

Ville Hollanti ja Heikki Äijö

Herneen kylvötiheys kokoviljasäilörehussa

Opinnäytetyö

Kevät 2016

Elintarvike ja maatalous

Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Koulutusohjelma: Agrologi (AMK)

Tekijä: Ville Hollanti ja Heikki Äijö

Työn nimi: Herneen kylvötiheys kokoviljasäilörehussa

Ohjaaja: Riikonen Leena, Koskimies Heikki

Vuosi: 2016 Sivumäärä: 62

Liitteiden lukumäärä: -

Kokoviljasäilörehu on lisääntynyt nautakarjan karkearehuna. Kokoviljasäilörehu on perinteisesti tehty viljoista, mutta nykyisin seokseen usein lisätään erilaisia palkokasveja, kuten hernettä. Palkokasvit nostavat kokoviljasäilörehun satoa, valkuaispitoisuutta ja sulavuutta.

Valkuaisomavaraisuuden nostaminen nautakarjatilalla on taloudellisesti usein kannattavaa ja kokoviljasäilörehun viljely tarjoaa mahdollisuuden monipuolisempaan viljelykiertoon.

Ilmajoen koulutilan viljelykokeessa tutkittiin kolmea eri hernelajiketta: kahta vihantalajiketta, Florida ja Arvika ja yhtä puitavaa lajiketta, Hulda. Kokeessa oli myös kolmea eri tiheyttä ja kahta eri tukikasvia. Tiheydet olivat herneellä 30, 45 ja 60 kpl/m² sekä viljalla 200 kpl/m². Tukikasveina olivat vehnä ja ohra-kaura. Kasvustönäytteitä kerättiin kaksi kertaa, heinäkuun lopussa ja elokuun alussa. Näytteet analysoitiin Valion Seinäjoen laboratoriossa.

Yhden vuoden viljelykokeessa havaittiin puitavan hernelajikkeen sadon nousevan tiheyden myötä kun taas vihantalajikkeet jopa kärsivät liian suuresta tiheydestä. Puitava lajike hyötyi myöhemmästä korjuusta, mutta vihantalajikkeet eivät huomattavasti hyötäneet pidemmästä kasvuajasta. Tulokset ovat vain yhdeltä vuodelta, joten yleistettäviä tuloksia on vaikea sanoa. Myös mittausvirheet ja analysointivirheet saattavat vääristää tuloksia.

Talouden näkökulmasta herneen kylvötiheys kokoviljasäilörehun kasvustossa vaikuttaa korjattavan sadon kuiva-ainepitoisuuteen ja energiatasoon. Kuiva-ainepitoisuuden ja energiatason on oltava korkeita, jotta seoskasvuston viljely olisi kannattavaa.

Avainsanat: Herne, seoskasvusto, kokoviljasäilörehu, kylvötiheys, viljelykoe

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Author/s: Heikki Äijö ja Ville Hollanti

Title of thesis: Pea sowing density in whole-crop silage

Supervisor(s): Riikonen Leena, Koskimies Heikki

Year: 2016 Number of pages: 62 Number of appendices: -

The use of whole-crop silage has increased in the feeding of cattle. Usually a whole-crop is made-up of different grains, but currently they are adding a variety of pulses, such as peas. Pulses increase the yield and protein content of the crop.

Increasing the self-sufficiency of proteins in the feeding of the cattle is cost-effective, and whole-crop farming provides the opportunity for more versatile crop rotation.

In the seeding test three different types of peas were researched: two of them Arvika and Florida were whole-crop types and the last one Hulda was a harvest type of pea. In the test there were three different types of sowing density and two different grains. Seeding densities for peas were 30, 45 and 60 pcs/m² and grain was 200 pcs/m². Samples were collected two times, at the end of the July and in the beginning of August. The samples were analysed in the Valio laboratory in Seinäjoki.

In the one year test it was discovered that with the harvest type of pea Huldass the crop yield rises if the seeding density is tight. Hulda also benefited from a late summer harvest. The two other type of peas suffered from too tight a density and they didn't benefit from late summer harvesting.

The results are only from one year so it is difficult to draw common conclusion. Also mistakes in measurements and the analyzing process may have corrupted the results.

From an economic point of view, the seeding density of whole grain silage harvested crops affects the crops dry matter content and energy level. The dry matter content and the energy level must be high so that the use of mixed crop farming could be profitable.

