko 3:lle perustettiin 1 äestetty ja 2 äestetty -koealat, kalkkityppi, kemiallinen ja nolla -koealat (kuva 4). 1 äestetty -koealan leveys oli 19 m, 2 äestetty -koealan 15 m ja kalkkityppi -koealan 12m. Koealojen pituus oli noin 410 m. 1 äestetty -koeala oli pinta-alaltaan noin 0,79 ha ja kalkkityppi -koeala oli noin 0,49 ha. 2 äestetty -koealan piti olla noin 0,62 ha kokoinen ala, mutta tutkimuskelpoinen koealue oli lopulta vain noin 0,31 ha. Syy pienempään pinta-alaan oli se, että rikkaäestäjä oli kääntynyt puoleensa välissä koealaa takaisin. Musta viiva kuvassa 4 osoittaa, mihin kohtaan koealaa 2 äestetty -koeala loppuu. Nolla -koealan leveys oli 19 m ja pituus 50 m. Nolla -koealan pinta-ala oli noin  $950 \text{ m}^2$ . Nolla -koeala oli koepellon alkupäässä (kuva 4 alareuna), jotta se muistettiin olla ruiskuttamatta. Päisteiden leveys oli 19 m ja 2 äestetty -koeala alkoi 19 m päässä koepellon vasemmasta reunasta. Nolla -koealasta koepellon oikeaan reunaan oli matkaa 51 m.

Satotuloksissa 1 ja 2 äestetty -koealat puitiin samaksi satotulokseksi. Tämä johtui siitä, että 2 äestetty -koeala oli lopulta liian pieni erillistä puintia varten. Kemiällisen koealan näytteet kerättiin kuvan 4 osoittamasta kohdasta, mutta Apetitin satotulokset laskettiin koko lohkon ympäröimästä koealasta, joka oltiin käsitelty kemiallisesti. Tämä siksi, koska kemiallista koealaa ei oltu erikseen rajattu koepeltoon puintia varten kuten 2 äestetty, 1 äestetty -koealat ja kalkkityppi -koeala.



Kuva 4. Lohko 3:n koealat. Mustat pisteet kuvassa esittävät tolppia, joilla rajattiin koealat puintia varten. Musta viiva rajaa 2 äestetty -koealaa. Näytteet kerätty samalla mallilla kuin kuvassa 2. (Muokattu Google Maps satelliitti kuvasta.)

Näytteenoton yhteydessä itäneet herneenversot laskettiin ja herneen kasvustot leikattiin saksilla irti maasta. Rikkakasvit tunnistettiin lajeittain ja niiden lukumäärät kirjattiin ylös. Rikkakasvit leikattiin myös irti maasta. Herneet ja rikkakasvit otettiin aina samasta osanäytteestä ( $0,25 \text{ m}^2$ ). Osanäytteiden herneiden massat ja lukumäärät yhdistettiin yhdeksi näytteeksi neljästä osanäytteestä (kuva 2).

Rikkakasvit piti nyppiä maasta ensimmäisellä näytteenottokerralla, koska rikkakasvit olivat pieniä. Toisesta näytteenottokerrasta lähtien rikkakasvit pystyttiin leikkaamaan, jolloin juuret jäivät peltoon. Tunnistuksessa käytettiin Uusi rikkakasviopasta (Erkamo 2015). Taulukkoon 5 on kirjattu näytteenottopäivät ja sulkeissa on, kuinka monta päivää on kulunut kylvöstä. Tuloksien kuvaajissa on käytetty näytteenottokerran numeroa, koska näytteitä ei pystytty ottamaan samana päivänä jokaiselta lohkolta.

Taulukko 5. Näytteidenottopäivät ja sulkeissa päivät kylvöstä.

Koepelto	Kylvöpäivä	1. Näyte	2. Näyte	3. Näyte	4. Näyte	5. Näyte
Lohko 1	30.5. (0)	15.6. (17)	30.6. (32)	05.7. (37)	26.7. (58)	14.8. (77)
Lohko 2	28.5. (0)	16.6. (20)	25.6. (31)	05.7. (39)	25.7. (59)	11.8. (76)
Lohko 3	26.5. (0)	16.6. (22)	27.6. (33)	07.7. (43)	24.7. (60)	09.8. (76)

Herneet ja rikkakasvit kerättiin eri pusseihin, jotka punnittiin, jolloin saatiin kasvuston tuorepaino. Herneen versot ja rikkakasvit kuivattiin Yrttipajan Orakas kuivurilla, joista saatiin kuivapaino kasvustoille (kuva 5 vasenpuoli). Kuivuri lämmitti alarituloita noin 50 °C:lla, keskellä noin 48 °C:lla ja yläosassa kuivuria lämpötila oli noin 41 °C. Ritilöiden paikkaa vaihdettiin puolesta välissä kuivausta. Ensimmäiset näytteet olivat 5 tuntia kuivauksessa. Toiset näytteet olivat noin 8 h kuivauksessa. Kolmannet näytteet piti jakaa kahteen kuivauserään ja kuivausaika oli noin 11 tuntia molemmilla erillä. Neljännet ja viidennet näytteet vietiin Luonnonvarakeskukseen (Luke) Jokioisiin kuivumaan suuren massamäärän takia. Lukella herneiden ja rikkakasvien kuivaamiseen käytettiin lämminilmakuivuria (kuva 5 oikeanpuoleinen). Kuivausaika oli noin 3 päivää ja kuivurin lämpötila oli noin 45 °C.



Kuva 5. Vasemmanpuoleinen kuva on Yrttipajan kuivurista, jossa on ensimmäisiä näytteitä kuivumassa. Oikeanpuoleinen kuva on viimeisten näytteiden kuivaamisesta Luken lämminilmakuivurilla. (Kuvat: Jenni Lukkaroinen)

Punnituksessa käytettiin KERN EMB vaakaa (EMB 5.2 K1, KERN, Saksa), joka käytiin virittämässä Euran SAR-Machine Oy:ssä. Vaa'an tarkkuus oli 1 g ja maksimi punnitus oli 5 200 g. Kuivauksessa käytettiin Yrttipajan teollisuuskäyttöön tehtyä hyötykasvikuivuria, jonka teho on 6,5 kW (Iso Orakas, n:o 5600, Marlemi Ky, Suomi). Neljännet ja viidennet näytteet kuivattiin Luken tuloilmakoje kuivurissa (Tuloilmakoje F2-3K, malli: 50-V-A, vuosimalli 1978, Kojie Oy, Suomi)

### 4.3 Koelohkojen viljely

Taulukossa 6 on listattu koepeltojen perusmuokkausten ajankohdat ennen kylvöjä. Kaikille koepelloille tehtiin erilaiset muokkaukset syksyllä 2016 ja keväällä 2017. Oleellisinta oli äestysten ja kylvöjen päivämäärät, koska myöhäisemmällä kylvöllä torjutaan rikkakasveja jo alkuvaiheessa. Perusmuokkausten tuomaa vaihtelua ei oteta huomioon mittauksissa.

Taulukko 6. Koepeltojen perusmuokkaukset syksystä 2016 kevääseen 2017 (Tiedot saatu viljelijöiltä).

Koepelto	Syksy 2016	Kevät 2017	Kevät 2017	Kevät 2017
Lohko 1	Syyskyntö	Tasausäestys 22.5.	Joustopiikkiäestys 30.5.	Jyrsinkylvö 30.5.
Lohko 2	Ei muokkausta	-	Tasaus + äestys 11.5.	Kylvö 28.5.
Lohko 3	Ei muokkausta	Kyntö	Tasausäestys 25.5.	Kylvö 26.5.

Lohkoilla käytettiin viljelijöiden omia työkoneita ja jokaisella viljelijällä oli omat viljelysuunnitelmat ja aikataulut, jotka he saivat Apetitin Vastuuviljely-ohjelmasta. Viljelijät saivat hernelajikkeensa Apetitilta, jolloin jokaisella viljelijällä oli omat hernelajikkeensa (taulukko 7). Koepellot lannoitettiin lohkojen viljavuustietojen perusteella. Lohko 3:lla fosforipitoisuus on niin korkea, ettei sitä fosforilannoitettu lainkaan. Ainoastaan lohko 3 sai lisälannoituksena kaliumlannoitetta (Yara kaliumsuola). Tuloksissa ei huomioida eri lajikkeiden tuomia vaihteluita, lannoitteita tai niiden määriä.

Taulukko 7. Koepeltojen hernelajike, kylvö- ja lannoitemäärät koevuonna 2017 (Tiedot saatu viljelijöiltä).

Koepelto	Lajike	Kylvömäärä	Lannoitus	Erikoislannoite
Lohko 1	Donana	167 kg/ha	YaraMila® HeVi1 315 kg/ha	
Lohko 2	Serge	210 kg/ha	YaraMila® HeVi2 250 kg/ha g	
Lohko 3	Ruthless	152 kg/ha	Yara Hevi NK1 300 kg/ha Yara Kaliumsuola 130 kg/ha	Perlka® 200 kg/ha

Hevi1 NPKS (8-5-19-12), Hevi2 NPK (11-2-23), Hevi NK1 (11-0-24)  
Kaliumsuola NPK (0-0-50), Perlka® (kalkkityppi N 19,8 %)

Lohko 1:lla käytettiin 3 m työlevyistä jyrsinkylvökonetta. Lohko 2:lla herneen kylvössä käytettiin Horsch pneumaattista kylvölannoitinta (kuva 6). Koneen työleveys oli 3 m ja vantaiden riviväli oli 12,5 cm. Lohko 3:lla käytettiin 3 m työlevyistä kylvölannoitinta. Lohko 1:llä kylvön jälkeen pelto vielä jyrättiin.



Kuva 6. Herneen kylvössä käytetty pneumaattinen kylvölannoitin (Horsch, jonka työleveys oli 3 m ja riviväli 12,5 cm). (Kuva: Maria Pero, kuvan käyttämiseen on saatu kuvaajan lupa.)

Perlka® kalkkityppi levitettiin pintalevittimellä lohko 3:n koealalle 200 kg/ha (kuva 7). Työleveydeksi säädettiin 12 m, joka oli kalkkityppi -koealan haluttu leveys. Perlka® raetta ei äestetty koealalle vaan jätettiin vaikuttamaan pellon pintaan.



Kuva 7. Kalkkityypen (Perlka®) levitykseen käytetty pintalevitin (Bogballe ja työleveys 12–18 m). (Kuva: Maria Pero, kuvan käyttämiseen on saatu kuvaajan lupa.)

Koepeltojen ensimmäinen rikkaäestykset tehtiin kesäkuun puolessa välissä ja toinen rikkaäestys kesäkuun lopussa (taulukko 8). Käytetty rikkaäes oli 7,5 metriä leveä (kuva 8). Piikkien kulmaa pystyi säätämään. Piikkien riviväli oli 8 cm ja piikkejä oli 5 lohkossa,

jolloin rikkaäes myötäili pellon pinnan muotoja paremmin. Rikkaäestys tehtiin keskimäärin ajonopeudella 8–9 km/h. Rikkaäes muokkasi maan pintaa noin 3 cm syvyydeltä.



Kuva 8. Koelohkoilla käytetty rikkaäes (Expom Cat2 ja työleveys 7,5 m, riviväli noin 8 cm, 5 lohossa piikkejä, piikin koko  $\varnothing$  7 mm ja piikin kulmaa pystytään muuttamaan). (Kuva: Jenni Lukkaroinen)

Kaikille koelohkoille tehtiin rikkakasvintorjunta kerran kesäkuun puolessa välissä. Tuhoeläintorjunta tehtiin kerran lohko 1:lle ja 2:lle, mutta lohko 3:lle tuhoeläintorjunta ruiskutettiin kahdesti. Lohko 1:lle ja 2:lle ruiskutettiin samalla kerralla hernekääriäiset ja hernekirvat (*Acyrtosiphon pisum*). Lohko 3:lle ensimmäisellä kerralla ruiskutettiin hernekääriäiset ja toisella kerralla hernekirvat. Koepeltojen rikkaäestyksien ja kasvinsuojelutoimenpiteiden päivämäärät ovat taulukossa 8. Lohko 3:lle Perlka® levitettiin kalkkityppi -koealalle 19.6. ja 1 äestetty -koeala rikkaäestettiin myös 19.6.

Taulukko 8. Koepeltojen rikkaäestysten ja kasvinsuojelutoimenpiteiden päivämäärät vuonna 2017 (Tiedot saatu viljelijöiltä).

Koepelto	Rikkaäestys		Kasvinsuojelu	
	Rikkaäestys 1.	Rikkaäestys 2	Rikkakasvin-torjunta	Tuholaisten torjunta
Lohko 1	16.6.	27.6.	21.6.	26.7.Herneääriäinen ja -kirva
Lohko 2	16.6.	27.6.	19.6.	26.7.Herneääriäinen ja -kirva
Lohko 3	19.6.	30.6.	19.6.	26.7.Herneääriäinen 2.8 Hernekirva

Taulukkoon 9 on koottu koelohkoilla käytetyt kasvinsuojeluaineet ja niiden käyttömäärät. Koepelloilla käytettiin hyvin samantyyppisiä kasvinsuojeluaineita eikä niiden tuomaa vaihtelua huomioitu kokeessa. Rikkakasvintorjunnassa käytettiin jokaisella koepellolla torjunta-ainetta nimeltä Fenix, jolla on tarha- ja peltoherneelle 70 vuorokauden varoaika (Bayer Crop Science 2018). Torjunta-aineella Basagran SG:llä ei ole varoaikaa herneelle ja sen vaikutukset rikkakasveissa alkaa näkyä noin viikon kuluttua (BASF 2015). Torjunta-aine Metroa käytetään tankkiseoksessa yleensä Fenixin kanssa eikä Metrolla ole varoaikaa (Metro 2014). Basagran M 75 käytettiin lohko 2:lla Fenixin kanssa seosliuksena (BASF 2006). Kaikki koelohkot käsiteltiin Karate Zeon-valmisteella, joka on tuhoeläinten torjunta-aine ja sillä on herneelle 3 vuorokauden varoaika (Karate Zeon-tekniikka 2006).

Taulukko 9. Koepeltojen torjuntatoimenpiteet, valmisteet ja käyttömäärät (Tiedot saatu viljelijöiltä).

Torjuntatoimenpide	Lohko 1	Lohko 2	Lohko 3
Valmiste			
Rikkakasvintorjunta	21.6.	19.6.	19.6.
Basagran SG	0,5 kg/ha		0,55 l/ha
Fenix	0,5 l/ha	0,8 l/ha	1,0 l/ha
Metro	50 g/ha		
Basagran M 75		0,55 l/ha	
Vesi	185 l/ha	200 l/ha	200 l/ha
Tuhoeläintorjunta	26.7.	26.7.	26.7.&2.8.
Karate Zeon	0,094 l/ha	0,094 l/ha	0,1 l/ha
Vesi	160 l/ha	160 l/ha	200 l/ha

Lohko 1:llä käytettiin 12 m kasvinsuojeluruiskua ja lohko 3:lla käytettiin 19 m kasvinsuojeluruiskua. Lohko 2:lla käytettiin kuvan 9 kasvinsuojeluruiskua, jota käytettiin

rikkakasvien ja hernekääriäisten ja -kirvojen torjuntaan. Tämän kasvinsuojeluruiskun valmistaja oli Amazon ja malli UG 2200 Special. Ruiskun työleveys oli 18 m.



Kuva 9. Kasvinsuojeluruisku (Amazone UG 2200 Special, työleveys 18m), jolla ruiskutettiin lohko 2:n rikkakasvintorjunta-aineet ja tuhoeläintorjunta-aineet. (Kuva: Maria Pero, kuvan käyttämiseen on saatu kuvaajan lupa.)

Satonäytteitä otettiin sekä käsin että Apetitin puimana. Käsin kerätyt näytteet otettiin ennen Apetitin puimia näytteitä (taulukko 10). Käsin kerätyissä näytteissä lohko 1:stä ja 2:sta otettiin kaikista käsittelyistä satonäytteet, mutta lohko 3:n näytteenottopäivänä unohtui ottaa satonäytteet kalkkitypen ja kemiallisen koealan käsittelyistä. Käsin kerätyt näytteet olivat 2 m<sup>2</sup> kokoisia aloja. Käsin kerätyt satonäytteet ”puitiin” koetilan Räpin kiinteällä hernepuimurilla. Käsin kerättyjen satonäytteiden tenderometrilukemat saatiin Apetitin tenderometri laitteesta.

Taulukko 10. Puintipäivien päivämäärät ja sulkeissa päivät kylvöstä.

Koepelto	Käsin puitu	Apetitin puima
Lohko 1	16.8. (78)	21.8. (83)
Lohko 2	15.8. (79)	18.8. (81)
Lohko 3	11.8. (77)	12.8. (78)

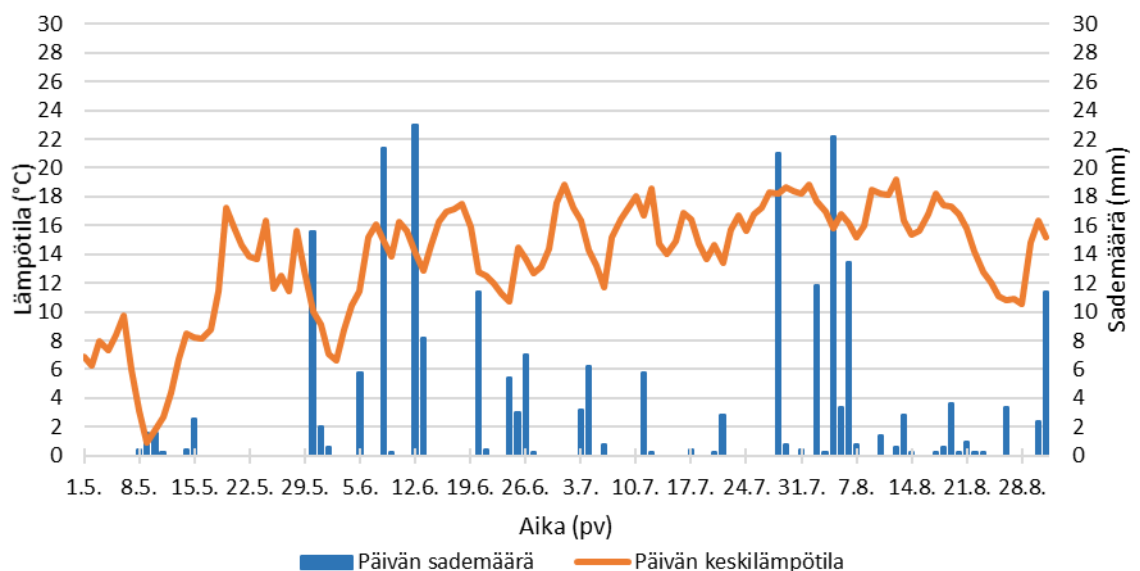
Sadot puitiin Apetitin hernepuimureilla ja sadot kuljetettiin Säkylän tehtaalle. Puinnin aikana oli käytössä kolme hernepuimuria, muutama traktori ja kuorma-auto kuljetusta varten. Kuvassa 10 on Apetitin hernepuimurit.



Kuva 10. Apetin kolme hernenpuimuria. (Kuva: Maria Pero, kuvan käyttämiseen on saatu kuvaajan lupa.)

#### 4.4 Sääolot kasvukauden 2017 aikana

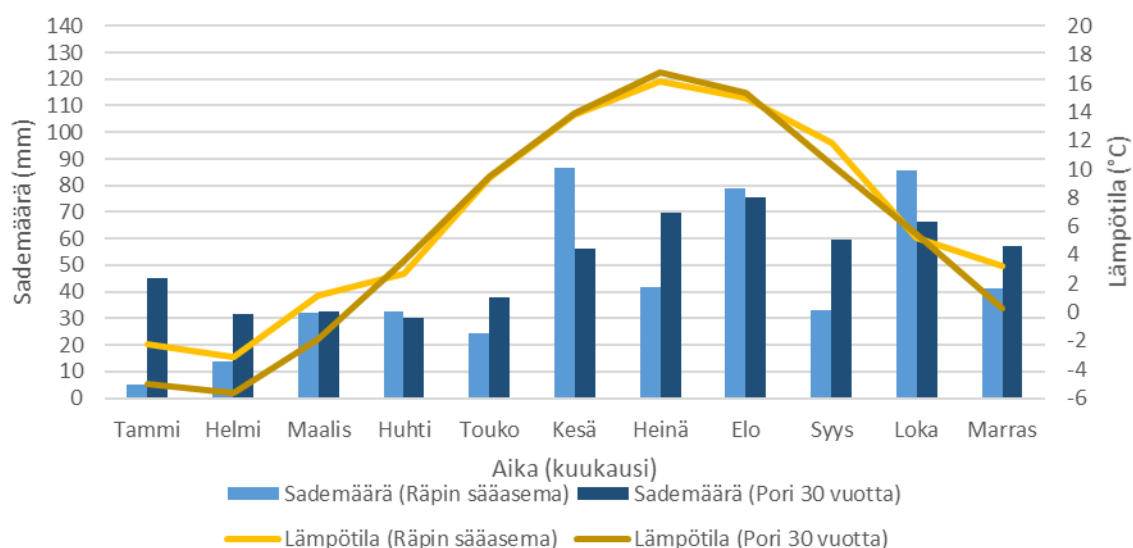
Räpin sääasema (61°06'00,0"N 22°18'00,0"E) oli kaikkia lohkoja lähinnä oleva virallinen sääasema. Räpin sääasema oli alle 5 km päässä lohko 3:sta ja matkaa lohko 1:lle ja 2:lle oli noin 25 km. Kylvöpäivien jälkeen (26.–30.5.) sadetta tuli melko tasaisesti koko kasvukaudella (kuva 11). Kylvöpäivien jälkeen päivän keskilämpötila laski hetkellisesti 6–8 °C:een. Muuten päivän keskilämpötilassa pysyi noin 10–19 C:ssa puintipäiviin asti (12.–21.8.).



Kuva 11. Räpin sääaseman (61°06'00,0"N 22°18'00,0"E) säädata ajalta 1.5. –31.8.2017. Näytteenottopäivät taulukossa 5 ja puintipäivät taulukossa 10. (Kuvan tiedot saatu ja muokattu Räpin tilanhoitajalta)

Kuvasta 12 nähdään, miten kesän sää poikkesi 30 vuoden keskiarvosta. Vuonna 2017 huhtikuun sää oli suuressa osassa maata 1–2 celsiusastetta pitkän ajan keskiarvoa

kylmempi ja sateisempi (Ilmastokatsaus 2017a). Toukokuu jatkui keskimääräisesti viileämpänä (1–3 celsiusastetta), mutta sateiden suhteen toukokuu oli kuivempi verrattuna pitkän ajanjakson keskiarvoon (Ilmastokatsaus 2017b). Kesäkuu oli maan länsiosassa noin 0,5-1,5 celsiusastetta koleampi ja kesäkuun sateet jakautuivat epätasaisesti koko maassa. Kesäkuun sademäärä oli paikoitellen kaksinkertainen verrattuna tavanomaiseen sademäärään, kun taas toisaalla sademäärä jäi puoleen tavanomaisesta (Ilmastokatsaus 2017c). Heinäkuussa jatkui harvinaisen kolea sää, jolloin lämpötila poikkesi keskilämpötilasta 1-2 celsiusastetta. Heinäkuussa sateet jakautuivat kesäkuun tapaan epätasaisesti, mutta maan lounais- ja länsiosassa oli paikoin harvinaisen kuivaa (Ilmastokatsaus 2017d). Elokuussa lämpötila oli melko tavanomainen, mutta suuressa osassa maata satoi tavanomaista enemmän (Ilmastokatsaus 2017e). Kuvassa 12 on Räpin sääaseman kuukausikohtaiset tilastot ja Ilmatieteen laitoksen Porin sääaseman 30 vuoden säädata kuukausi kohtaisesti (Ilmatieteen laitos 2018).



Kuva 12. Räpin sääaseman kuukausikohtaiset sademäärät (mm) (vaalean sininen) ja keskilämpötilat (°C) (vaalean keltainen) vuonna 2017. Ilmatieteen laitoksen Porin sääaseman kuukausikohtaiset sademäärät (mm) (tumman sininen) ja keskilämpötilat (°C) (tumman keltainen) vuosina 1981–2010. (Kuvan tiedot saatu ja muokattu Räpin tilanhoitajalta ja Ilmatieteen laitos 2018)

#### 4.5 Kasvustohavainnot näytteenottopäivinä

Näytteitä otettiin viisi kertaa koealoilta. Ensimmäiset näytteet otettiin lohko 1:lta 17 päivää kylvöstä, lohko 2:lta 20 päivää kylvöstä ja lohko 3:lta 22 päivää kylvöstä, jolloin pellot oltiin vain kylvetty ja lannoitettu. Herne oli tuolloin noin muutaman sentin mittaista. Lohko 1:n ja 2:n (kuva 13 vasemmanpuoleinen ja keskimäinen) herneen

versot olivat samassa kasvuvaiheessa (1-2 lehtiparivaiheessa) ja rikkakasvit olivat yhtä pieniä lohko 1:ssä ja 2:ssa (kuvat 14 vasemmanpuoleinen ja keskimmäinen). Lohko 3:n herneen versot (kuva 13 oikeanpuolinen) ja rikkakasvit (kuva 14 oikeanpuolinen) olivat selvästi isompia kuin kahdella muulla lohko. Lohko 3:n herneen versot olivat 3 lehtiparivaiheessa ja kärhet olivat jo selvästi muodostuneet. Rikkakasvit olivat vielä sirkkalehtivaiheessa (kuva 14 vasemmanpuoleinen ja keskimmäinen) lohko 1:llä ja 2:lla. Lohko 3:n rikkakasvit olivat jo taimivaiheessa (kuva 14 oikeanpuoleinen).



Kuva 13. Herneiden versot ensimmäisessä näytteenotossa seuraavassa järjestyksessä vasemmalta oikealle: lohko 1, lohko 2 ja lohko 3. Päivämäärät on esitetty taulukossa 5. Kuvien herneet ovat 2 äestetty -koealoilta. (Kuvat: Jenni Lukkaroinen)



Kuva 14. Lohko 1:n yleisin rikkakasvi jauhosavikka (vasemmanpuoleinen) ja lohko 2:n yleisin rikkakasvi punapeippi (keskimmäinen) (liite 4, kuvat 1–5). Lohko 3:lla jauhosavikka oli yleisin rikkakasvi (liite 4, kuvat 6–10). Lohko 3:lla oli selvästi kehittyneempiä rikkakasveja muihin lohkoihin verrattuna. Kuva otettu ensimmäisen näytteenoton yhteydessä (taulukko 5). Kuvien rikkakasvit ovat 2 äestetty -koealoilta. (Kuvat: Jenni Lukkaroinen)

Toiset näytteet otettiin noin puolentoista viikon päästä ensimmäisestä rikkaäestyksestä ja kemiallisesta torjunnasta (taulukko 5). Lohko 1:llä oli koealat rikkaäestetty toiseen

kertaan ennen kuin olimme ehtineet ottaa toisia näytteitä. Lohko 1:llä ja 2:lla herneet olivat noin 15–18 cm mittaisia ja lohko 3:lla herneet olivat selvästi pidempiä (noin 20 cm) toisen näytteenoton aikana (kuva 15). Rikkakasvit olivat kasvaneet edellisestä näytteenotosta. Toisella näytteenotokerralla rikkakasvit olivat äestetyillä koealoilla hieman kärsineet ensimmäisestä rikkaäestyksestä, mutta kemiallinen torjunta ei vielä näkynyt rikkakasveissa.



Kuva 15. Herneen verson pituudet toisella näytteenotokerralla (taulukko 5) kuvat vasemmalta oikealle: lohko 1 (kemiallinen -koeala), lohko 2 (kemiallinen -koeala) ja lohko 3 (1 äestetty -koeala). (Kuvat: Jenni Lukkaroinen)

Toisella näytteenotokerralla lohko 3:n kalkkityppi -koealalla herneet olivat hieman pidempiä ja väriltään tummemman vihreitä kuin äestettyjen koealojen herneet. Rikkakasvit olivat hieman vaurioituneet kalkkityppi -koealan käsittelystä. Lohko 3:n herneiden versoissa näkyi toisella näytteenotokerralla selvästi kemiallinen torjunta. Herneet olivat keltaisempia verrattuna äestettyjen koealojen herneisiin (kuva 16).



Kuva 16. Lohko 3 rikkakasvintorjunnan jälkeen. Vasemmanpuoleisessa kuvassa kemiallinen -koeala on oikealla puolella ja 2. äestetty -koeala vasemmalla. Herneen lehdet muuttuivat hieman keltaisiksi (oikeanpuoleinen kuva) ja se näkyi koko kasvustossa. (Kuvat: Jenni Lukkaroinen)

Kolmannet näytteet otettiin sen jälkeen, kun koealat oli toiseen kertaan rikkaäestetty, paitsi lohko 1:llä, jossa ensimmäinen ja toinen rikkaäestys suoritettiin ensimmäisen ja toisen näytteenottokerran välissä. Lohko 1:n herneet olivat tällöin noin 20–25 cm pitkiä ja olivat selvästi muiden lohkojen herneitä lyhyempiä (kuva 17). Lohko 2:n herneet olivat noin 24–28 cm pitkiä. Lohko 3:n herneet olivat jo yli 30 cm (kuva 17). Herneet eivät vielä kukkineet millään lohkolla. Lohko 3:n kemiallisessa koealassa ei näkynyt enää keltaista sävyä herneen lehdissä. Lohko 3:n rikkakasvikasvustot olivat noin 20 cm mittaisia eri koealoilla paitsi 2 äestetty -koealassa. 2 äestetty -koealla huomattiin, että osa jauhosavikoista ja pihatatareista olivat vaurioituneet rikkaäestyksestä. Kolmannella näytteenottokerralla näkyi selvästi, että kahden lohkon nolla -koealojen rikkakasvit olivat huomattavasti kehittyneempiä ja niiden määrä oli huomattavasti suurempi kuin muissa koealoissa. Rikkakasvintorjunta-aineet olivat ehtineet vaikuttaa ennen kolmatta näytteenottokertaa, koska kemiallinen -koeala sisälsi vähiten rikkakasveja.



Kuva 17. Herneen versojen keskimääräiset pituudet kolmannella näytteenottokerralla (taulukko 5). Lohko 1:n (vasemmalla, kemiallinen -koeala) kasvusto oli selvästi muita kasvustoja lyhyempää. Lohko 2:n (kemiallinen -koeala) hernekasvusto keskellä. Lohko 3:lla (oikealla, 1 äestetty -koeala) kasvusto oli huomattavasti pidempää kuin muilla lohkoilla. (Kuvat: Jenni Lukkaroinen)

Neljännet näytteet otettiin noin kahden viikon päästä kolmansista näytteistä (taulukko 5). Tällöin herneet jo kukkivat ja lohko 3:lla oli alkanut muodostua herneisiin palkoja. Lohko 1:n rikkakasvit 2 äestetty -koealoilla rikkakasvit eivät erottuneet yhtä selkeästi kuin lohko 3:lla. Lohko 2:lla rikkakasvit erottuivat kasvustosta, mutta niitä ei ollut montaa. Lohko 3:lla jauhosavikat olivat selvästi hernekasvustoa pidempiä. Lohko 1:llä herneet olivat keskimäärin noin 60 cm pitkiä. Lohko 2:lla herneet olivat noin 50 cm pitkiä (kuva 18). Lohko 3:lla kalkkityppi -koealalla herneet olivat kaikkein pisimpiä noin 80 cm. Muissa lohko 3:n koealoissa herneet olivat noin 70 cm pitkiä (kuva 18).

Hernekirvat olivat ilmaantuneet kasvustoihin ja jokaiselta lohkolta löytyi hernekirvoja. Eniten hernekirvoja näytti olevan lohko 3:lla. Hernekirvat ja -kääriäiset ruiskutettiin neljännen näytteenottokerran jälkeen (taulukko 8).



Kuva 18. Neljänsien näytteiden (taulukko 5) herneiden pituudet. Kuvat vasemmalta oikealle: lohko 1 (kemiallinen -koeala), lohko 2 (kemiallinen -koeala) ja lohko 3: (nolla -koeala). (Kuvat: Jenni Lukkaroinen)

Viimeiset näytteet kerättiin ennen puinteja. Neljännen ja viidennen näytteenottokerran välillä oli noin kaksi viikkoa (taulukko 5). Viidensien näytteiden herneiden pituudet on esitetty kuvassa 19. Herneiden pituudet eivät ole juurikaan muuttuneet neljänsien näytteiden jälkeen (kuva 18). Lohko 1:llä ja 2:lla hernekasvusto oli pystyssä kaikilla koealoilla. Lohko 3:lla kalkkityppi -koeala oli lakoontunein ja tyvi oli selvästi märkää ja jopa homehtunutta. Lohko 3:lla herneet olivat parhaiten pystyssä nolla -koealalla ja kemiallisella koealalla. Lohko 3:n 1 äestetty -koeala oli enemmän pystyssä verrattuna 2 äestetty -koealaan. Kalkkityppi -koealalla oli vaikea erottaa osanäytteiden sisällä olevat herneet osanäytteen ulkopuolella olevista herneistä, koska ne olivat ns. liimautuneet toisiinsa kiinni. Lohko 3:lla oli pisimmät jauhosavikat. Lohko 1:llä oli myös jauhosavikkaa (liite 4, kuvat 1 ja 2), mutta ei niin paljoa kuin lohko 3:lla (liite 4 kuvat 6-10). Lohko 2:n näkyvin ja pisin rikkakasvi oli peltosaunio, vaikka lohkolla oli kappalemääräisesti eniten pelto-orvokkia ja punapeippiä (liite 4, kuvat 4 ja 5). Jokaisella lohkolla havaittiin uusia sirkkalehtivaiheessa olevia rikkakasveja kuten jauhosavikkaa ja pelto-orvokkeja.



Kuva 19. Kasvustojen kuvat viidennellä näytteenotokerralla (taulukko 5). Kuvat vasemmalta oikealle: lohko 1 (2 äestetty -koeala), lohko 2 (kemiallinen -koeala) lohko 3 (nolla -koeala). Kuvien herneiden pituus on kasvuston keskiarvoinen pituus. (Kuvat: Jenni Lukkaroinen)

Viidennellä näytteenotokerralla nähtiin lohkoilla myös muutamia herneenversoja ja palkoja, joita hernekirvat olivat vioittaneet. Hernekirvan verson imentä voi aiheuttaa herneen palonalkujen epämuodostumista ja versojen käpertymistä (MTT 2011). Kuvassa 20 on lohko 1:ltä löydetty muutamia hernekirvan vioittamia herneiden palkoja. Hernekasvustossa ei ollut siis montaa hernekirvan vioittamaa herneen versoa.



Kuva 20. Hernekirvan vioittamia herneen palkoja. (Kuva: Jenni Lukkaroinen)

#### 4.6 Tulosten käsittelyt

Kemiallinen, 2 äestetty ja nolla -koealat yhdistettiin vertailtavaksi dataksi (sisälsi lohkot 1, 2 ja 3). Lohko 3:lle tehtiin vielä lisäksi omat vertailut kalkkityppi ja 1 äestetty -koealoille ja niitä vertailtiin lohko 3:n muihin käsittelyihin. Koelohkojen koealat olivat kerranteita. Tuloksia tarkasteltiin tilastollisesti lineaarisella sekamallilla (McCormick ym. 2017). Tuloksia analysoitiin IBM SPSS Statistics (versio 25) ohjelmalla. Ohjelmassa luotiin käsite ID, jossa käsittely, pelto ja paikka yhdistettiin samaksi ryhmämuuttujaksi (Subjects). Riippuvat tekijät (Dependent Variable) olivat mitatut tulokset eli rikkakasvien määrä, -kuivapaino, herneiden määrä ja kuivapaino. Jatkuvana muuttujana (Covariate) oli aika eli näytteenottokerta. Tekijänä (Factor) oli käsittely. Selittävät tekijät (Fixed Effects) olivat aika ja käsittely. Satunnaismuuttujana (Random Effects) oli ID. Parivertailumenetelmänä käytettiin Least Square Difference (LSD) (McCormick ym. 2017 ja Anon. 2013).

Kerätty aineisto esitettiin ruutu ja jana (box plot) kuvaajina näytteenottokerroittain ja vertailuna oli käsittely. Laatikko ja jana (box plot) kuvaajasta nähdään jokaisen käsittelyn suurin ja pienin arvo kyseisellä näytteenottokerralla (ylä- ja alaviivat janassa). Laatikossa on 50 % tuloksista ja laatikon ala- ja yläpuolella on 25 % tuloksista. Laatikon sisällä oleva viiva tarkoittaa tulosten mediaania eli havaintoarvojen keskilukua (jakauman tyypillinen arvo) (Tilastokeskus 2018).

Tilastollisesti käsitelty data esitettiin viivakaaviona. Jokaisella näytteenottokerralla otettiin 3 näytettä per koeala. 2 äestetty -koealoja oli yhteensä 4, kemiallisia koealoja oli yhteensä 4, nolla -koealoja oli 2, 1 äestetty ja kalkkityppi -koealoja vain yhdet (kuvat 2, 3 ja 4). Näytteitä muodostui 12 kpl sekä kemialliselle että 2 äestetty -koealoille per näytteenottokerta, nolla -koealalta kerättiin 6 näytettä ja kalkkityppi ja 1 äestetty -koealoilta vain 3 näytettä per näytteenottokerta (taulukko 11). Näytteitä muodostui kaikkiaan 60, 30 tai 15 kpl per koeala sillä näytteenottokertoja oli viisi.

Taulukko 11. Näytteiden määrät esitetty yhden näytteenottokerran mukaan ja montako näytettä otettiin yhteensä per koeala viidestä näytteenottokerrasta.

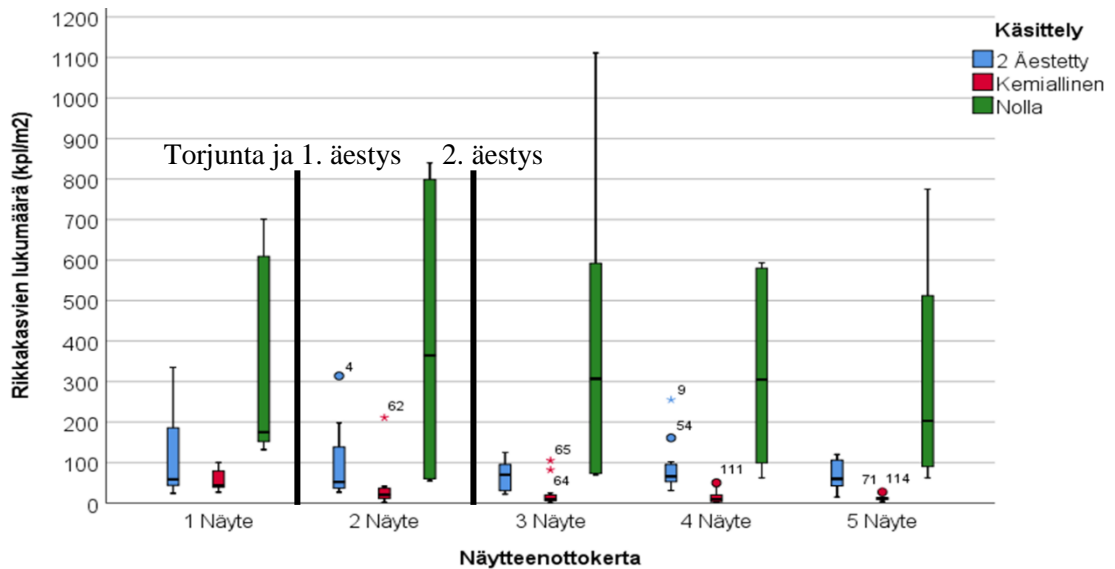
	Kemiallinen	1 Äestetty	2 Äestetty	Kalkkityppi	Nolla
Yksi näytteenottokerta	12	3	12	3	6
Näytteitä yhteensä	60	15	60	15	30

Käsin kerätyille ja Apetitin puimille herneille laskettiin satotulokset käyttäen painotettua tenderometrikerrontaa, joka määräytyi hernenäytteiden kovuuden mukaan (liite 1, taulukko 1). Satoja ei yhtenäistetty tiettyyn kosteusprosenttiin vaan määritettiin tenderometrikertoimella herneiden sadot vastaamaan tenderometrin 110 lukua (Suullinen tiedonanto Sofia Setola, Apetit).