Keywords: pea, mixed crops, whole-crop silage, seeding density, seeding test

SISÄLTÖ

Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	9
1.1 Taustaa	9
1.2 Tutkimuksen viitekehys	10
1.2.1 Ulkoinen viitekehys	10
1.2.2 Sisäinen viitekehys	10
2 KOKOVILJASÄILÖREHUN VILJELY SUOMESSA	12
2.1 Viljelyn merkitys ja mahdollisuudet.....	12
2.1.1 Kokoviljasäilörehun hyödyt.....	13
2.1.2 Kokoviljasäilörehun ongelmat	14
2.2 Palkokasvien merkitys typensitojina.....	15
2.3 Viljelypinta-alat.....	18
3 KOKOVILJASÄILÖREHUKASVIT	20
3.1 Yleistä	20
3.2 Viljat	21
3.2.1 Kaura	21
3.2.2 Ohra.....	21
3.2.3 Kevätvehnä	22
3.3 Palkokasvit.....	22
3.3.1 Herne	23
3.3.2 Härkäpapu	24
3.3.3 Lupiini.....	24
3.3.4 Virnat.....	25
3.4 Maissi.....	25
3.5 Aluskasvien käyttö	27
4 VILJELYTEKNIikka	28
4.1 Kylvä ja kylvötiheys	28

4.2 Kasvinsuojelu	29
4.3 Sadonkorjuu	30
4.3.1 Korjuumenetelmät	31
4.3.2 Säilöntä ja varastointi	31
4.4 Sadon määrä ja laatu	32
5 VILJELYKOE ILMAJOELLA	35
5.1 Tutkimuksen tarkoitus	35
5.2 Aineisto ja menetelmät	35
5.2.1 Koejärjestelyt	35
5.2.2 Muokkaus ja kylvö	37
5.2.3 Kasvukauden sää	37
6 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	38
6.1 Orastiheys ja näytteenotto	38
6.2 Botaaninen analyysi	40
6.3 Sadon määrä	42
6.4 Sadon laatu	46
6.5 Taloudelliset tulokset ja niiden tarkastelu	51
6.6 Herneen esikasviarvo	55
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	56
8 POHDINTA	58
LÄHTEET	59

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Lannoitteiden ja maanparannusaineiden ostohintaindeksi.....	18
Kuvio 2. Botaaninen analyysi 1. niitto	40
Kuvio 3. Botaaninen analyysi 2. niitto	41
Kuvio 4. Tuoresadot ja kuiva-ainesadot 1. näytteenotossa.....	42
Kuvio 5. Myöhemmän niiton kuiva-aine- ja tuoresadot.....	43
Kuvio 6. Sadot eri niitoissa ja eri tiheyksillä	44
Kuvio 7. Eri hernelajikkeiden sadon laadun vertailu. Yhdistetty eri korjuuajankohdat ja kylvötiheydet	45
Kuvio 8. Huldin kylvötiheyden ja tukikasvin vaikutus sadon laatuun. 1. ja 2. niitto	46
Kuvio 9. Arvikan kylvötiheyden ja tukikasvin vaikutus sadon laatuun. 1. ja 2. niitto	47
Kuvio 10. Floridan kylvötiheyden ja tukikasvin vaikutus sadon laatuun.1. ja 2. niitto	48
Kuvio 11. Hernelajikkeiden vertailu 1. ja 2. niitossa lajikkeiden keskimääräisten arvojen mukaan	49
Kuvio 12. Kylvötiheyden vertailua, lajikkeet ja näytteenottoajankohdat yhdistettynä	50
Taulukko 1. Eri kasvien typensidontakyky.	16
Taulukko 2. Tuoreviljan alat ja sadot.....	19
Taulukko 3. Kaura/herne- vihantarehun kemiallinen koostumus.....	33
Taulukko 4. Kaura/herne-vihantarehun korjuuaika.....	34
Taulukko 5. Koelohkon viljavuustutkimuksen tiedot.	35
Taulukko 6. Kylvömäärät ja lajikkeet.....	36
Taulukko 7. Oraslaskennan kerranteiden keskiarvo.	38
Taulukko 8. Ensimmäisen näytteenoton katetuottolaskelma.	52
Taulukko 9. Toisen näytteenoton katetuottolaskelma.	53