## **5. TULOKSET**

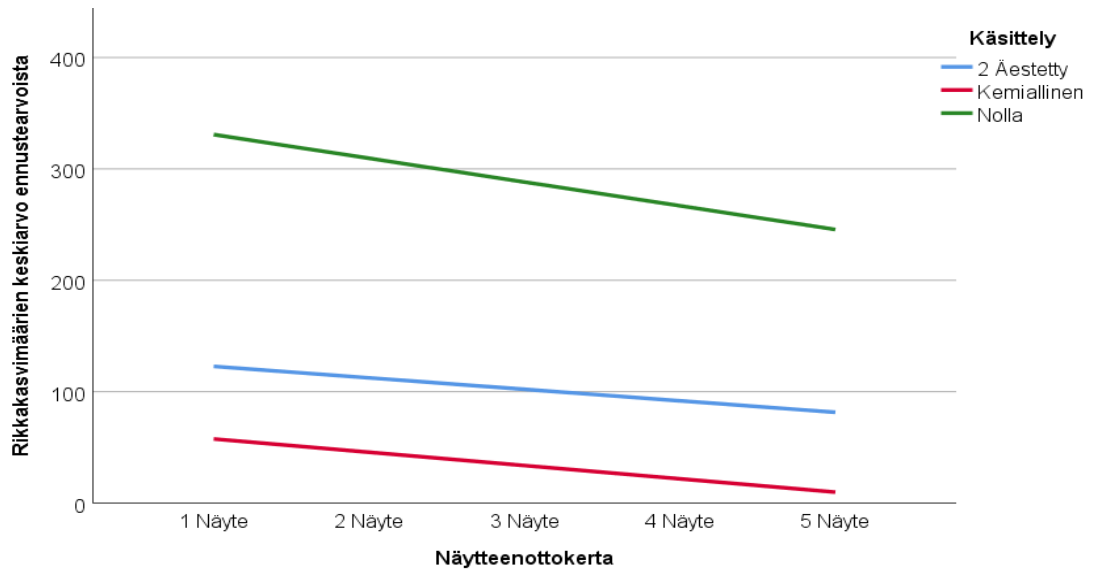
### **5.1 Käsittelyiden vaikutukset rikkakasvien lukumääriin**

Laatikko ja jana kuvaajissa tulokset esitettiin näytteenottokerroittain (näyte 1, näyte 2, näyte3, näyte 4 ja näyte 5), eikä päivämäärien mukaan. Tämä siksi, koska koelohkoilla oli hieman eri kylvöpäivät ja näytteenottopäivät (taulukko 5). Kuvassa 21 on esitetty rikkakasvien keskimääräinen lukumäärä kaikilla lohkoilla viitenä näytteenottoajankohtana. Kuvassa 21 on esitetty käsittelyt 2 äestetty, kemiallinen ja nolla -koealat. Kemiallisen ja 2 äestetty -koealojen tulokset olivat kaikilta kolmelta lohkolta, kun taas nolla -koealalle tulokset olivat vain lohko 1:stä ja 3:sta. Rikkakasvien lukumäärä vaihteli paljon nolla -koealalla. Kuitenkin nolla -koealan rikkakasvien mediaani pieneni toisen näytteen jälkeen. Kemiallinen ja 2 äestetty -koealoilla rikkakasvien lukumäärät laskivat tasaisemmin kuin nolla -koealan rikkakasvien lukumäärä. Kemiallisen koealan rikkakasvien lukumäärä pysyi vähäisenä jokaisella näytteenottokerralla. Rikkakasvilajit on esitetty liitteessä 3 lohkokohdaisesti. Kuvassa 21 oli 2 äestetyllä ja kemiallisilla koealoilla poikkeavia arvoja ja nämä poikkeavat arvot kuvastivat tulosten vaihtelua.



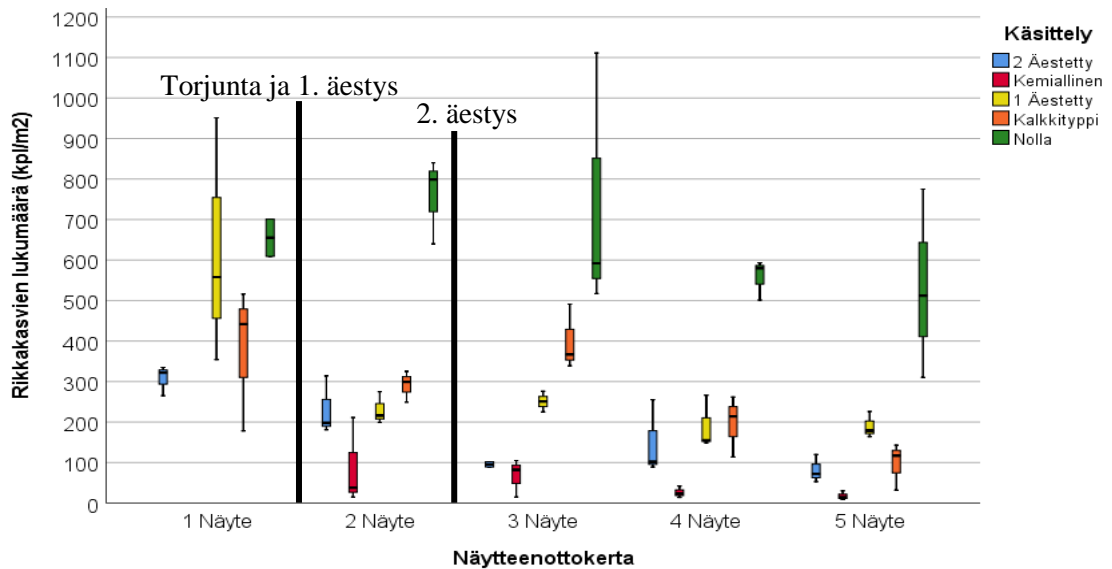
Kuva 21. Rikkakasvien lukumäärän kehitys näytteenottokerroittain kaikilla lohkoilla (nolla n=6, kemiallinen n=12 ja 2 äestetty n=12 per näytteenottokerta). Laatikko ja jana kuvaajasta nähdään jokaisen käsittelyn suurin ja pienin arvo kyseisellä näytteenottokerralla (ylä- ja alaviivat janassa). Laatikossa on 50 % tuloksista ja laatikon ala- ja yläpuolella on 25 % tuloksista. Laatikon sisällä oleva viiva tarkoittaa tulosten mediaania eli havaintoarvojen keskilukua (jakauman tyypillinen arvo). Torjunta tarkoittaa rikkakasvien kemiallista torjuntaa ja äestys koalojen rikkaäestystä.

Kuvassa 22 on esitetty lineaarisesti rikkakasvien lukumäärien ennustearvojen kehitys näytteenottokerroittain. Käsittelyinä oli 2 äestetty, kemiallinen ja nolla -koalat. Kemiallisen koalan rikkakasvien lukumäärät olivat selvästi pienemmät kuin nolla ja 2 äestetty -koaloilla. Kemiallisen ja 2 äestetyt välillä ei muodostunut tilastollista merkitsevyyttä rikkakasvien lukumäärän suhteen. Kemiallisella koalalla oli tilastollisesti merkitsevästi ( $p=0,003$ ) vähemmän rikkakasveja kuin nolla -koalalla. 2 äestetty -koalalla oli tilastollisesti melkein merkitsevästi ( $p=0,026$ ) vähemmän rikkakasveja kuin nolla -koalalla (liite 5, taulukko 1).



Kuva 22. Rikkakasvien lukumäärien kehitys esitettynä lineaarisen sekamallinnuksen ennustearvoista kaikissa lohkoissa (nolla n=30, 2 äestetty n=60 ja kemiallinen n=60). Rikkakasvien kemiallinen torjunta ja ensimmäinen rikkaäestys tehtiin 1 ja 2 näytteiden välissä. Toinen rikkaäestys tehtiin 2 ja 3 näytteiden välissä.

Kuvassa 23 on esitetty lohko 3:n tulokset erikseen, koska se sisälsi käsittelet kalkkityppi ja 1 äestetty -koealat. Pääsääntöisesti rikkakasvien keskimääräinen määrä väheni näytteenottoerittäin. Kemiallinen -koeala sisälsi lukumäärällisesti vähiten rikkakasveja ja nolla -koeala sisälsi eniten rikkakasveja. Kalkkityppi ja 1 äestetyt rikkakasvien mediaani oli selvästi nolla -koealan mediaania pienempi, mutta kuitenkin niiden mediaani oli huomattavasti suurempi verrattuna sekä kemiallisen että 2 äestetty -koealoihin.

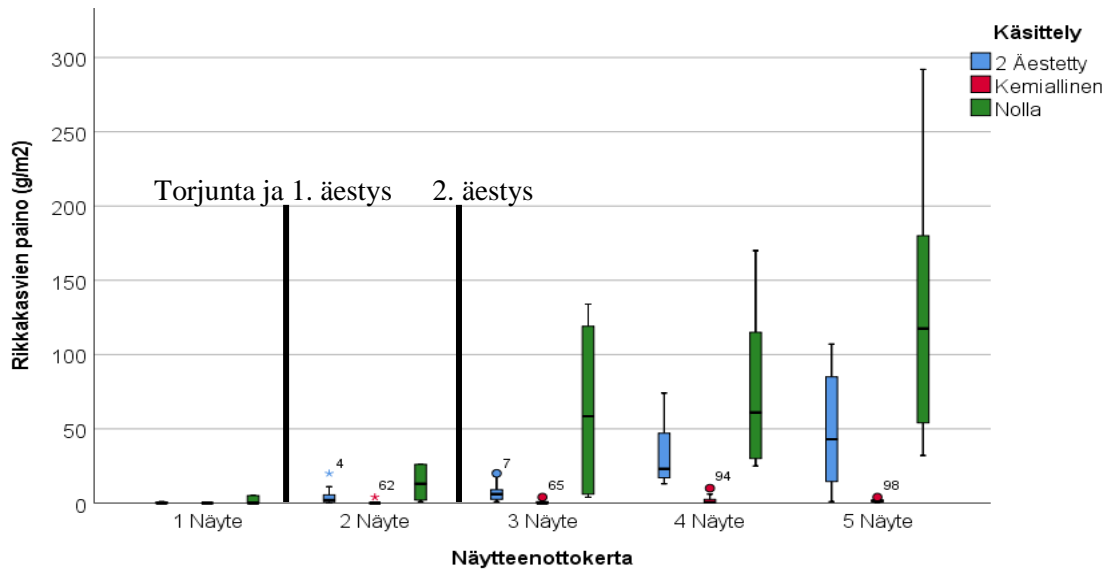


Kuva 23. Rikkakasvien lukumäärän kehitys näytteenottokerroittain lohko 3:ssa (n=3). Laatikko ja jana kuvaajan selitys kuvassa 21. Torjunta tarkoittaa rikkakasvien kemiallista torjuntaa ja äestys koalojen rikkaäestystä. Kalkkityppi Perlka levitettiin koalalle 1 ja 2 näytteidenoton välissä.

Nolla -koeala erosi selvästi muista käsittelyistä (kuva 23) ja ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä verrattuna kaikkiin käsittelyihin ( $p=0,000$ ). Rikkakasvien määrä oli tilastollisesti merkitsevästi vähemmän kemiallisella koalalla kuin 1 äestetty -koalalla ( $p=0,002$ ). Kemiallinen -koeala sisälsi merkitsevästi vähemmän rikkakasveja verrattuna kalkkityppi -koealaan ( $p=0,003$ ). 2 äestetty -koalalla ei ollut tilastollisesti vähemmän rikkakasveja verrattuna kalkkityppi tai 1 äestetty -koaloihin. Kuitenkaan 2 äestetty ei tilastollisesti sisältänyt enempää rikkakasveja kuin kemiallinen -koeala. Kalkkityppi ja 1 äestetty -koalojen välille ei muodostunut tilastollista eroa (liite 6, taulukko 1).

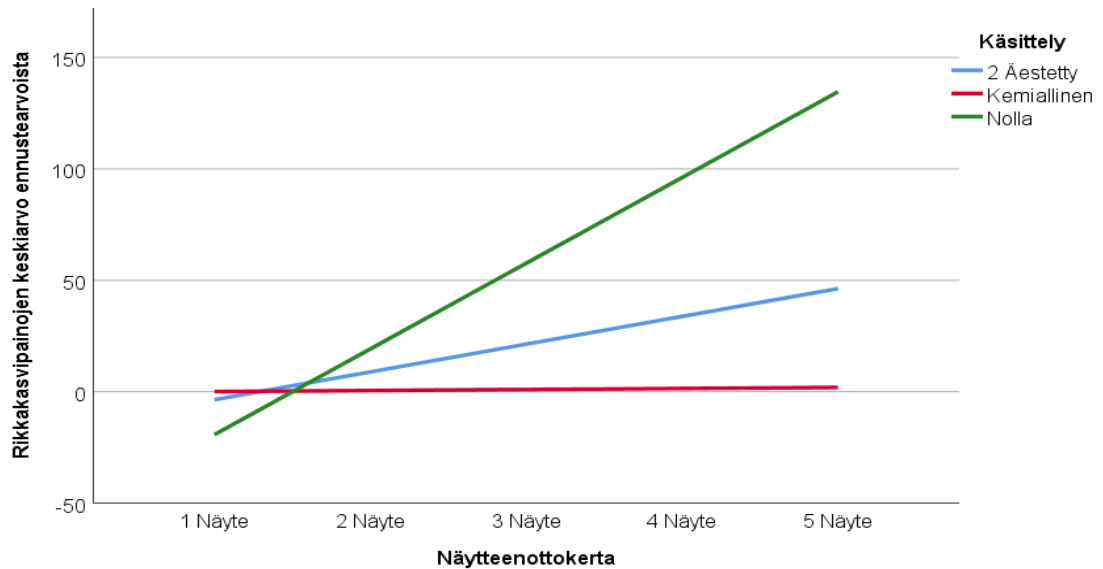
## 5.2 Käsittelyiden vaikutukset rikkakasvien kuivapainoihin

Kahdella ensimmäisellä (näyte 1 ja näyte 2) näytteenottokerralla rikkakasvien kuivapainot olivat keskimäärin samaa suuruusluokkaa (kuva 24). Nolla -koealan rikkakasvien kuivapaino oli selvästi suurin jo toisesta näytteenottokerrasta eteenpäin. 2 äestetty -koealan rikkakasvien kuivapaino oli kolmannella näytteenottokerralla jo kemiallisen koalaa suurempi. 2 äestetty -koalalla rikkakasvien mediaani kasvoi maltillisesti verrattuna nolla -koealan mediaani arvoon. Kemiallisessa koalassa rikkakasvien kuivapaino oli hyvin pieni jokaisella näytteenottokerralla. Kuvassa 24 oli 2 äestetyllä ja kemiallisilla koaloilla poikkeavia arvoja ja nämä poikkeavat arvot kuvastivat tulosten vaihtelua.



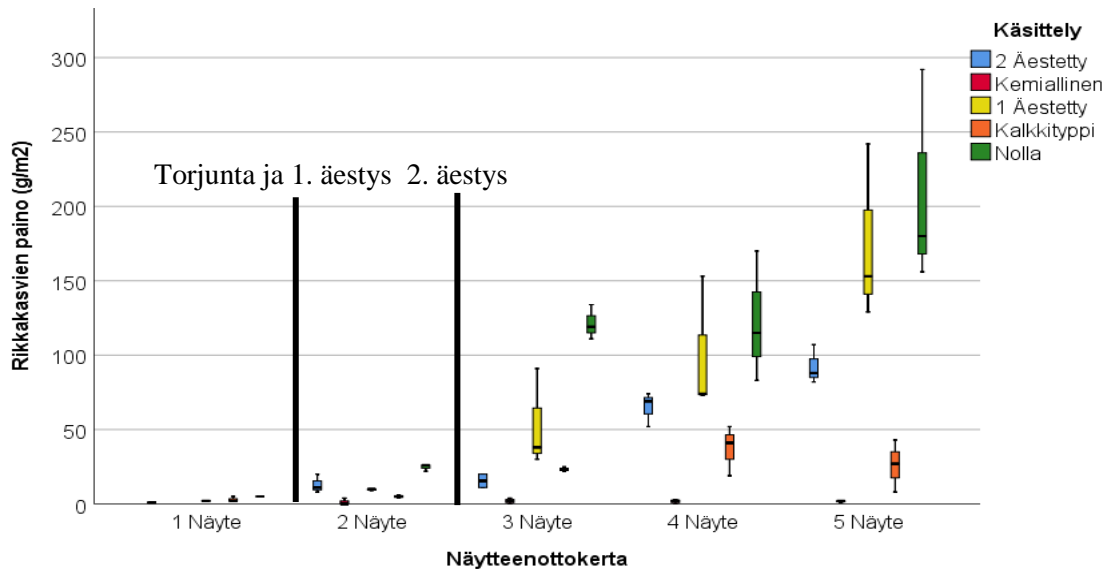
Kuva 24. Rikkakasvien kuivapainon kehitys näytteenottokerroittain kaikissa lohkoissa (nolla n=6, kemiallinen n=12 ja 2 äestetty n=12). Laatikko ja jana kuvaajan selitys kuvassa 21. Torjunta tarkoittaa rikkakasvien kemiallista torjuntaa ja äestys koealojen rikkaäestystä.

2 äestetyllä -koealalla rikkakasvien kuivapainon kasvu ei ole niin voimakasta kuin nolla -koealalla (kuva 25). Kemiallisen koealan rikkakasvien kuivapaino ei muutu näytteittäin. Tilastollista eroa ei muodostunut 2 äestetyyn ja kemiallisen koealojen välille. Tilastollisesti merkitsevä ero oli 2 äestetyyn ja nolla -koealalle välillä ( $p=0,007$ ), jolloin nolla -koealan rikkakasvit painoivat enemmän. Nolla -koealan rikkakasvit painoivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi ( $p=0,000$ ) enemmän kuin kemiallisen koealan rikkakasvit (liite 5, taulukko 2).



Kuva 25. Rikkakasvien kuivapainon kehitys esitettynä lineaarisen sekamallinnuksen ennustearvoista kaikissa lohkoissa (nolla n=30, 2 äestetty n= 60 ja kemiallinen n=60). Rikkakasvien kemiallinen torjunta ja ensimmäinen rikkaäestys tehtiin 1 ja 2 näytteiden välissä. Toinen rikkaäestys tehtiin 2 ja 3 näytteiden välissä.

Lohko 3:n rikkakasvien kuivapainot olivat ensimmäisellä näytteenottokerralla (näyte 1) hyvin samanlaisia (kuva 26). Eroavaisuutta alkoi syntyä toisella näytteenottokerralla. 1 äestetty ja nolla -koealoilla rikkakasvien kuivapainon kehitys oli hyvin samanlaista. 2 äestetyt rikkakasvien kuivapaino oli keskimäärin aina suurempi kuin kalkkityppi -koealan. Kemiallisen koealan rikkakasvit painoivat selvästi vähemmän kaikkiin koealoihin nähden.



Kuva 26. Rikkakasvien painon kehitys näytteenottokerroittain lohko 3:ssa (n=3). Laatikko ja jana kuvaajan selitys kuvassa 21. Torjunta tarkoittaa rikkakasvien kemiallista torjuntaa ja äestys koealojen rikkaäestystä. Kalkkityppi levitettiin koealalle 1 ja 2 näytteidenoton välissä.

Tilastollisesti erittäin merkitsevät erot muodostuivat nolla -koealan, kemiallisen, 2 äestetty ja kalkkityppi -koealojen välille ( $p=0,000$ ), jolloin nolla -koealan rikkakasvit painoivat huomattavasti enemmän. 1 äestetty -koealan rikkakasvit painoivat tilastollisesti melkein merkitsevästi vähemmän verrattuna nolla -koealaan ( $p=0,040$ ). 1 äestetty -koealan rikkakasvit painoivat tilastollisesti merkitsevästi ( $p=0,001$ ) enemmän kuin kalkkityppi -koealan rikkakasvit. 1 äestetyn rikkakasvit painoivat tilastollisesti melkein merkitsevästi enemmän kuin 2 äestetty -koealan rikkakasvit ( $p=0,027$ ). 2 äestetty -koealan rikkakasvit painoivat tilastollisesti merkitsevästi enemmän verrattuna kemialliseen alaan ( $p=0,008$ ). Kalkkityppi -koealan rikkakasvien kuivapaino oli 2 äestetty -koealan ja kemiallisen koealan välistä ja niiden välille ei muodostunut tilastollista eroavuutta (liite 6, taulukko 2).

### 5.3 Käsittelyiden vaikutukset rikkakasvilajeihin

Lohkojen rikkakasvilajit on esitetty liitteessä 4. Rikkakasvilajeja tarkasteltiin lohko kohtaisesti. Lohko 1:llä valtalajisto oli pelto-orvokki, jota esiintyi kaikilla kolmella koealalla (liite 4, kuvat 1, 2 ja 3). Pello-orvokin lisäksi jauhosavikkaa esiintyi paljon 2 äestetyllä sekä nolla -koealoilla. Kemiallisella koealalla rikkakasvit vähenivät 84 % verrattuna ensimmäisen näytteenottokerran rikkakasvien lukumäärään. 2 äestetyllä

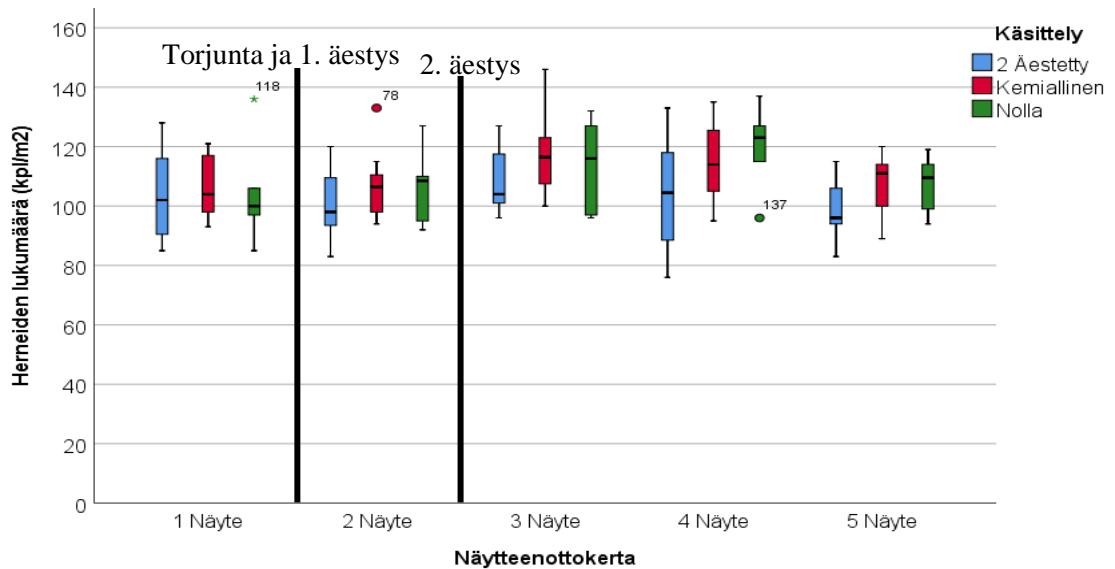
rikkakasvien määrään ei tullut muutosta ja nolla -koealalla rikkakasvien määrä nousi 32 % ensimmäisestä näytteenottokerrasta (liite 4, kuvat 1, 2 ja 3).

Lohko 2:n 2 äestetty -koealalla rikkakasvien valtalajistot olivat pelto-orvokki, punapeippi ja peltosaunio (liite 4, kuva 4). 2 äestetty -koealalla rikkakasvien määrä kasvoi 42 % ensimmäisestä näytteenottokerrasta viimeiseen näytteenottokertaan. Kemiallisella koealalla esiintyi pelto-orvokkia selvästi eniten (liite 4, kuva 5). Rikkakasvien lukumäärä väheni kemiallisella koealalla 75 % ensimmäisestä näytteenottokerrasta viimeiseen näytteenottokertaan.

Lohko 3:n 2 äestetty ja kalkkityppi -koealoilla rikkakasvien valtalajistona oli jauhosavikka ja pihatatar (liite 4, kuvat 6 ja 10). 2 äestetyllä rikkakasvien määrä väheni 73 % ja kalkkityppi -koealalla väheni 74 % ensimmäisestä näytteenottokerrasta viimeiseen näytteenottokertaan. Kemiallisella koealalla esiintyi vain pihatataria (liite 4, kuva 7). Kemiallisella koealalla rikkakasvien määrä väheni 80 % ensimmäisestä näytteenottokerrasta viimeiseen näytteenottokertaan. 1 äestetty ja nolla -koealoilla oli eniten jauhosavikkaa (liite 4, kuvat 8 ja 9). Kuitenkin 1 äestetty -koealalla rikkakasvien lukumäärä väheni 70 % ja nolla -koealalla väheni 18 % ensimmäisestä näytteenottokerrasta viimeiseen näytteenottokertaan.

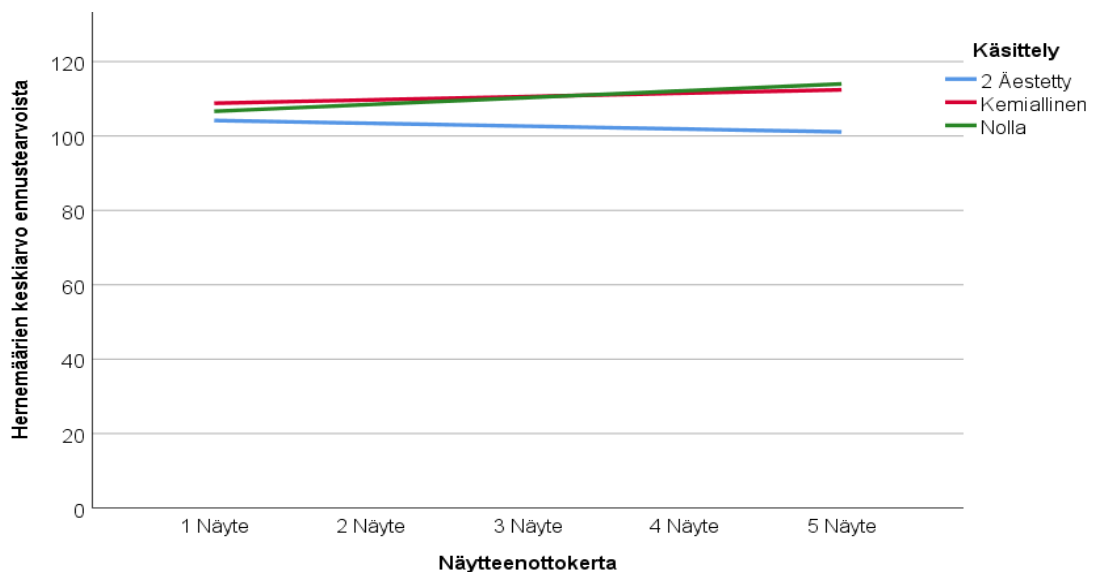
#### **5.4 Käsittelyiden vaikutukset herneiden lukumääriin**

Herneiden lukumäärät vaihtelivat jokaisella näytteenottokerralla (kuva 27). 2 äestetty -koealan mediaani ja suurin arvo olivat jokaisella näytteenottokerralla pienimmät, jolloin 2 äestetty -koealalla oli vähiten herneitä. Lineaarisen sekamallinnuksen jälkeen huomataan ennustearvoista selkeämmin eroja käsittelyiden välillä. 1 ja 4 näytteenottokerroilla oli nolla -koealoilla yhdet poikkeavat arvot. Myös kemiallisella koealalla oli toisella näytteenottokerralla yksi poikkeava arvo. Nämä poikkeavat arvot kuvastivat tulosten vaihtelua.



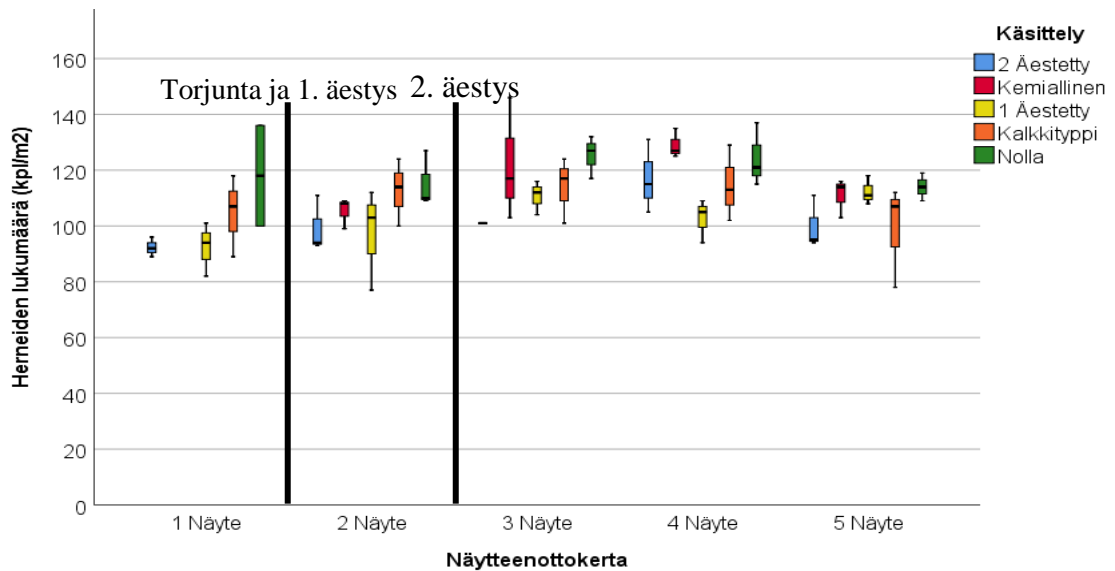
Kuva 27. Herneiden lukumäärän muutokset näytteenottokerroittain kaikissa lohkoissa (nolla n=6, kemiallinen n=12 ja 2 äestetty n=12). Laatikko ja jana kuvaajan selitys kuvassa 21. Torjunta tarkoittaa rikkakasvien kemiallista torjuntaa ja äestys koalojen rikkaäestystä.

Kuvassa 28 on esitetty herneiden lukumäärän ennustearvojen kehitys. Tulosten mukaan 2 äestetty -koela erosi nolla -koelasta ja kemiallisesta koelasta. 2 äestetty -koelalla oli tilastollisesti melkein merkitsevästi vähemmän herneitä verrattuna nolla -koelaan ( $p=0,031$ ) ja ero kemialliseen koelaan oli myös tilastollisesti melkein merkitsevä ( $p=0,017$ ). Nolla -koalan ja kemiallisen koalan välille ei muodostunut tilastollista eroavuutta (liite 5, taulukko 3).



Kuva 28. Herneiden lukumäärien kehitys esitettynä lineaarisen sekamallinnuksen ennustearvoista kaikissa lohkoissa (nolla n=30, 2 äestetty n=60 ja kemiallinen n=60). Rikkakasvien kemiallinen torjunta ja ensimmäinen rikkaäestys tehtiin 1 ja 2 näytteiden välissä. Toinen rikkaäestys tehtiin 2 ja 3 näytteiden välissä.

Kuvassa 29 esitetään lohko 3:sen tulokset. Kemiallisen ja nolla -koealojen mediaanit olivat selvästi muiden käsittelyiden mediaaneja suurempia. 2 äestetty -koealan mediaani oli melkein jokaisella näytteenotokerralla pienin. Kalkkityppi -koealalla oli enemmän herneitä kuin 1 äestetty -koealalla, paitsi viimeisellä näytteenotokerralla 1 äestetty -koealalla oli enemmän herneitä kuin kalkkityppi -koealalla.



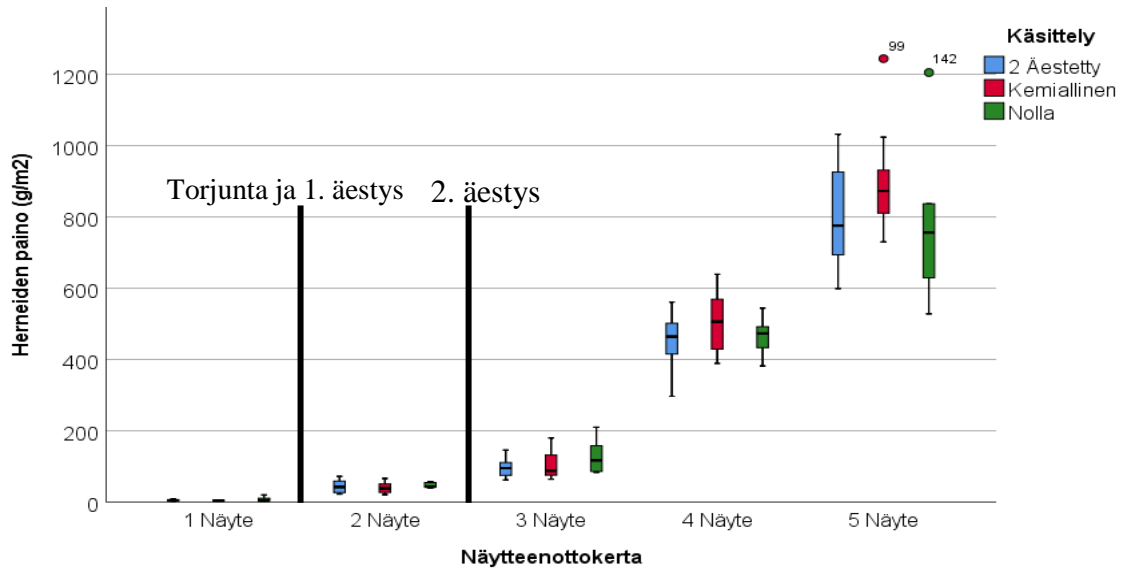
Kuva 29. Herneiden lukumäärän kehitys näytteenotokerroittain lohko 3:ssa (n=3). Laatikko ja jana kuvaajan selitys kuvassa 21. Torjunta tarkoittaa rikkakasvien kemiallista torjuntaa ja äestys koealojen rikkaäestystä. Kalkkityppi levitettiin koealalle 1 ja 2 näytteidenoton välissä.

1 tai 2 äestetty -koealoissa oli tilastollisesti erittäin merkitsevästi vähemmän herneitä kuin nolla -koealassa ( $p < 0,001$ ). Kalkkityppi -koealalla oli myös tilastollisesti merkitsevästi vähemmän herneitä verrattuna nolla -koealaan ( $p = 0,024$ ). Kemiallisella koealalla oli tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,009$ ) enemmän herneitä kuin 2 äestetty -koealalla. Kemiallisella koealalla oli tilastollisesti melkein merkitsevästi ( $p = 0,015$ ) enemmän herneitä kuin 1 äestetty -koealalla (liite 6, taulukko 3).

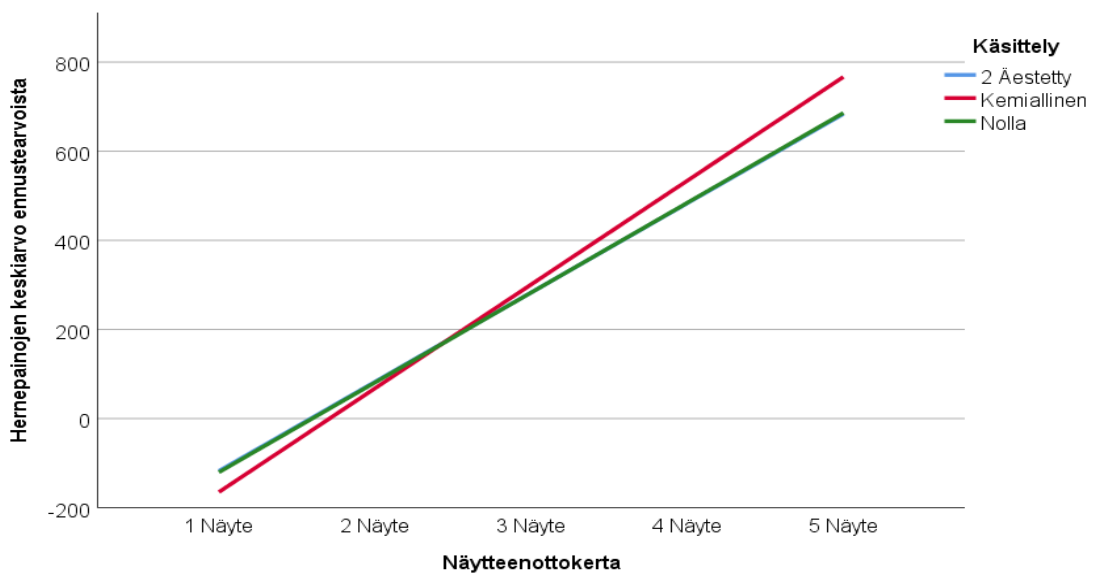
### 5.5 Käsittelyiden vaikutukset herneiden kuivapainoihin

Kolmannen näytteenotokerran jälkeen kemiallisen koetekijän herneiden kuivapaino oli keskimäärin muita koetekijöitä suurempi (kuva 30). 2 äestetty ja nolla -koealoilla oli poikkeavia arvoja ja nämä poikkeavat arvot kuvastivat tulosten vaihtelua. Herneiden kuivapainoissa ei tullut tilastollisesti merkitseviä eroja käsittelyjen välillä (liite 5,

taulukko 4). Nolla ja 2 äestetty -koealojen ennustearvot ovat niin lähellä toisiaan, että ne eivät erotu kuvassa 31.



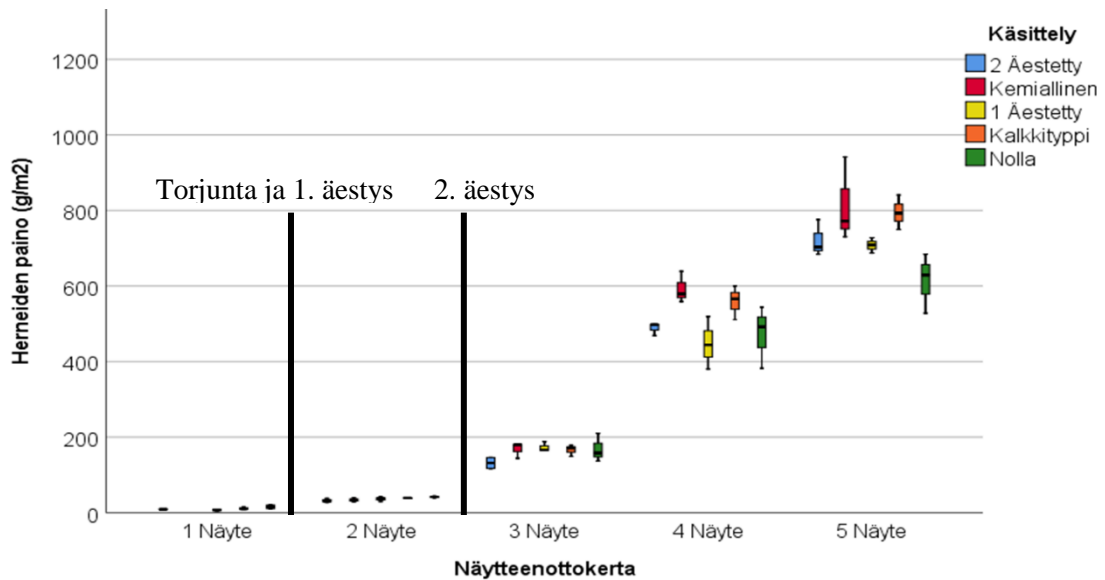
Kuva 30. Herneiden kuivapainon kehitys näytteenotto kerroittain kaikissa lohkoissa (nolla n=6, kemiallinen ja 2 äestetty n=12). Laatikko ja jana kuvaajan selitys kuvassa 21. Torjunta tarkoittaa rikkakasvien kemiallista torjuntaa ja äestys koealojen rikkaäestystä.



Kuva 31. Herneiden kuivapainon kehitys esitettyinä lineaarisen sekamallinnuksen ennustearvoista kaikissa lohkoissa (nolla n=30, 2 äestetty n=60 ja kemiallinen n=60). Nolla ja 2 äestetyt tulokset olivat niin saman suuruisia, etteivät niiden eroa näy taulukossa. Rikkakasvien kemiallinen torjunta ja ensimmäinen rikkaäestys tehtiin 1 ja 2 näytteiden välissä. Toinen rikkaäestys tehtiin 2 ja 3 näytteiden välissä.