Käytetyt termit ja lyhenteet

- Kokoviljasäilörehu** Kokoviljasäilörehu tarkoittaa kasvuston korjuuta ennen tuleentumista. Kokoviljasäilörehu korjataan taikinatuleentumisasteella, kun kasvusto alkaa kellastumaan. Tällöin kasvuston kuiva-ainepitoisuus on noin 30–45% ja jyvien 45–55%. Maitotuleentumisaste on liian aikainen vaihe kokoviljasäilörehun korjuuta varten, koska tärkkelystä ei ole muodostunut jyvään ja vilja on kortista. Kasvusto korjataan samalla tavalla karheelta kuin nurmisäilörehu tai kasvusto voidaan korjata pystystä. Tällöin tarkkuussilppurissa tai ajosilppurissa täytyy olla suoraniittopää, jolla kasvusto voidaan katkaista ja korjata pystystä. Sato säilötään säilöntäaineella ja säilötään laakasiiloon, aumaan tai paa-leihin. (Jaakkola 2010.)
- Seoskasvusto** Seoskasvustolla tarkoitetaan kasvustoa, jossa viljellään eri kasvilajeja. Seoskasvustona voi toimia vilja-viljakasvusto, palkokasvi-viljakasvusto tai palkokasvi-palkokasvikasvusto. Seoskasvustossa eri kasvien ominaisuudet täydentävät toisiaan. (Murskeviljan viljely,[viitattu 11.3.2014].)
- Murskevilja** Murskevilja korjataan ennen kuin kasvusto on varsinaisesti tuleentunut. Vilja puidaan keltatuleentumisvaiheessa, jolloin jyvien kosteus on 30–40%. Puinnan jälkeen sato murskataan valssimyllyllä, käsitellään säilöntäaineella ja säilötään esim. laakasiiloon muovilla mahdollisimman nopeasti viljan kosteuden takia. Viljan kosteus ja happi yhdessä altistavat virhekäymiselle. (Murskeviljan viljely .[viitattu 11.3.2014].)
- Vihantavilja** Vihantavilja on yksivuotinen viljakasvusto, tavallisesti ohraa tai kauraa. Niiden kanssa voi seosviljellä raiheinää tai

rehurapsia. Vihantarehun tarkoituksena on kerryttää vihermassaa kasvustosta, lisärehuna laidunkautena ja suojakasvina perustettavalle nurmelle. Vihantavilja korjataan säilörehuna 1-1,5 viikkoa tähkälle tai röyhylle tulon jälkeen.

Vihantaviljojen jälkikasvukyky on heikko, mutta pääsato on runsas. Vihantaviljat ovat viljelyvarmoja, mutta poutavilja mailla kuivuus saattaa haitata. Kuiva-ainepitoisuus jää alhaiseksi ja valkuaistaso tyydyttäväksi, mutta sulavuus jää hyväksi. (Nissinen 2005.)

Kokojyväsäilöntä

Kokojyväsäilönnässä kasvusto puidaan mahdollisimman kuivana. Puitu vilja säilötään esim. propionihapolla viljan varastointivaiheessa. Säilöntäaine annostellaan tasaisesti esim. ruuvikuljettimen päässä olevalla hapottajalla, joka ruiskuttaa tasaisesti säilöntäainetta liikkuvan massaan. Säilöntäaineen määrää annostellaan kosteuden mukaan, eikä viljaa tarvitse peitellä muovilla. (Murskeviljan viljely. [viitattu 11.3.2014].)

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa

Herne-vilja seoskasvustoja viljellään nautakarjatiloiilla viljelykierron parantamiseksi, valkuaispitoisuuden lisäämiseksi säilörehussa sekä herneen typensidonnan vuoksi. Seoskasvusto estää tehokkaasti rikkojen muodostumista ja lisää korjatun sadon määrää. Kokoviljaa viljellessä voidaan käyttää myöhäisempiä lajikkeita, jotka ovat myös satoisampia kuin lajikkeet mistä sato korjattaisiin puimalla. Tämä kasvattaa satopotentiaalia. Herne-vilja seoskasvustot ovat myös suosittuja luonnonmukaisessa nautakarjan tuotannossa edellä mainittujen syiden vuoksi. Herneen kylvötiheydestä on vielä toistaiseksi vähän tietoa. Myös kylvömääräsuositukset vaihtelevat paljon ja ovat yleensä lajikekohtaisia.

Suomessa nautojen ruokinta perustuu karkearehuun. Karkearehu tuotetaan tilalla yleensä itse. Tärkeimpiä karkearehun lähteitä ovat nurmikasvit. Väkiarehu koostuu yleensä viljoista, joita voidaan viljellä tiloilla. Markkinoilla on myös teollisia valmisteita, joilla voidaan täydentää kotoisia viljoja tai korvata ne kokonaan teollisilla valmisteilla. Tiloilla käytetyistä ostorehuista valkuainen on yksi tärkeimmistä komponenteista mutta myös kallein.

Suomessa on alettu puhumaan omavaraisuusasteesta ja sen parantamisesta. Maidon- ja naudanlihantuotannossa suurin tilan ulkopuolelta hankittavan raaka-aineen määrä on ruokinnassa käytetty valkuainen. Yksi keino korvata ostettavaa valkuaista on viljellä sitä itse.

Opinnäytetyö käsittelee herneen ja viljan seoskasvuston sopivan kylvötiheyden määrittämistä. Kylvötiheyskoe toteutettiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun Ilmajoen koulutilalla kesällä 2013. Tutkimuksen tavoitteena oli verrata herne/vilja-seoksen erilaisia kylvötiheyksiä suhteessa sadon määrään ja laatuun. Tutkimuksessa kerättiin kasvustosta näytteitä, jotka analysoitiin Maatalouden tutkimuskeskuksen Jokioisten tutkimusasemalla sekä Valion Seinäjoen laboratoriossa. Lisäksi työssä tutkittiin viljelyn taloutta katetuottovertailujen avulla.

1.2 Tutkimuksen viitekehys

1.2.1 Ulkoinen viitekehys

Johtaminen ja johtamistaito ovat avainasemassa nykypäivän maataloudessa. Maatalousyrittäjät joutuvat käyttämään yhä enemmän aikaa maatalon johtamistaitojen kehittämiseen ja päätöksien tekoon. Tämä johtuu maatalouteen kohdistuvista muutoksista kuten maatilojen kasvamisesta, koneellistumisesta, teknologian kehitymisestä, lainatun pääoman kasvamisesta, markkinoiden muutoksista ja yritysten riskien kasvusta. (Kay, Edwards, Duffy 2004, 3.)

Tutkimuksen ulkoisena viitekehysenä on valkuaisomavaraisuuden nostaminen ja lannoiteriippuvuuden vähentäminen.

1.2.2 Sisäinen viitekehys

Tärkeimpänä maatalousyrittäjän tavoitteena pidetään mahdollisimman hyvän taloudellisen tuloksen saavuttamista. Tuloksen saavuttamiseksi maatalousyrittäjän täytyy seurata toimintaympäristön muutoksia sekä sopeuttaa ja kehittää tuotantoaan. Toimintaympäristön muutoksia ovat mm. kilpailutilanne, hintasuhteiden muuttuminen, innovaatiot, teknologian kehittyminen ja institutionaalisen sääntelyn muutokset. Yrittäjän on tarpeen varautua ulkopuolelta tuleviin muutoksiin ja tarkastella omia toimintatapojaan myös kriittisesti. Nautakarjatilalla tavanomaisesti viljellään rehuviljaa omalla kalustolla, jopa laajamittaisestikin. Kun otetaan huomioon viljelyn kustannukset ja viljan hinta, laajaperäinen rehuviljan viljely nautakarjatilalla ei ole kannattavaa. Sadon korjuu-, kuivaus- ja logistiikkakustannukset muodostavat jo kaksi kolmasosaa viljan hinnasta. Mullosta kuitenkin tarvitaan maitotilan tuotantojärjestelmässä karjanlannansijoittamisen ja nurmien uudistamisen vuoksi. (Mäkinen 2003, 55.) Karjanlantaan kertyneiden ravinteiden palauttamiseksi kierto on tarvitaan lannan levitykselle sopivia paikkoja. Helpointa levitys ja ravinteiden ottami-

nen hyötykäyttöön on kun lanta voidaan levittää mullokselle, käytännössä useimmin viljalle.

Tutkimuksen sisäisenä viitekehyksenä käsittelemme kuinka kylvötiheyden muutos vaikuttaa satoon ja kuinka sadon määrän muutos vaikuttaa katetuottoon.