Kuvassa 32 herneiden kuivapainon kehitys oli kolmella ensimmäisellä näytteenottokerralla tasaista. Neljännellä ja viidennellä kerralla alkoi kuivapainoissa olla eroavuutta käsittelyiden välillä. Kahdella viimeisellä näytteenottokerralla suurimmat

herneiden kuivapainot olivat kemiallisella koealalla. Viimeisellä näytteenotokerralla kalkkityppi -koealan mediaani oli korkeimmalla, jolloin kalkkitypen herneet painoivat keskimäärin eniten. Käsittelyiden välillä ei kuitenkaan muodostunut tilastollisesti merkitseviä eroja (liite 6, taulukko 4).



Kuva 32. Herneiden kuivapainon kehitys näytteenotokerroittain lohko 3:ssa (n=3). Laatikko ja jana kuvaajan selitys kuvassa 21. Torjunta tarkoittaa rikkakasvien kemiallista torjuntaa ja äestys koealojen rikkaäestystä. Kalkkityppi levitettiin koealalle 1 ja 2 näytteidenoton välissä.

## 5.6 Käsittelyiden satotulokset

Taulukossa 12 on esitetty tuoresatojen tulokset. Nettosadot, joissa ei sinänsä ollut paljoa eroa toisiinsa nähden, muutettiin vastaamaan herneen 110 tenderometrilukua käyttäen tenderometrierointia (liite 3, taulukko 1). Tämän takia käsin puidut hernesadot olivat huomattavasti suurempia kuin Apetitin puimat hernesadot. Lohko 1:n käsin puidun 2 äestetty -koealan sato oli n. 4 % pienempi kuin kemiallisen koealan sato ja 2 äestetty -koealan sato oli n. 6 % pienempi kuin nolla -koealan sato. Lohko 1:n kemiallisen koealan hernesato painoin n. 2 % vähemmän kuin nolla -koealan sato. Lohko 2:lla käsin puidun 2 äestetty -koealan hernesato painoi n. 3 % vähemmän kuin kemiallisen koealan sato. Lohko 3:n käsin puidun 1 äestetty -koealan hernesato painoi n. 8 % vähemmän sekä nolla että 2 äestetty -koealojen satoihin verrattuna. Nolla -koealan ja 2 äestetty -koealan sadot painoivat saman verran.

Taulukon 12 Apetitin puiduissa lohko 1:n tuoresadoissa 2 äestetty -koealalla oli 10 % vähemmän satoa kuin kemiallisella koealalla. Lohko 2:n Apetitin puiduissa tuoresadoissa 2 äestetty -koealalla oli n. 5 % enemmän satoa kuin kemiallisella koealalla. Lohko 3:n Apetitin puiduissa tuoresadoissa 2 äestetty -koealan ja kemiallisen koealan välille ei muodostunut satoeroa. Kalkkityppi -koealan sadon määrä oli 27 % enemmän kuin äestettyjen ja kemiallisten koealojen.

Taulukko 12. Tuoresatotulokset käsin kerättynä (n=1) ja Apetitilta saadut tulokset (n=1). Tenderometrilukema kertoi herneiden tuleentumisesta (tenderometrilukemat saatu Apetitilta).

Koepelto Käsittely	Tuoresato -Käsin kg/ha	Tenderometri- lukema -Käsin	Tuoresato -Apetit kg/ha	Tenderometri- lukema -Apetit
Lohko 1				
2 Äestetty	14 000	86	8 420	126
Kemiallinen	14 650	84	9 370	130
Nolla	14 920	83	-	-
Lohko 2				
2 Äestetty	14 920	85	7 940	118
Kemiallinen	15 310	83	7 570	108
Lohko 3				
1 Äestetty	7 620	96	5 680	97
2 Äestetty	8 240	95	5 700	98
Kemiallinen	-	-	5 700	98
Kalkkityppi	-	-	7 780	94
Nolla	8 270	93	-	-

Taulukon 13 käsin puidulla kemiallisella käsittelyllä oli 17 % suurempi sato kuin 2 äestetyllä käsittelyllä. Kemiallisella käsittelyllä oli 23 % suurempi satotaso kuin nolla käsittelyllä. 2 äestetyllä käsittelyllä oli vain 6 % suurempi sato nolla käsittelyyn verrattuna. Apetitin puiduista sadoista kemiallisen käsittelyn sato oli vain 6 % parempi kuin 2 äestetyllä käsittelyn sato. Käsin puitujen satotasoissa oli enemmän eroja kuin Apetit puitujen satojen välillä.

Taulukko 13. Tuoresatojen keskiarvot koelohkoilta käsittelyittäin (käsin puiduista 2 äestetty n=3, kemiallinen n=3 ja nolla n=2 ja Apetit puiduista 2 äestetty n=3, kemiallinen n=3).

	2 Äestetty	Kemiallinen	Nolla
Tuoresato -käsin kg/ha	12 390	14 980	11 600
Tuoresato -Apetit kg/ha	7 350	7 550	

Apetit tarkkaili sadon laatua tutkimalla satojen kuormista löytyviä kiviä, pilaantuneita herneitä, itiöitä, kääriäisiä ja vieraslajeja, kuten viljoja ja rikkakasvien kukintoja/nuppuja. Käsin otetuissa näytteissä ei laskettu kiviä, pilaantuneita, itiöitä, kääriäisiä eikä vieraslajeja. Taulukkoon 14 on kerätty satojen laatua pilaavia tekijöitä käsittelyittäin. 2 äestetyt käsittelyn sadot sisälsivät noin 88 % enemmän kiviä kuin 1 äestetyt käsittelyn sato. 2 äestetyt käsittelyn sadoissa oli myös 95 % enemmän vieraslajeja kuin 1 äestetyssä käsittelyssä. Kuitenkin 1 äestetyt käsittelyn sadossa oli mukana kivi ja itiö, joita ei havaittu 2 äestetyt käsittelyn sadoissa. Kemiällisen käsittelyn sadot sisälsivät 33 % enemmän pilaantuneita ja 75 % enemmän vieraslajeja kuin 1 äestetyt käsittelyn sato. Kuitenkin kemiällisen käsittelyn sadoissa oli 81 % vähemmän pilaantuneita ja vähemmän 79 % vieraslajeja kuin 2 äestetyt käsittelyn sadoissa. Kemiällisen käsittelyn sadoissa ei ollut kiviä, itiöitä eikä kääriäisiä, mutta pilaantuneita herneitä oli 33 % enemmän kuin kalkkityppi käsittelyn sadossa. Vieraslajeja kemiällisen käsittelyn sadoissa oli selvästi enemmän kuin kalkkityppi käsittelyn sadossa. Kalkkityppi käsittelyn sadossa oli eniten kiviä, mutta vähiten vieraslajeja. Itiöllisiä herneitä löytyi kalkkityppi ja 1 äestetty käsittelyiden sadoista.

Taulukko 14. Sadon laadun pilaavia tekijöitä. (Kalkkityppi n=1, kemiällinen n=3 ja 1 äestetty n=1 ja 2 äestetty n=2) (Tiedot muokattu Apetitin satojen kuormatiedoista)

Käsittely	Kiviä kpl/ha	Pilaantuneita kpl/ha	Itiöitä kpl/ha	Kääriäisiä kpl/ha	Vieraslajeja kpl/ha
1 Äestetty	1	4	1	0	1
2 Äestetty	0	32	0	0	19
Kemiällinen	0	6	0	0	4
Kalkkityppi	24	4	2	0	0

## 6. TULOSTEN TARKASTELU

### 6.1 Käsittelyiden vaikutukset rikkakasvien lukumääriin ja kuivapainoihin

Tutkimuksessa haluttiin tutkia, vaikuttaako rikkaäestys hernekasvuston rikkakasveihin. Rikkaäestyksen vaikutukset olivat vertailtaessa nolla -koealaan huomattavat lukumäärällisesti, mutta tilastollisesti eroa oli vain melkein merkitsevästi. Nolla -koealan tuloksiin luultavasti vaikutti se, että lohko 2:lta vahingossa ruiskutettiin nolla -koeala. Rikkakasvien lukumäärä väheni nolla -koealalla, koska kasvutila pieneni herneiden ja rikkakasvien kasvaessa. Rikkakasvien lukumäärä oli jokaisella näytteenotokerralla

suurempi 2 äestetty -koealalla kuin kemiallisella koealalla. Näiden käsittelyiden välille ei kuitenkaan muodostunut tilastollista eroa. Lohko 3:n tuloksissa myös 2 äestetty -koealan ja kemiallinen -koealan välille ei muodostunut tilastollista eroa, vaikkakin rikkakasvien lukumäärä oli suurempi kuin kemiallisen koealan. Tulosten perusteella hernekasvuston rikkaäestys kahdesti vähentää rikkakasvien lukumäärää melkein merkitsevästi verrattuna koealaan, jolle ei tehdä minkäänlaista rikkakasvintorjuntaa. Tuloksista voitiin nähdä, että kahdesti rikkaäestetty pelto on yhtä tehokas tapa vähentää rikkakasveja kuin kemiallinen rikkakasvintorjunta.

Suurin rikkakasvien kuivapaino saatiin aina nolla -koealalla. 2 äestetty käsittelyiden rikkakasvit painoivat merkitsevästi vähemmän kuin nolla -koealan rikkakasvit. 2 äestetty -koealan rikkakasvit painoivat enemmän kuin kemiallisen koealan rikkakasvit. Kuitenkaan 2 äestetty -koealan ja kemiallisen koealan välille ei muodostunut tilastollista eroa. Myös kuivapaino tulokset (2 äestetty verrattuna nolla ja kemiallinen -koealoihin) tukevat rikkaäestyksen tehoa torjua mekaanisesti rikkakasveja.

Rikkaäestyksen ajoitus on tärkeä, jotta rikkakasvit ovat vielä pieniä ja äestyksen tulokset näkyvät paremmin. Myös rikkaäestyksen jälkeisellä säällä on suuri vaikutus rikkaäestyksen onnistumiseen kuten Kurstjens ja Kropff (2001) totesivat. Jos rikkakasvit ovat isoja ja rikkaäestyksen jälkeen tulee sade, niin silloin rikkaäestyksellä ei ole paljoa vaikutusta rikkakasveihin.

Tässä tutkimuksessa ei ollut käsin kitkentää. Monessa muussa tutkimuksessa yhdeksi käsittelyksi oli otettu käsin kitkentä kuten Rana ym. (2015), Jilani ym. (2016) ja Bakth ym. (2009). Käsin kitkentä osoittautui näissä tutkimuksissa parhaimmaksi torjuntakeinoksi ja toiseksi parhaimmaksi tuli kemiallinen torjunta. Tässä tutkimuksessa taas kemiallinen torjunta osoittautui tehokkaimmaksi torjuntakeinoksi rikkakasveja vastaan ja tulokset ovat yhtenäisiä Rana ym. (2015), Jilani ym. (2016) ja Bakth ym. (2009) tulosten kanssa. Erilaiset katteet voisivat toimia herneen viljelyssä rikkakasvintorjuntana kuten Jilani, (2016) ja Bakht ym. (2009) totesivat tutkimuksissaan. Katteiden käyttöä rajoittaa herneenviljelyssä niiden ympäristöystävällisyys ja se, miten ne soveltuvat peltotason viljelyyn. Katteiden maatumisen tulee myös huomioida sekä se, että häiritseekö ne seuraavan viljelykasvin kasvua.

Kalkkityppi ja 1 äestetty käsittelyt vähentävät pellon rikkakasvien lukumäärää erittäin merkitsevästi verrattuna koealaan, jolle ei tehdä lainkaan rikkakasvintorjuntaa. 2 äestetty -koeala sisälsi vähemmän rikkakasveja kuin kalkkityppi ja 1 äestetty -koealat. Kuitenkaan käsittelyiden välille ei muodostunut tilastollista eroa. Tuloksena oli, että kalkkityppi ja 1 äestetty käsittelyt olivat melkein yhtä tehokkaita käsittelyitä kuin 2 äestetty käsittely.

Kalkkityppi -koealan rikkakasvit painoivat merkitsevästi vähemmän kuin 1 äestetty -koealan rikkakasvit, joten kalkkityppi käsittely oli tehokkaampi kuin 1 äestetty käsittely. 1 äestetty -koealan rikkakasvit painoivat kuitenkin melkein merkitsevästi vähemmän kuin nolla -koealan rikkakasvit. Lohko 3:n 2 äestetty -koealan tuloksissa rikkakasvit painoivat enemmän kuin kalkkityppi -koealan rikkakasvit, mutta tilastollista eroa ei muodostunut käsittelyiden välille. Kalkkityppi -koealan rikkakasvit painoivat enemmän kuin kemiallisen koealan rikkakasvit. Kuitenkaan käsittelyiden välille ei muodostunut tilastollista eroa. 2 äestetty -koealan rikkakasvit painoivat merkitsevästi enemmän kuin kemiallisen koealan rikkakasvit, jolloin rikkakasvien painojen suhteen kalkkityppi -koeala oli parempi kuin 2 äestetty -koeala. Kuitenkin kalkkityppi -koealalla oli enemmän rikkakasveja verrattuna 2 äestetty -koealaan.

Kurstjens ja Kropff (2001) totesivat myös maan rakenteen ennen rikkaäestystä vaikuttavan rikkaäestysten tulokseen. Lohkojen välillä ja lohkojen sisällä oli vaihtelua mm. maan rakenteissa ja muokkaustavoissa. Sen minimoimiseksi näytteitä otettiin useita ja eri näytteenottokerroilla ne otettiin läheltä edellisiä paikkoja. Yhden neliön näyte oltiin jaettu neljään osaan (0,25 m<sup>2</sup>), jolloin saatiin kattavampi kuva koepellon herneiden ja rikkakasvien lukumääristä.

## **6.2 Käsittelyiden vaikutukset herneiden lukumääriin ja kuivapainoihin**

Kaikkien kolmen koelohkon 2 äestetty käsittely vähensi melkein merkitsevästi herneiden lukumäärää kasvustossa verrattuna kemiallisen ja nolla -koealan herneiden lukumäärään. Sama vaikutus oli myös lohko 3:ssa, jossa 2 äestetty -koealalla oli vähiten herneitä. Kaikkien kolmen koelohkon kemiallisella ja nolla -koealoilla herneiden lukumäärät pysyivät saman suuruisina melkein jokaisella näytteenottokerralla, jolloin kemiallisella käsittelyllä ei ollut vaikutusta herneiden lukumäärään. Herneiden kuivapainot olivat vasta

viimeisellä näytteenottokerralla eri painoisia. Tämä ei vaikuttanut tuloksiin, koska minkään käsittelyn välille ei muodostunut tilastollista eroa.

1 äestetty -koealalla oli vähemmän herneitä lukumäärällisesti kuin nolla ja kemiallinen -koealoilla. Tämä ei kuitenkaan vaikuttanut merkittävästi herneiden kuivapainoihin, vaan tilastollisesti herneet painoivat saman verran. Kalkkityppi käsittely vähensi herneiden lukumäärää kasvustossa yhtä paljon kuin 1 ja 2 äestetty käsittelyt lohko 3:ssa. Kuitenkaan se ei vähentänyt niin paljoa, että olisi muodostunut tilastollista eroavuutta kemiallisen koealan herneiden lukumäärään verrattuna. Vaikka Kalkkityppi -koealalla herneiden lukumäärä oli merkittävästi vähemmän kuin nolla -koealalla, niin herneiden kuivapainojen välille ei muodostunut tilastollista eroavuutta.

Wall ja Townley-Smith (1996) totesivat, että herneitä pitää olla vähintään 90 kpl/m<sup>2</sup>, jotta herne on kilpailukykyinen rikkakasvien kanssa. Tässä tutkimuksessa herneiden lukumäärä koealoilla ei laskenut alle 90 kpl/m<sup>2</sup>, vaikka koealoja äestettiin kaksi kertaa. Townley-Smith ja Wright (1994) antoivat kylvötiheydeksi 100 siementä/m<sup>2</sup>, koska yli 100 siemenen kylvötiheys ei lisää sadon määrää enää halutusti. Tässä tutkimuksessa kylvötiheys oli keskimäärin 104-110 versoa/m<sup>2</sup>, joten sadon määrä oli maksimaalisen hyvä Townley-Smith ja Wrightin (1994) mukaan.

Ensimmäisellä ja toisella näytteenottokerralla oli hankalaa tunnistaa sirkkalehtivaiheessa olevat rikkakasvit, mutta rikkakasvien lajituntemus parani jokaisella näytteenottokerralla. Lisäksi rikkakasveja nyppiessä oli hankalaa erottaa juuria varresta ja herneen versoja leikatessa saattoi maan päälle jäädä versoa. Kahdella ensimmäisellä näytteenottokerralla rikkakasveista ei tullut tarpeeksi painoa vaa'alle, jolloin rikkakasvien tuore- ja kuivapaino olivat nolla grammaa. Herneenversoja oli kahdella viimeisellä näytteenottokerralla vaikea erottaa näytteenottoruudun ulkopuolisista herneenversoista, koska kärhet olivat kietoutuneet koeruudun ulkopuolisiin herneisiin. Viimeisissä näytteissä oli herneissä jo palkoja, eivätkä ne olleet kunnolla kuivuneet lämminilmakuivurissa. Tämä saattoi aiheuttaa keskivertoa suurempaa kuivapainoa viimeisille hernekasvustonäytteille.

### 6.3 Käsittelyiden vaikutukset rikkakasvilajeihin ja satoon

2 äestetty -koealoilla oli selvästi vähemmän rikkakasveja ja vähemmän eri rikkakasvilajeja kuin nolla -koealoilla. Kalkkityppi -koealalla oli jauhosavikkaa, joka oli lohko 3:lla valtalaji, ja pihatataria, jota ei esiintynyt niin voimakkaasti lohko 3:n 1 ja 2 äestetty -koealoilla. Nolla -koealoilla oli eniten erilaisia rikkakasvilajeja. Kemiallisella koealalla rikkakasvilajiston vaihtelua oli selvästi vähiten verrattuna muihin käsittelyihin. Rikkakasvien kemiallinen torjunta onnistui hyvin, koska kemiallisella koealalla oli vähiten rikkakasveja ja torjunta-aine oli vaikuttanut haluttuihin rikkakasveihin. Salonen ym. (2005) mainitsivat myös, että rikkakasvilajit riippuivat tavanomaisessa viljelyssä siitä, mitä kemiallista torjunta-ainetta oltiin käytetty.

Apetitin puimat herneet olivat tuleentuneempia, jolloin niiden tenderometrikerroin oli pieni. Käsin kerättyjen suuri satotaso johtui siitä, että herneiden tenderometrilukema oli selvästi alle 110, jolloin tenderometrikerroin oli suuri. Käsin kerätyissä satonäytteiden määrissä ei ollut suuria eroja käsittelyiden välillä, kun niitä vertailtiin koelohkoittain. Lohko 3:n Apetitin puiduissa hernesadoissa suurin ero tuli kalkkityppi -koealan ja kemiallisen sekä 1 ja 2 äestetty -koealojen välille. Kalkkityppi käsittely paransi herneiden satotason, joten sillä on myös satoa suurentava vaikutus.

Käsin kerätyissä satotasoissa oli enemmän eroja käsittelyittäin kuin koelohkojen sisällä. Kemiallisella koealalla oli selvästi suurempi satotaso kuin 2 äestetty ja nolla -koealoilla. Nolla -koealan satotasoon voi vaikuttaa se, että lohko 2:lta puuttui nolla -koeala eli näytteitä oli vain kaksi. Apetitin puituihin satoihin 2 äestetyn ja kemiallisen käsittelyiden välille ei tullut eroja. Tähän vaikuttaa paljon se, että herneet olivat tuleentuneempia ja Apetitin puidut koealat suurempia (noin 0,5–1 ha) kuin käsin kerätyt satonäytteet (noin 2 m<sup>2</sup>). Tässä tutkimuksessa ei tullut satotason laskua, vaikka koeala oltiin rikkaäestetty kahdesti. Lundkvistin (2009) tutkimuksessakaan ei muodostunut rikkaäestettyjen ja käsittelemättömän koealojen välille satotason laskua. Tutkimukset osoittavat, ettei rikkaäestyksellä ole vaikutusta herneen satotasoon.

Paras sadon laatu oli 1 äestetyllä käsittelyllä, koska se sisälsi vähiten pilaantuneita ja vieraslajeja. 2 äestetyn käsittelyn sato oli laadultaan huonoin, kun tarkasteltiin pilaantuneiden ja vieraslajien kpl/ha määriä. Kemiallisen käsittelyn sadot olivat hyviä,

koska satojen joukossa oli vähän pilaantuneita ja vieraslajeja. Kalkkityppi käsittelyn sadon laatu oli hyvä. Kuitenkin se sisälsi eniten kiviä. Kalkkityppi käsittelyn sato saattoi sisältää eniten kiviä sen takia, että kalkkityppi -koealan herneet tuntuivat viimeisellä näytteenottokerralla sekä käsin puidessa hyvin märältä. Herne kasvuston ja maan ollessa märkää saattaa herneiden ja rikkakasvien mukana kulkeutua helposti kiviä sadon joukkoon. 1 äestetty -koeala sisälsi enemmän kiviä kuin 2 äestetty -koealan sato, mikä saattaa selittyä sillä, että 1 äestetty -koeala sisälsi enemmän rikkakasveja kuin 2 äestetty -koeala. Rikkakasvien mukana on saattanut mennä kiviä sadon joukkoon. Toisaalta 2 äestetty -koealojen sadoissa oli eniten vieraslajeja eikä yhtään kiviä. Kivien määrään sadossa vaikuttaa eniten pellon maalaji, koska lohko 3:n 1 äestetty ja kalkkityppi käsittelyjen satotulokset olivat savimaalta ja 2 äestetty käsittelyiden satotulokset karkeilta kivennäismailta.

Harker ym. (2001) tutkivat, milloin rikkakasvintorjunta pitää tehdä herneelle, jotta rikkakasvit eivät vaikuta herneen satotasoon. Heidän kokeessaan paras tulos tuli, kun rikkakasvit poistettiin herneen ollessa 2-3 lehtipari vaiheessa. Tässä tutkimuksessa ensimmäinen rikkaäestys tehtiin noin 20 päivää kylvöstä, jolloin herne oli noin 10 cm pitkää ja niissä oli 3–4 lehtiparia. Tämä oli Harker ym. (2001) tutkimuksen mukaan hieman liian myöhäinen ajankohta tehdä ensimmäinen rikkakasvintorjunta. Tässä tutkimuksen toinen rikkaäestys tehtiin noin 30 päivän päästä kylvöstä, jolloin herne oli 4–5 lehtipari vaiheessa, joka oli myös hieman liian myöhään Harker ym. (2001) mukaan. Tässä tutkimuksessa valitut rikkaäestysajankohdat eivät vaikuttaneet negatiivisesti satotasoon, kun verrattiin 2 äestetyin käsittelyn satotasoa muiden käsittelyiden satoihin.

Kallela ym. (2004) saivat suurimmat satomäärät 1 tai 2 rikkaäestetyiltä koealoilta, kun taas tässä tutkimuksessa kemiallinen -koeala antoi keskimäärin suuremman sadon. Toisaalta Kallela ym. (2004) tutkimuksessa ei ollut mukana kemiallista rikkakasvintorjuntaa. Pakasteherneen rikkaäestyksen vaikutuksesta tehtiin edellisenä kesänä 2016 samankaltainen tutkimus (Moisio 2017). Moisio (2017) totesi, että rikkaäestys onnistui koelohkoilla ja soveltuu käytettäväksi pakasteherneen rikkakasvintorjuntaan. Vuoden 2017 kokeen tulokset olivat saman kaltaiset Moisio (2017) kokeen kanssa, joten näiden kesien tulokset tukivat toisiaan.

## 7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa selvitettiin rikkaäestyksen vaikutusta hernekasvuston rikkakasveihin ja vaikuttaako rikkaäestys herneiden lukumäärään kasvustossa. Tulosten mukaan kemiallisen ja 2 äestetty -koealojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa rikkakasvien lukumäärissä eikä rikkakasvien kuivapainoissa. Rikkaäestys selkeästi heikensi rikkakasvien kasvua ja soveltui tulosten mukaan pakasteherneen rikkakasvien torjuntaan. Näiden tulosten mukaan rikkaäestys kannattaa tehdä kahdesti. Vaikka herneiden lukumäärä kärsii rikkaäestyksestä, niin sillä ei ole vaikutusta herneiden kuivapainoihin eikä sadon määrään.

Tutkimus myös osoitti, että hernekasvusto kannattaa äestää edes kerran. Tämä vähentää selvästi rikkakasvien lukumäärää pellossa verrattuna siihen, että hernekasvustolle ei tehdä minkäänlaista rikkakasvintorjuntaa. Rikkaäestys ei heikennä sadon laatua, vaan sadon laatutekijöihin vaikuttaa moni asia kuten maalaji, rikkakasvilajisto ja herneen lakoontuneisuus. Tutkimuksen kalkkityppi käsittelyn tulosten perusteella tehtävä suositus olisi ennemmin levittää kalkkityppeä kuin rikkaäestää pelto vain kerran. Rikkakasvien painojen minimoimiseksi kannattaa ennemmin levittää kalkkityppeä kuin rikkaäestää pelto kahdesti. Rikkakasvien lukumäärän vähentämiseksi pelto kannattaa rikkaäestää kahdesti.

Herneen mekaanista rikkakasvintorjuntaa on tutkittu Suomessa hyvin vähän. Tutkimusta kannattaisi lisätä, sillä mekaanisella rikkakasvintorjunnalla voidaan vähentää rikkakasvien lukumäärää ja painoa. Lisäksi kemiallisten torjunta-aineiden varoaikoja saatetaan pidentää entisestään, jolloin vaihtoehtoisia rikkakasvintorjuntamenetelmiä tarvitaan entistä enemmän. Jatkotutkimuksessa olisi mielenkiintoista yhdistää kalkkityypen (Perlka®) käyttö ja ainakin yksi rikkaäestyskerta samaan koealaan. Näiden käsittelyiden yhdistäminen voisi vähentää tehokkaasti rikkakasvien lukumäärää ja rikkakasvien kuivapainoa. Lisäksi kannattaisi kokeilla rikkaäestystä ennen herneen orastumista maan pintaan ja vielä taimettumisen jälkeen kaksi tai kolme kertaa, koska tämän tutkimuksen 2 äestetty -koeala ei aiheuttanut suuria tappiota herneiden lukumäärässä eikä sadossa. Tämän tutkimuksen lisäksi useat tutkimukset ovat osoittaneet rikkaäestyksen olevan tehokas tapa vähentää rikkakasveja.

## **8. KIITOKSET**

Haluaisin kiittää Muuttuvat viljelymenetelmät-hanketta, joka tarjosi maisterin tutkielmalle koejärjestelyt. Erityiskiitos yrityksille, jotka olivat mukana MUUVI-hankkeessa Apetit, Kasvis-Kartano Oy ja Pyhäjärvi-instituuttisäätiö. Kiitän myös ohjaajia professori Laura Alakukkoa ja asiantuntijaa Sauli Jaakkolaa. Kiitos myös tilastotieteen lehtorille Jarkko Isotalolle, joka auttoi tutkimuksen tilastollisessa osiossa. Kiitos viljelijöille ja Räpin koetilalle, joiden pelloilla kokeet suoritettiin.

## 9. LÄHTEET

- Aaltonen M., Hannukkala A., Huusela-Veistola E., Jalli H., Ketola J., Känkänen H., Nissinen A., Raiskio S., Ruuttunen P., Salo T., Tiilikkala K., Tuovinen T. ja Vänninen I. 2016. Herne: IPM-ohjeet 2016. Luonnonvarakeskus (Luke). 23 s. <http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/532766/Luke-herneopas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Viitattu 24.10.2018
- AlzChem. 2018. Perlka®. AlzChem Group AG. INTERNATIONAL CHEMICAL COMPANY. <https://www.alzchem.com/en/perlka>. Viitattu 11.9.2018
- Anon. 2013. Hierarkkinen lineaarinen regressioanalyysi SPSS-ohjelmistolla. Yhteiskuntatieteellinen tietoaristo. Menetelmäopetuksen tietovaranto-SPSS-opas. <https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/hierarkkinen-lineaarinen-regressio/harjoitus1.html>. Päivitetty 14.5.2013. Viitattu 31.10.2018
- Apetit Group. 2018a. Herneen matka pellolta pakasteeksi. Julkaistu 19.4.2017 ja muokattu 3.5.2018. <https://apetitgroup.fi/hyvinvointia-kasviksista/herneen-matka-pellolta-pakasteeksi/>. Päivitetty 3.5.2018. Viitattu 30.8.2018
- Apetit Group. 2018b. Apetitin strateginen painopistealue kansainvälistymisessä – ruuan viennin osuus kasvussa. Uutisia Apetit-konsernista. <https://apetitgroup.fi/uutisia-apetit-konsernista/apetitin-strateginen-painopistealue-kansainvalistymisessa-ruuan-viennin-osuus-kasvussa/>. Päivitetty 15.6.2018. Viitattu 30.8.2018
- Apetit viljelijärekisteri. 2016. Herne IPM-Ohjeet 2016. Apetit Ruoka Oy. [intranet] Haettu 24.11.2016. Osoitteesta <https://www.apetitviljely.fi/V1/Login.aspx?ReturnUrl=%2fV1%2fdefault.aspx>
- Bakht, T., Khan, I.A., Khan, M. I., Khan, I. ja Khattak, A.M. 2009. Weed Control in Pea (*Pisum sativum L.*) Through Mulching. Pakistan Journal of Weed Science Research 15(1): 83–89. Tulostettu 07.05.2017
- BASF. 2006. Basagran M 75 Rikkakasvien torjuntaan/Växtskyddsmedek mot ogräs. BASF Oy. Hyväksytty 2006. [https://www.agro.basf.fi/agroportal/fi/media/migrated/fi/productfiles/labels/2015/Basagran\\_M\\_75\\_031214.pdf](https://www.agro.basf.fi/agroportal/fi/media/migrated/fi/productfiles/labels/2015/Basagran_M_75_031214.pdf). Viitattu 10.9.2018
- BASF. 2015. Käyttöturvallisuustiedote, Basagran SG. BASF Oy. [http://kasvinsuojelu.berner.fi/sites/kasvinsuojelu.berner.fi/files/attachments/basagran\\_sg\\_sds\\_fi\\_24.4.2015\\_0.pdf](http://kasvinsuojelu.berner.fi/sites/kasvinsuojelu.berner.fi/files/attachments/basagran_sg_sds_fi_24.4.2015_0.pdf). Päivitetty 24.04.2015. Viitattu 10.9.2018
- Bayer Crop Science. 2018. Fenix rikkakasvien torjuntaan. Hyväksytty 2014. <https://www.cropscience.bayer.fi/~media/Bayer%20CropScience/Scandinavia/Finland/Products/Etiketti/Updated%2009022015/Fenix%20mp.ashx>. Julkaistu 29.4.2014, viitattu 10.9.2018
- Begna, S. H., Fielding, D. J., Tsegaye, T., van Veldhuizen, R., Angadi, S. ja Smith, D. L. 2011. Intercropping of oat and field pea in Alaska: An alternative approach to quality forage production and weed control. Acta Agriculturae Scandinavica Section B -Soil and Plant Science 61: 235–244. Tulostettu 16.2.2018

- Blackshaw, R. E., Moyer, J. R., Harker, K. N. ja Clayton, G. W. 2005. Integration of Agronomic Practices and Herbicides for Sustainable Weed Management in a Zero-Till Barley Field Pea Rotation. *Weed Technology* 19: 190–196. Tulostettu 31.10.2018
- Ćupina, B., Krstić, Đ., Mikić, A., Erić, P., Vučković, S. ja Pejić, B. 2010. The effect of field pea (*Pisum sativum* L.) companion crop management on red clover (*Trifolium pratense* L.) establishment and productivity. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 34: 275–283. Tulostettu 16.02.2018
- Danielson, C. E. 1956. Starch Formation in Ripening Pea Seeds. *Physiologia Plantarum* 9: 212–219. Tulostettu 30.10.2018
- Elintarviketeollisuusliitto, ETL. 2018. Tilastoja elintarvikkeiden viennistä ja tuonnista. <http://www.etl.fi/etl-tilastopalvelu.html>. Viitattu 30.8.2018
- Erkamo, M. 2015. Uusi Rikkakasviopas, pelto, puutarha ja taimistot. Kasvinsuojeluseura ry. Bookwell Oy, Porvoo 2015. Julkaisu 104. 140 s.
- Evira. 2012. Tiesitkö tämän kasvinsuojelujäämistä? Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Evira, tuoteturvallisuusyksikkö. [https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisut/esitteet/tiesitko\\_taman\\_kasvinsuojeluainejaamista.pdf](https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisut/esitteet/tiesitko_taman_kasvinsuojeluainejaamista.pdf). Viitattu 10.9.2018
- Haliniarz, M., Gawęda, D., Kwiatkowski, C., Fratnt M. ja Róžańska-Boczula, M. 2014. Weed biodiversity in field pea under reduced tillage and different mineral fertilization conditions. *Bulgarian Journal of Agriculture Science* 20 (6): 1340–1348. Tulostettu 07.05.2017
- Harker, K. N., Blackshaw, R. E. ja Clayton, G. W. 2001. Timing Weed Removal in Field Pea (*Pisum sativum*). *Weed Technology* 15(2): 277–283. Tulostettu 07.05.2017
- Ihanainen, M., Lehto, M., Lehtovaara, A. ja Toponen, T. 2010. Ravitsemustieto osaksi ammattitaitoa. 2.-3. painos. Helsinki: WSOYpro Oy.
- Ilmatieteen laitos. 2018. <https://ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>. Viitattu 18.12.2018
- Ilmastokatsaus 2017a. <http://www.ilmastokatsaus.fi/2017/05/12/huhtikuun-kuukausikatsaus-2017/>. Julkaistu 12.5.2017, viitattu 10.12.2017
- Ilmastokatsaus 2017b. <http://www.ilmastokatsaus.fi/2017/06/06/toukokuun-2017-kuukausikatsaus/>. Julkaistu 6.6.2017, viitattu 10.12.2017
- Ilmastokatsaus 2017c. <http://www.ilmastokatsaus.fi/2017/07/04/kesakuun-2017-kuukausikatsaus/>. Julkaistu 4.7.2017, viitattu 10.12.2017
- Ilmastokatsaus 2017d. <http://www.ilmastokatsaus.fi/2017/08/02/heinakuun-2017-kuukausikatsaus/>. Julkaistu 2.8.2017, viitattu 10.12.2017
- Ilmastokatsaus 2017e. <http://www.ilmastokatsaus.fi/2017/09/18/elokuun-2017-kuukausikatsaus/>. Julkaistu 18.9.2017, viitattu 10.12.2017

- Jilani, T. A., Waseem, K. ja Jilani, M. S. 2016. Effect of weed management techniques for better growth and yield of pea (*Pisum sativum* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 53(4), 901–909. Tulostettu 07.05.2017
- Johnson, E. N. ja Holm, F. A. 2010. Pre-emergence mechanical weed control in field pea (*Pisum sativum* L.). *Canadian Journal of Plant Science* 90: 133–138. Tulostettu 07.05.2017
- Johnston A. M. ja Stevenson, F. C. 2001. Field pea response to seeding depth and P fertilization. *Canadian Journal of Plant Science* 81:573–575. Tulostettu 27.10.2018
- Jokanović, M.R., Jovicevic, D., Jepic, A.N. ja Vujicic, B.L. 2006. Characteristics and Suitability of Some Pea (*Pisum sativum* L.). *Varieties for Processing. Acta Periodica Technologica* 37: 13–20. Tulostettu 30.10.2018
- Kallela, M., Suojala, T., Nissinen, A., Jaakkola, S. ja Vanhala, P. 2004. Luomukasvisten tuotanto teollisuudelle. Vaihtoehtoja ravinnetalouden ja kasvintuhoajien hallintaan laajamittaisessa luomuvihannesviljelyssä. MTT Jokioinen. *Maa- ja elintarviketalous* 49. s. 7–37. Tulostettu 4.4.2018
- Karate Zeon-tekniikka. 2006. Karate Zeon-tekniikka, Tuhoeläinten torjunta-aine. Myyntipäällyksen teksti. Tarkastettu 20.11.2016.  
[https://www.hankkija.fi/Liitetiedostot/Docs/karate\\_zeon\\_tekniikka.pdf](https://www.hankkija.fi/Liitetiedostot/Docs/karate_zeon_tekniikka.pdf). Viitattu 11.9.2018
- Keliakialiitto. 2018. Mikä keliakia? <https://www.keliakialiitto.fi/keliakia/keliakia-sairautena/>. Viitattu 25.10.2018
- Kurstjens, D. A. G. ja Kropff, M. J. K. 2001. The impact of uprooting and soil-covering on the effectiveness of weed harrowing. *Weed Research* 41: 211–228. Tulostettu 18.10.2018
- Känkänen, H., Jalli, H., Jalli, M., Huusela-Veistola, E. ja Jauhiainen, L. 2012. Herneet tukikasvit seoksissa. Typpi- ja valkuaisomavaraisuuden lisääminen palkokasveja tehokkaasti hyödyntämällä. MTT Jokioinen. *MTT Raportti* 59: s. 32–42. Tulostettu 24.10.2018
- Känkänen, H. ja Kontturi, M. 1988. Kylvötiheyden vaikutus lehtityypiltään erilaisten herneiden sadon muodostumiseen. Kasvinviljelyosasto, Jokioinen. *Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote* 22/88. 86 s. Tulostettu 30.10.2018
- Lehtonen, S. 2018. Apetitin 25-tonniset jättipuimurit kahmivat nyt tuorehernettä sisuksiinsa yötä päivää, pyhät ja arjet. *Maaseudun Tulevaisuus*. *Maatalous* 17.7.2018.  
<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.270458>. Päivitetty 17.7.2018. Viitattu 30.8.2018
- Lundkvist, A. 2009. Effects of pre- and post-emergence weed harrowing on annual weeds in peas and spring cereals. *Weed Research* 49: 409–416. Tulostettu 16.2.2018

- Luonnonvarakeskus Luke, Tilastotietokanta. 2018. Viljelykasvien sato muuttujina ELY-keskus, Laji, Muuttuja ja Vuosi.  
[http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_02%20Maatalous\\_\\_04%20Tuotanto\\_\\_14%20Satotilasto/01\\_Viljelykasvien\\_sato.px/table/tableViewLayout2/?rxid=d288df4d-0aba-483f-82e3-a47b2e2f179e](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__14%20Satotilasto/01_Viljelykasvien_sato.px/table/tableViewLayout2/?rxid=d288df4d-0aba-483f-82e3-a47b2e2f179e). Viitattu 30.8.2018
- Lötjönen, T. ja Mikkola, H. 1997. Rikkakasvien torjunta viljoista riviväliharauksella. Maatalouden tutkimuskeskus. VAKOLAn tiedote 74/97. 22 s. Tulostettu 27.03.2018
- McCormick, K., Salcedo, J., Peck, J. ja Wheeler, A. 2017. SPSS Statistics for Data Analysis and Visualization. John Wiley & Sons, Incorporated. Indianapolis, Indiana
- McDonald, G. K. 2003. Competitiveness against grass weeds in field pea genotypes. *Weed Research* 43: 48–58. Tulostettu 27.10.2018
- Metro. 2014. Metro rikkakasvien torjuntaan. Myyntipäällyksen teksti. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. Hyväksytty 2011.  
<https://kasvinsuojeluaineet.tukes.fi/KareDocs%5C3106Myyntipaallyksenteksti.pdf>. Päivitetty 20.11.2014, viitattu 10.9.2018
- Moisio, J. 2017. Mekaanisen rikkakasvitorjunnan soveltuvuus pakasteherneen viljelyyn. Hämeen ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201703273739>. Tulostettu 30.3.2017
- MTT. 2011. Kasper.  
[https://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/tuh\\_mtt.tuh\\_mtt\\_perus\\_pack.tul\\_tuhoojatiedot\\_kasper?p\\_tuhooja\\_seqno=5](https://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/tuh_mtt.tuh_mtt_perus_pack.tul_tuhoojatiedot_kasper?p_tuhooja_seqno=5). Viitattu 27.11.2018
- Munakamwe, Z. 2008. A psysiological study of weed competition in peas (*Pisum sativum* L.). Lincoln University. Tulostettu 07.05.2017
- Mäki, M., Collin, P., Kekkonen, L., Visakorpi, J. ja Vuoristo, M (toim.). 2006. Keliakia Duodecim, Keliakialiitto. Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy
- Partanen, J. 2014. Ravitsemusseuranta: Keliakialiiton työikäisten sopeutumisvalmennuskurssi. Tampereen ammattikorkeakoulu, opinnäytetyö. <http://www.theseus.fi/handle/10024/76775>. Tulostettu 25.10.2018
- Patel, S. N. 1987. Integrated weed management in *Brassica* species. *Annals of Botany*, 34: 76–83.
- Rajala, J. 1995. Luonnonmukainen maatalous. Helsingin yliopisto. Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. Mikkeli. Julkaisuja 38.
- Rajala, J. 2006a. Rikkakasvien hallinta. Teoksessa: Rajala, J. (toim.). Luonnonmukainen maatalous. Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Mikkeli. Julkaisuja no 80: 256-266.  
<https://luomu.fi/tietoverkko/luonnonmukainen-maatalous-oppikirja-netissa/>. Viitattu 12.12.2018