2 KOKOVILJASÄILÖREHUN VILJELY SUOMESSA

2.1 Viljelyn merkitys ja mahdollisuudet

Kokoviljan viljely tuo tilalle mahdollisuuksia monipuolista viljelykiertoa palkokasveilla, monipuolista nautojen ruokintaa sekä pudottaa rehuannoksen tuotantokustannuksia. Monien tutkimusten mukaan lihanaudoilla ja hiehoilla voidaan korvata nurmirehu kokoviljaseoksella. Näin saadaan tuotettua laadukkaampaa nurmirehua, jos tilalla on puutetta nurmipinta-alasta ja muuten olisi pakko venyttää nurmen korjuuta, jotta saadaan tarpeeksi myös kuiva-ainetta.

Kokoviljan viljely mahdollistaa samalla myös nurmen uudistamisen. Useiden havaintojen mukaan seuraavan vuoden nurmi on elinvoimaisempi korjaamalla suoja-tilja kokoviljana säilörehuksi kuin puimalla tuleentuneena. Syynä tähän on todennäköisesti uuden nurmen oraan saama pidempi valmistumisaika talveen. Myös keväällä uuden nurmen kasvuun lähtö nopeampaa, kun ravinteita on varastossa. Tällöin pitää ottaa seokseen valittavat kasvilajit ja lajikkeet huomioon. Kasvuston pitää pysyä pystyssä, koska lako tukehduuttaa uuden nurmenalun. Lakoa voi muodostua esimerkiksi jos seoksessa on liian vähän tukikasvina toimivaa viljaa suhteessa tukikasvin tarvitsijaan, eli viljan määrä on liian pieni suhteessa esim. herneeseen.

Turusen (2003, 15) mukaan kokoviljan viljely tuo joustavuutta lannanlevitykseen. Tilalla, jossa käytetään kuivalantaa, voi olla usein vaikeuksia levittää kaikkea lantaa keväällä. Myös alkusyksyllä voidaan levittää lantaa kokoviljakasvuston korjuun jälkeen.

Eläinten tarvitseman karkearehun tuotantopinta-ala voi olla korkea ja riittävästä pinta-alasta voi olla alueellisesti pulaa. Niukkuutta pinta-alaan voi aiheuttaa paikallinen kilpailu viljelymaasta, mikä voi nostaa maan hintaa niin ostaessa kuin vuokrattaessa. Kokoviljasäilöhullulla voidaan laskea karkearehuntuotannossa olevaa pinta-alaa, koska hehtaarisato on kokoviljalla noin viidenneksen korkeampi kuin normaalissa nurmituotannossa. Myös tuotannossa olevia riskejä voidaan jakaa use-

ammalle osa-alueelle kun viljelykseen otetaan kokoviljasäilörehu (Turunen 2003, 15.)

Noin puolet kaikista tuotantokustannuksista muodostuvat maidon- tai lihantuotantotiloilla oman rehuviljan tuotannosta. Oman viljan korjuuketjuun sisältyvät puimuri ja kuivuri, jotka usein ovat nautatilalla vanhempia ja heikkokuntoisempia kuin viljanviljelyyn keskittyneillä tiloilla. Näiden uusiminen muodostaa tiloille isoja kustannuksia. Vaihtoehtona rehuviljan viljelylle voisi olla pinta-alan myyminen tai vuokraaminen. Tämä kuitenkin vähentää tilan laajentamismahdollisuuksia merkittävästi, jos riittävää rehun tuotantoalaa tai lannanlevitysalaa ei ole. Varteenotettava vaihtoehto on viljellä rehuvilja-alalla kokoviljasäilörehua, jota pystytään käyttämään naudoille karkearehun kanssa tai osittain korvaamaan se. Myös nurmirehukoneketju soveltuu kokoviljasäilörehun korjuuseen, joten uusia koneinvestointeja ei yleensä tarvita. Tämä laskee myös karkearehun tuotantokustannuksia, kun koneketjun käyttöastetta voidaan nostaa. (Turunen 2003, 14.)