- Rajala, J. 2006b. Palkokasvien luonnonmukainen viljely. Teoksessa: Rajala, J. (toim.). Luonnonmukainen maatalous. Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Mikkeli. Julkaisuja no 80: 320-336.  
<https://luomu.fi/tietoverkko/luonnonmukainen-maatalous-oppikirja-netissa/>. Viitattu 12.12.2018
- Rana, S. C., Pandita, V. K., Chhokar, R. S. ja Sirohi Sanjai. 2015. Effect of pre and post emergence herbicides on weeds and seed yield of garden pea. *Legume Research*, 38(4): 484–487. Tulostettu 16.02.2018
- Salonen, J., Hyvönen, T. ja Jalli, H. 2005. Weed flora and weed management of field peas in Finland. *Agricultural and Food Science* 14: 189–201. Tulostettu 11.1.2018
- Santín-Montanyá, M. I., Zambrana, E., Fernández-Getino, A. P. ja Tenorio, J. L. 2014. Dry pea (*Pisum sativum* L.) yielding and weed infestation response, under different tillage conditions. *Crop Protection* 65: 122–128. Tulostettu 15.5.2017
- Šarūnaite, L., Deveikyte, I., Arlauskiene, A., Kadžiuliene, Ž. ja Maikšteniene, S. 2013. Pea and spring cereal intercropping systems: advantages and suppression of broad-leaved weeds. *Polish Journal of Environmental Study* 22: 541–551. Tulostettu 16.2.2018
- Saucke, H. ja Ackermann, K. 2006. Weed suppression in mixed cropped grain peas and false flax (*Camelina sativa*). *Weed Research* 46: 453–461. Tulostettu 16.02.2018
- Tilastokeskus. 2018. <https://www.stat.fi/meta/kas/mediaani.html>. Viitattu 18.12.2018
- Townley-Smith, L. ja Wright, A. T. 1994. Field pea cultivar and weed response to crop seed rate in western Canada. *Canadian Journal of Plant Science* 74: 387–393. Tulostettu 28.3.2018
- Viljavuuspalvelu. 2008. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. Julkaissut Viljavuuspalvelu. Tulostettu 6.9.2018
- Visscher, G. J. W., ja Lovink, E. 1999. Pea tenderometers and their calibration. *LWT-Food Science and Technology* 32: 455–459. Tulostettu 24.10.2018
- Wall, D.A. ja Townley-Smith, L. 1996. Wild mustard (*Sinapis arvensis*) response to field pea (*Pisum sativum*) cultivar and seeding rate. *Canadian Journal of Plant Science* 76: 907–914. Tulostettu 24.03.2018
- Woźniak, A. 2012. Weed infestation of pea (*Pisum sativum* L.) crop under the conditions of plough and ploughless tillage. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 11(2): 253–262. Tulostettu 15.5.2017
- Woźniak, A. ja Soroka, M. 2014. Effects of long-term reduced tillage on weed infestation of pea (*Pisum sativum* L.). Polish Botanical Society. *Acta Agrobotanica* 67(3): 119–126. Tulostettu 16.02.2018

**LIITE 1: TENDEROMETRILUKEMIEN KERTOIMET**

Taulukko 1. Tenderometrilukemaa vastaava kerroin (Tiedot saatu ja muokattu Apetitin viljelykoordinaattorilta)

Tend. luku	kerroin	Tend. luku	kerroin	Tend. luku	kerroin	Tend. luku	kerroin
alle 80	2,330	99	1,130	119	0,947	139	0,869
80	2,180	100	1,110	120	0,942	140	0,867
81	2,050	101	1,090	121	0,937	141	0,864
82	1,930	102	1,070	122	0,932	142	0,861
83	1,820	103	1,060	123	0,927	143	0,858
84	1,720	104	1,050	124	0,922	144	0,855
85	1,640	105	1,040	125	0,917	145	0,852
86	1,570	106	1,030	126	0,912	146	0,848
87	1,510	107	1,020	127	0,908	147	0,844
88	1,460	108	1,010	128	0,904	148	0,840
89	1,420	109	1,005	129	0,900	149	0,835
90	1,380	110	1,000	130	0,896	150 ja yli	0,83
91	1,340	111	0,990	131	0,892		
92	1,310	112	0,982	132	0,888		
93	1,280	113	0,977	133	0,885		
94	1,250	114	0,972	134	0,882		
95	1,220	115	0,967	135	0,879		
96	1,190	116	0,962	136	0,876		
97	1,170	117	0,957	137	0,873		
98	1,150	118	0,952	138	0,871		

Tend. luku = Tenderometriluku

## LIITE 2: MAANÄYTTEIDEN MENETELMÄKUVAUKSET

### MENETELMÄKUVAUKSET

FVM01	Pintamaan maaleji: Aistinvarainen määrittäminen	FVM02	Multavuus: Aistinvarainen määrittäminen
FVM03	Johtoluku: Vuorinen, J. & Mäkitie O. 1955	FVM04	pH: Vuorinen, J. & Mäkitie O. 1955
FVM05	Kalsium (Ca), vaihtuva: Vuorinen, J. & Mäkitie O. 1955	FVM06	Fosfori (P), vaihtuva: Vuorinen, J. & Mäkitie O. 1955
FVM07	Kalium (K), vaihtuva: Vuorinen, J. & Mäkitie O. 1955	FVM08	Magnesium (Mg), vaihtuva: Vuorinen, J. & Mäkitie O. 1955
FVM10	Rikki (S), vaihtuva: Vuorinen, J. & Mäkitie O. 1955	FVM11	Boori (B), liukoinen: Soil Sci. 57:25-35
FVM12	Kupari (Cu), liukoinen: Acta Agr. Fenn. 122:223-232	FVM13	Mangaani (Mn), liukoinen: Acta Agr. Fenn. 122:223-232
FVM14	Sinkki (Zn), liukoinen: Acta Agr. Fenn. 122:223-232	FVM15	Kationinvaihtokapasiteetti: CC Attribution-ShareAlike 4.0
FVM16	Nitraattityppi (NO <sub>3</sub> -N): Sis. men., Elektrometri	FVM20	Liukoinen tyyppi, Kjeldahl, maa: EN 13654-1 (mod.)
FVM34	Kalkitustarve:	FVM36	Hehkutushäviö:

**Huomautukset**  
 Asiakirjojen osittainen kopioiminen on kielletty. Testaustulos koskee vain tutkittua näytettä. Lausunto ei kuulu akkreditoimien piiriin. Akkreditoituidut menetelmät on arvioitu tutkimuksen suorittaneen laboratorion oman maan akkreditointilimen toimesta. Tämä tutkimustodistus on luotu sähköisesti ja se on tarkastettu ja hyväksytty. Mittausepävarmuuksien osalta lisätietoja saatavilla pyydetäessä.  
 # = tulos poikkeaa viitearvosta  
 [] = Mahdolliset viitearvot ovat tuloksen perässä hakasulussa.  
 FV = Analysoiva laboratorio on Eurofins Viljavuuspalvelu (Mikkeli).  
 (a) = Analyysit on tehty akkreditoitulla menetelmällä (SFS EN ISO/IEC 17025:2005 FINAS T096).  
 Ali = Analyysin suorittanut laboratorio ei kuulu Eurofins-konserniin.

(Tiedot otettu viljelijöiden viljavuustodistuksesta.)

# LIITE 3: PERLKA® KALKKITYPEN TIEDOT

## TECHNICAL DATA SHEET



### Perlka®

**Description:** Perlka® is a granulated nitrogen fertiliser on the basis of calcium cyanamide (EC-fertiliser, Type 3b).

**Specification:** total nitrogen: 19.8 % N  
nitrate nitrogen: 1.8 % N  
(declaration according to regulation (EC) 2003/2003)

**Characteristics:** typical ingredients:  
cyanamide nitrogen: ..... 15.5 % N  
other N-compounds: ..... 2.5 % N  
liming ingredients\*: ..... > 50 %  
C (free): ..... approx. 10 %  
.....\*(liming ingredients calculated as CaO)

**Properties:** appearance: grey-black granules bulk weight:  
1,000 kg/m<sup>3</sup>  
granular size: 0.8 – 3.5 mm

**Packaging:** 25 kg PE-bag, on pallets  
50 kg PE-bag, on pallets  
600 kg big bag  
bulk material

**Storage Conditions:** Store dry and separated from acids, bases, oxidizing agents and ammonium nitrate. Keep away from combustible material.

AlzChem AG, Dr. Albert-Frank-Straße 32, 83308 Trostberg  
Phone +49 8621/86-2838, Fax +49 8621/86-2252 Email:  
agro@alzchem.com

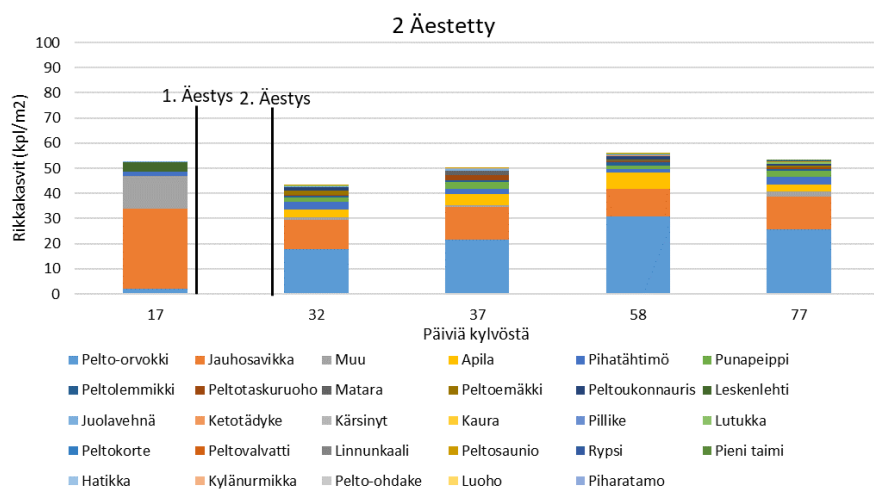
This information and all technical and other advice are based on AlzChem's present knowledge and experience. However, AlzChem assumes no liability for such information or advice, including the extent to which such information or advice may relate to third party intellectual property rights or to laws and provisions. AlzChem reserves the right to make any changes to information or advice at any time, without prior or subsequent notice. ALZCHEM

DISCLAIMS ALL REPRESENTATIONS AND WARRANTIES, WHETHER EXPRESS OR IMPLIED, AND SHALL HAVE NO LIABILITY FOR MERCHANTABILITY OF THE PRODUCT OR ITS FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE (EVEN IF ALZCHEM IS AWARE OF SUCH PURPOSE), OR OTHERWISE. ALZCHEM SHALL NOT BE RESPONSIBLE FOR CONSEQUENTIAL, INDIRECT OR INCIDENTAL DAMAGES (INCLUDING LOSS OF PROFITS) OF ANY KIND. It is the customer's sole responsibility to arrange for inspection and testing of incoming products by qualified experts. Reference to trade names used by other companies is neither a recommendation nor an endorsement of the corresponding product, and does not imply that similar products could not be used.

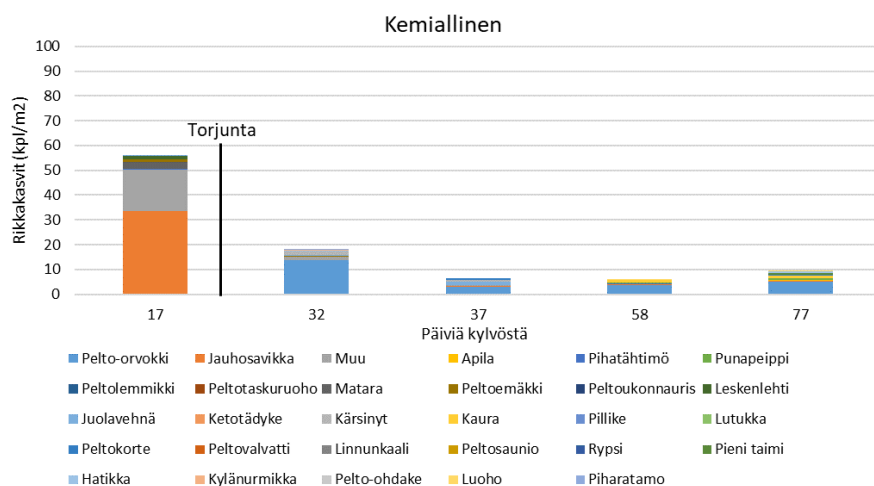
**Edition: 03/ 2016 (This data sheet supersedes all previous data sheets for this product)**

## LIITE 4: RIKKAKASVILAJIT LOHKO KOHTAISESTI

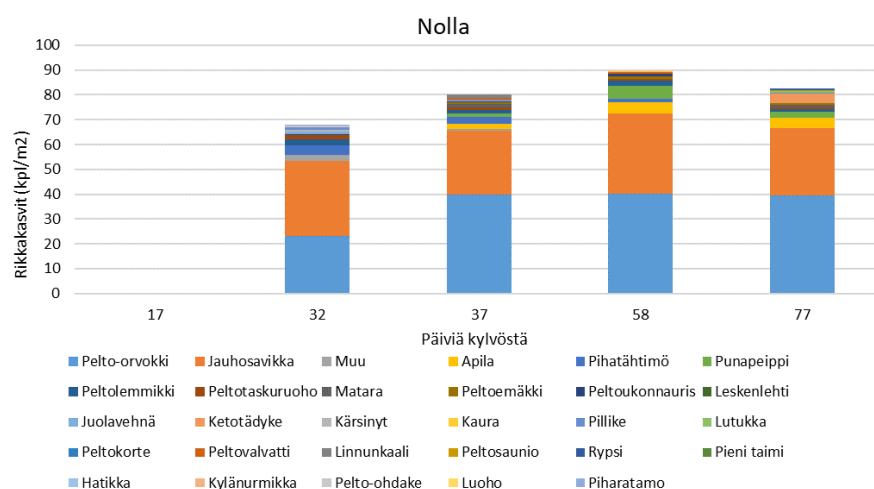
### Lohko 1:n rikkakasvit lajeittain ja näytteenottokerroittain.



Kuva 1. Lohko 1:n 2 äestetty -koealan rikkakasvilajistot

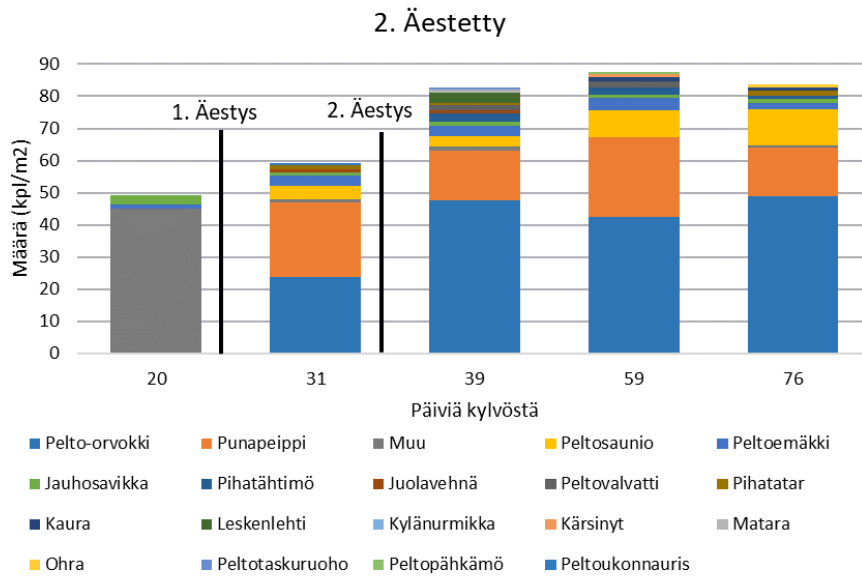


Kuva 2. Lohko 1:n kemiallisen koealan rikkakasvilajistot

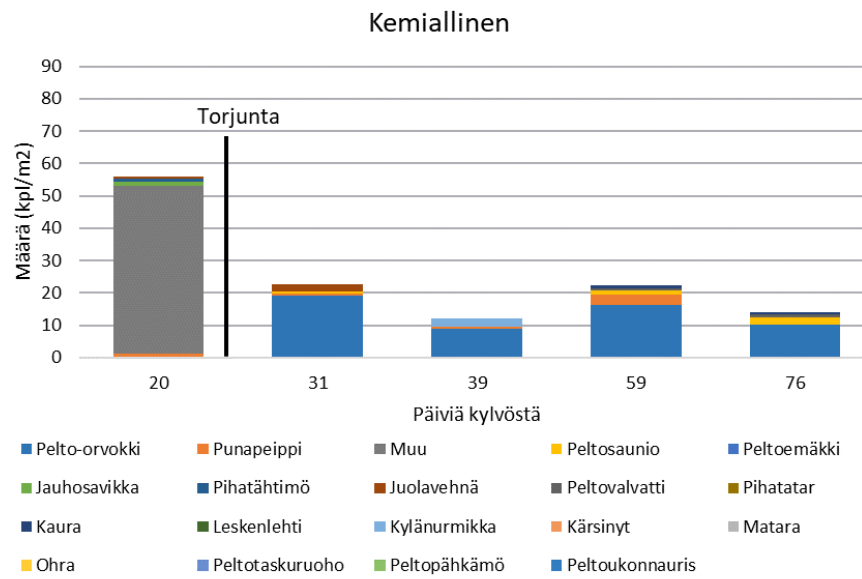


Kuva 3. Lohko 1:n nolla -koealan rikkakasvilajistot

## Lohko 2:n rikkakasvit lajeittain ja näytteenottokerroittain.

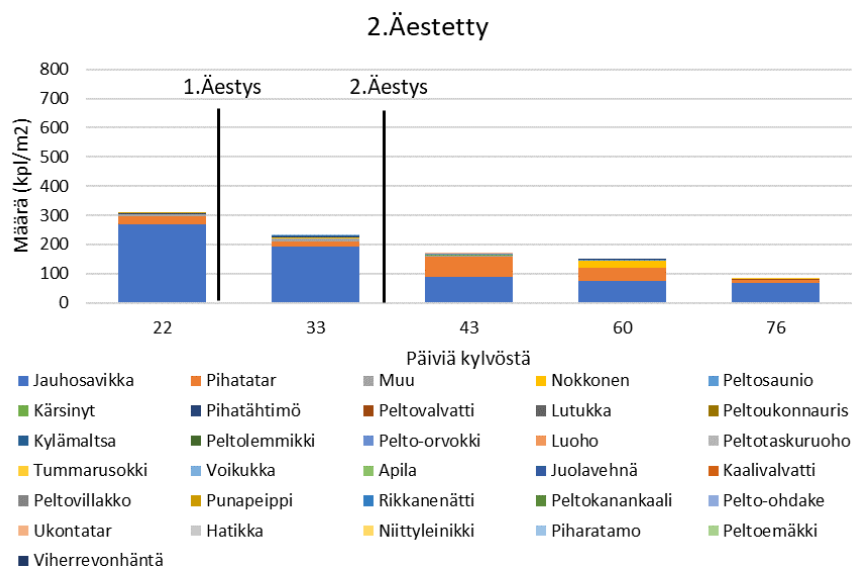


Kuva 4. Lohko 2:n 2 äestetty -koealan rikkakasvilajistot

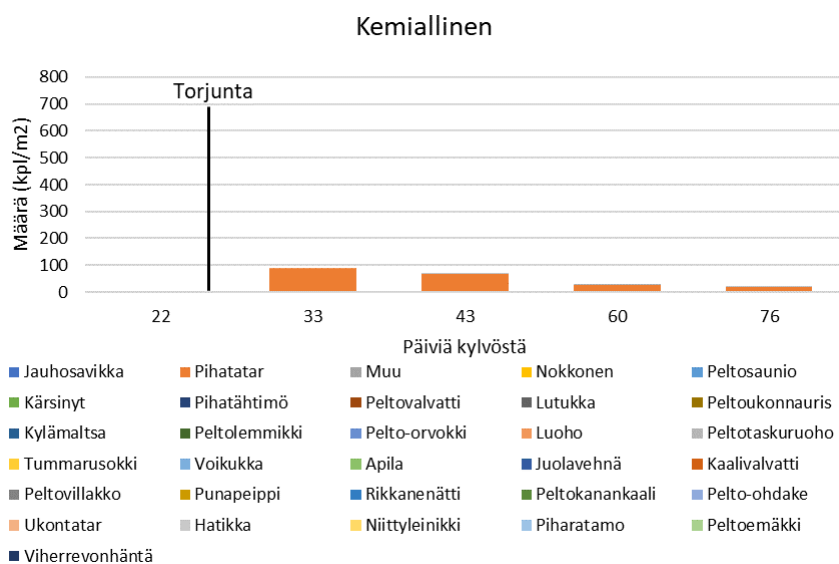


Kuva 5. Lohko 2:n kemiallisen koealan rikkakasvilajistot

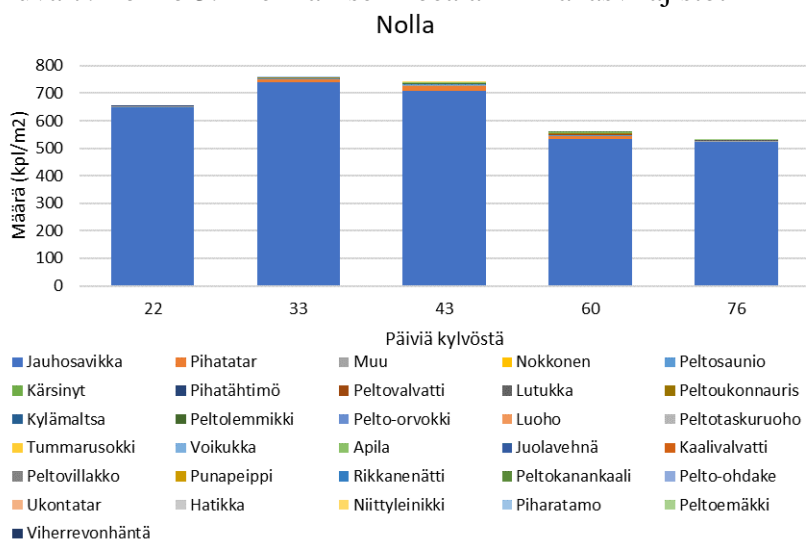
### Lohko 3:n rikkakasvit lajeittain ja näytteenottokerroittain.



Kuva 6. Lohko 3:n 2 äestetty -koealan rikkakasvilajistot

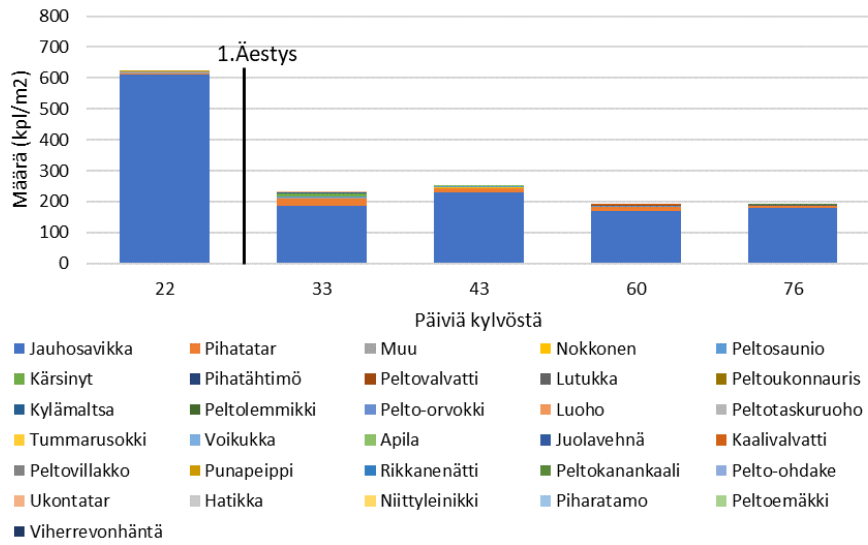


Kuva 7. Lohko 3:n kemiallisen koealan rikkakasvilajistot



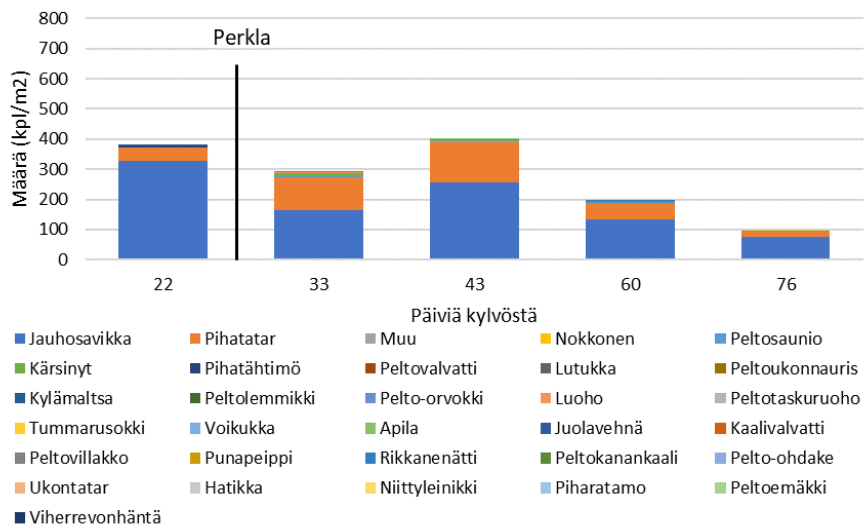
Kuva 8. Lohko 3:n nolla -koealan rikkakasvilajistot

## 1. Äestetty



Kuva 9. Lohko 3:n 1 äestetty -koealan rikkakasvilajistot

## Kalkkityppi



Kuva 10. Lohko 3:n kalkkityppi -koealan rikkakasvilajistot

## LIITE 5: TILASTOLLISTEN TULOSTEN PARIVERTAILUJEN ARVOT (KÄSITTELYT KEMIALLINEN, 2 ÄESTETTY JA NOLLA)

Taulukko 1. Kemiallinen, 2 äestetty ja nolla -koealojen rikkakasvimäärien parivertailujen tulokset (SPSS versio 25).

### Pairwise Comparisons<sup>a</sup>

(I) Käsitteily		Mean Difference (I-J)	Std. Error	df	Sig. <sup>c</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>c</sup>	
						Lower Bound	Upper Bound
2 Äestetty	Kemiallinen	68,518	77,253	22,921	0,384	-91,323	228,358
	Nolla	-185,489 <sup>*</sup>	78,232	24,004	0,026	-346,949	-24,028
Kemiallinen	2 Äestetty	-68,518	77,253	22,921	0,384	-228,358	91,323
	Nolla	-254,007 <sup>*</sup>	78,266	24,046	0,003	-415,524	-92,489
Nolla	2 Äestetty	185,489 <sup>*</sup>	78,232	24,004	0,026	24,028	346,949
	Kemiallinen	254,007 <sup>*</sup>	78,266	24,046	0,003	92,489	415,524

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Dependent Variable: Rikkakasvienlukumäärä.

c. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Taulukko 2. Kemiallinen, 2 äestetty ja nolla -koealojen rikkakasvien kuivapainojen parivertailujen tulokset (SPSS versio 25).

### Pairwise Comparisons<sup>a</sup>

(I) Käsitteily		Mean Difference (I-J)	Std. Error	df	Sig. <sup>c</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>c</sup>	
						Lower Bound	Upper Bound
2 Äestetty	Kemiallinen	21,017	12,310	21,486	0,102	-4,547	46,582
	Nolla	-37,758 <sup>*</sup>	12,744	23,990	0,007	-64,061	-11,455
Kemiallinen	2 Äestetty	-21,017	12,310	21,486	0,102	-46,582	4,547
	Nolla	-58,775 <sup>*</sup>	12,761	24,113	0,000	-85,106	-32,444
Nolla	2 Äestetty	37,758 <sup>*</sup>	12,744	23,990	0,007	11,455	64,061
	Kemiallinen	58,775 <sup>*</sup>	12,761	24,113	0,000	32,444	85,106

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Dependent Variable: Rikkakasvienpaino.

c. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Taulukko 3. Kemiallinen, 2 äestetty ja nolla -koealojen hernemäärien parivertailujen tulokset (SPSS versio 25).

Pairwise Comparisons<sup>a</sup>

(I) Käsitteily		Mean Difference (I-J)	Std. Error	df	Sig. <sup>c</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>c</sup>	
						Lower Bound	Upper Bound
2 Äestetty	Kemiallinen	-8,064*	2,912	12,393	0,017	-14,386	-1,742
	Nolla	-7,826*	3,366	20,054	0,031	-14,846	-0,807
Kemiallinen	2 Äestetty	8,064*	2,912	12,393	0,017	1,742	14,386
	Nolla	0,238	3,385	20,197	0,945	-6,818	7,293
Nolla	2 Äestetty	7,826*	3,366	20,054	0,031	0,807	14,846
	Kemiallinen	-0,238	3,385	20,197	0,945	-7,293	6,818

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Dependent Variable: Herneidenlukumäärä.

c. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Taulukko 4. Kemiallinen, 2 äestetty ja nolla -koealojen herneiden kuivapainojen parivertailujen tulokset (SPSS versio 25).

Pairwise Comparisons<sup>a</sup>

(I) Käsitteily		Mean Difference (I-J)	Std. Error	df	Sig. <sup>b</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup>	
						Lower Bound	Upper Bound
2 Äestetty	Kemiallinen	-19,753	26,776	139	0,462	-72,694	33,189
	Nolla	0,193	32,683	139	0,995	-64,426	64,813
Kemiallinen	2 Äestetty	19,753	26,776	139	0,462	-33,189	72,694
	Nolla	19,946	32,870	139	0,545	-45,044	84,936
Nolla	2 Äestetty	-0,193	32,683	139	0,995	-64,813	64,426
	Kemiallinen	-19,946	32,870	139	0,545	-84,936	45,044

Based on estimated marginal means

a. Dependent Variable: Herneidenpaino.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

## LIITE 6: TILASTOLLISTEN TULOSTEN PARIVERTAILUJEN ARVOT (LOHKO 3:N KÄSITTELYT)

Taulukko 1. Lohko 3:n (kaikkien käsittelyiden) rikkakasvimäärien parivertailujen tulokset (SPSS versio 25).

### Pairwise Comparisons<sup>a</sup>

(I) Käsitteily		Mean Difference (I-J)	Std. Error	df	Sig. <sup>c</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>c</sup>	
						Lower Bound	Upper Bound
2 Äestetty	Kemiallinen	113,414	56,621	11,955	0,068	-10,004	236,833
	1 Äestetty	-112,983	52,764	9,016	0,061	-232,311	6,346
	Kalsiumtyppi	-92,057	52,764	9,016	0,115	-211,385	27,271
	Nolla	-475,617*	53,449	9,428	0,000	-595,695	-355,538
Kemiallinen	2 Äestetty	-113,414	56,621	11,955	0,068	-236,833	10,004
	1 Äestetty	-226,397*	55,918	11,458	0,002	-348,875	-103,919
	Kalsiumtyppi	-205,471*	55,918	11,458	0,003	-327,949	-82,993
	Nolla	-589,031*	56,565	11,903	0,000	-712,388	-465,674
1 Äestetty	2 Äestetty	112,983	52,764	9,016	0,061	-6,346	232,311
	Kemiallinen	226,397*	55,918	11,458	0,002	103,919	348,875
	Kalsiumtyppi	20,926	52,009	8,563	0,697	-97,649	139,500
	Nolla	-362,634*	52,704	8,970	0,000	-481,920	-243,347
Kalsiumtyppi	2 Äestetty	92,057	52,764	9,016	0,115	-27,271	211,385
	Kemiallinen	205,471*	55,918	11,458	0,003	82,993	327,949
	1 Äestetty	-20,926	52,009	8,563	0,697	-139,500	97,649
	Nolla	-383,560*	52,704	8,970	0,000	-502,846	-264,273
Nolla	2 Äestetty	475,617*	53,449	9,428	0,000	355,538	595,695
	Kemiallinen	589,031*	56,565	11,903	0,000	465,674	712,388
	1 Äestetty	362,634*	52,704	8,970	0,000	243,347	481,920
	Kalsiumtyppi	383,560*	52,704	8,970	0,000	264,273	502,846

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Dependent Variable: Rikkakasvienlukumäärä.

c. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Taulukko 2. Lohko 3:n (kaikkien käsittelyiden) rikkakasvien kuivapainojen parivertailujen tulokset (SPSS versio 25).

Pairwise Comparisons<sup>a</sup>

(I) Käsitteily		Mean Difference (I-J)	Std. Error	df	Sig. <sup>c</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>c</sup>	
						Lower Bound	Upper Bound
2 Äestetty	Kemiallinen	40,227 <sup>*</sup>	12,525	11,816	0,0076	12,891	67,563
	1 Äestetty	-30,977 <sup>*</sup>	11,833	9,425	0,0269	-57,562	-4,392
	Kalsiumtyppi	22,040	11,833	9,425	0,0939	-4,545	48,625
	Nolla	-59,187 <sup>*</sup>	11,959	9,786	0,0006	-85,912	-32,462
Kemiallinen	2 Äestetty	-40,227 <sup>*</sup>	12,525	11,816	0,0076	-67,563	-12,891
	1 Äestetty	-71,205 <sup>*</sup>	12,395	11,391	0,0001	-98,371	-44,038
	Kalsiumtyppi	-18,188	12,395	11,391	0,1693	-45,354	8,979
	Nolla	-99,415 <sup>*</sup>	12,515	11,775	0,0000	-126,740	-72,089
1 Äestetty	2 Äestetty	30,977 <sup>*</sup>	11,833	9,425	0,0269	4,392	57,562
	Kemiallinen	71,205 <sup>*</sup>	12,395	11,391	0,0001	44,038	98,371
	Kalsiumtyppi	53,017 <sup>*</sup>	11,695	9,031	0,0014	26,575	79,460
	Nolla	-28,210 <sup>*</sup>	11,823	9,388	0,0397	-54,787	-1,633
Kalsiumtyppi	2 Äestetty	-22,040	11,833	9,425	0,0939	-48,625	4,545
	Kemiallinen	18,188	12,395	11,391	0,1693	-8,979	45,354
	1 Äestetty	-53,017 <sup>*</sup>	11,695	9,031	0,0014	-79,460	-26,575
	Nolla	-81,227 <sup>*</sup>	11,823	9,388	0,0001	-107,804	-54,650
Nolla	2 Äestetty	59,187 <sup>*</sup>	11,959	9,786	0,0006	32,462	85,912
	Kemiallinen	99,415 <sup>*</sup>	12,515	11,775	0,0000	72,089	126,740
	1 Äestetty	28,210 <sup>*</sup>	11,823	9,388	0,0397	1,633	54,787
	Kalsiumtyppi	81,227 <sup>*</sup>	11,823	9,388	0,0001	54,650	107,804

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Dependent Variable: Rikkakasvienpaino.

c. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Taulukko 3. Lohko 3:n (kaikkien käsittelyiden) hernemäärien parivertailujen tulokset (SPSS versio 25).

Pairwise Comparisons<sup>a</sup>

(I) Käsitteily		Mean Difference (I-J)	Std. Error	df	Sig. <sup>c</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>c</sup>	
						Lower Bound	Upper Bound
2 Äestetty	Kemiallinen	-13,530*	4,994	60,000	0,009	-23,521	-3,540
	1 Äestetty	-1,208	4,582	60,000	0,793	-10,373	7,958
	Kalsiumtyppi	-6,516	4,582	60,000	0,160	-15,681	2,649
	Nolla	-17,123*	4,653	60,000	0,001	-26,431	-7,815
Kemiallinen	2 Äestetty	13,530*	4,994	60,000	0,009	3,540	23,521
	1 Äestetty	12,323*	4,922	60,000	0,015	2,478	22,168
	Kalsiumtyppi	7,014	4,922	60,000	0,159	-2,831	16,860
	Nolla	-3,592	4,988	60,000	0,474	-13,571	6,386
1 Äestetty	2 Äestetty	1,208	4,582	60,000	0,793	-7,958	10,373
	Kemiallinen	-12,323*	4,922	60,000	0,015	-22,168	-2,478
	Kalsiumtyppi	-5,309	4,503	60,000	0,243	-14,315	3,698
	Nolla	-15,915*	4,575	60,000	0,001	-25,067	-6,763
Kalsiumtyppi	2 Äestetty	6,516	4,582	60,000	0,160	-2,649	15,681
	Kemiallinen	-7,014	4,922	60,000	0,159	-16,860	2,831
	1 Äestetty	5,309	4,503	60,000	0,243	-3,698	14,315
	Nolla	-10,607*	4,575	60,000	0,024	-19,759	-1,455
Nolla	2 Äestetty	17,123*	4,653	60,000	0,001	7,815	26,431
	Kemiallinen	3,592	4,988	60,000	0,474	-6,386	13,571
	1 Äestetty	15,915*	4,575	60,000	0,001	6,763	25,067
	Kalsiumtyppi	10,607*	4,575	60,000	0,024	1,455	19,759

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Dependent Variable: Herneidenlukumäärä.

c. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Taulukko 4. Lohko 3:n (kaikkien käsittelyiden) herneiden kuivapainojen parivertailujen tulokset (SPSS versio 25).

Pairwise Comparisons<sup>a</sup>

(I) Käsittely		Mean Difference (I-J)	Std. Error	df	Sig. <sup>b</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup>	
						Lower Bound	Upper Bound
2 Äestetty	Kemiallinen	12,852	37,127	60,000	0,730	-61,412	87,117
	1 Äestetty	13,273	34,060	60,000	0,698	-54,857	81,404
	Kalsiumtyppi	-29,628	34,060	60,000	0,388	-97,758	38,503
	Nolla	33,116	34,590	60,000	0,342	-36,075	102,307
Kemiallinen	2 Äestetty	-12,852	37,127	60,000	0,730	-87,117	61,412
	1 Äestetty	0,421	36,588	60,000	0,991	-72,765	73,607
	Kalsiumtyppi	-42,480	36,588	60,000	0,250	-115,666	30,706
	Nolla	20,263	37,081	60,000	0,587	-53,911	94,437
1 Äestetty	2 Äestetty	-13,273	34,060	60,000	0,698	-81,404	54,857
	Kemiallinen	-0,421	36,588	60,000	0,991	-73,607	72,765
	Kalsiumtyppi	-42,901	33,472	60,000	0,205	-109,854	24,052
	Nolla	19,842	34,011	60,000	0,562	-48,189	87,874
Kalsiumtyppi	2 Äestetty	29,628	34,060	60,000	0,388	-38,503	97,758
	Kemiallinen	42,480	36,588	60,000	0,250	-30,706	115,666
	1 Äestetty	42,901	33,472	60,000	0,205	-24,052	109,854
	Nolla	62,743	34,011	60,000	0,070	-5,288	130,775
Nolla	2 Äestetty	-33,116	34,590	60,000	0,342	-102,307	36,075
	Kemiallinen	-20,263	37,081	60,000	0,587	-94,437	53,911
	1 Äestetty	-19,842	34,011	60,000	0,562	-87,874	48,189
	Kalsiumtyppi	-62,743	34,011	60,000	0,070	-130,775	5,288

Based on estimated marginal means

a. Dependent Variable: Herneidenpaino.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).