Suomessa olisi mahdollista vähentää 60 % väkilannoitetyypen käyttöä. Tämä olisi mahdollista ottamalla käyttöön nurmipalkokasvit viherlannoituksessa, rehuntuotannossa ja aluskasveja käyttämällä sekä käyttäen niitä täysimittaisesti viljelykierron. Tällä säästettäisiin fossiilisia polttoaineita energian- ja erilaisten korjuuketjujen käyttämien polttoaineiden muodossa määrä, joka vastaa vuonna 2010 käytettyä polttoaineen määrää lämmityksessä ja viljankuivauksessa maa- ja puutarhatalouksissa. Palkokasvien käytöllä olisi myös ilmastonmuutosta hidastava vaikutus. (Känkänen, Suokannas, Tiilikkala & Nykänen 2012, 3.)

2.1.1 Kokoviljasäilörehun hyödyt

Rehuannoksen kallein komponentti on yleensä valkuaisrehu. Soijan maailmanmarkkinahinnat ovat olleet muutaman vuoden korkealla. Korkea hinta vaikuttaa myös rypsin hintojen korotuksiin Suomessa. Rehuvalkuaisen laatu ja määrä ratkaisevat kotieläintiloilla tuotannon tason sen mukaan, kuinka tarkasti eläinten maidontuotantokapasiteetti ja perinnölliset kasvutekijät pystytään hyödyntämään. (Aaltonen & Pelttonen 2011, 4.)

Kokoviljasäilörehumenetelmä on vaihtoehtoinen tapa korjata viljakasvusto puinnin ja kuivauksen sijaan, koska silloin pystytään hyödyntämään jo olemassa olevaa tekniikkaa kuten esim. nautatiloilla nurmenkorjuukalustoa. Eläimille syötettävä viljakasvusto on usein taloudellisempaa korjata ja varastoida kosteana. Toinen vaihtoehto on murskesäilöä märät jyvät. (Pentti 2003, 38.)

Palkokasvit ovat valkuaispitoisempia ja sulavuudeltaan parempia kuin pelkkä viljakasvusto. Kokoviljasäilörehuseosten sisältämien kasvien määrällä pyritään vaikuttamaan positiivisesti korjattavan sadon valkuaispitoisuuteen ja sulavuuteen. (Nykänen 2008.)

Tukikasvien käyttö lisää seoskasvuston viljelyvarmuutta, sillä tukikasvit estävät lakoontumista pitkillä palkokasveilla. Palkokasvien käyttö lisää viljelykierron monipuolisuutta katkaisemalla yksipuolista vilja- ja nurmikiertoa. Yksivuotinen seoskasvusto antaa myös joustoa tilan töihin kylvö- ja sadonkorjuun aikana. (Nykänen 2008.)

Vuoden 2014 tukiehtojen (Mavi 2014) mukaan seoskasvustossa herneen osuus täytyy olla yli 50 %, jotta valkuaiskasvituki voidaan myöntää. Vuonna 2014 C1-tukialueella herne-vilja-seoskasvuston kokonaistuen suuruus kotieläintilalla oli 855 €/ha ja kasvinviljelytilalla 745 €/ha, ilman mahdollista nuoren viljelijän tukea 36 €/ha.

2.1.2 Kokoviljasäilörehun ongelmat

Kokoviljasäilörehun viljelyn suurimmat haitat liittyvät viljelytekniikkaan. Erikokoisten siementen ja siemenseoksien kylväminen vaatii paneutumista lannoituksen, kylvöpaikan, kasvinsuojelun ja sadonkorjuun suhteen verrattuna yhden viljelykasvin viljelyyn. Lannoitustaso on pidettävä kohtuullisena. Liika lannoitustyyppi on haitaksi typensidonnalle, koska tällöin typensidontakyky ilmasta heikkenee. Viljeltävän siemenseoksen kasveille on löydettävä sopiva kasvulohko, jotta kummallakin kasvilla on mahdollisuus menestyä. Siemenseoksessa olevien siementen suhde on pidettävä mielessä.

Herne-vilja seoksessa viljaa käytetään sadon laadun (yleensä valkuainen) parantamiseen, mutta myös tukemaan hernekasvustoa. Laon riski on sitä suurempi, mitä vähemmän on käytetty viljan siementä ja mitä huonommin vilja itää. Laossa olevan kasvuston korjaaminen on hidasta ja epäpuhtauksien kuten maan kulkeutumisen korjattuun satoon on suuri. Rehun säilönnällinen laatu heikkenee ja virhekäymistä saattaa esiintyä. Konekustannuksia syntyy, kun korjuukalusto on mitoitettu väärin tai koneiden käyttötarve kokoviljasäilörehulle on väärä. Varisemistappioiden vähentämiseksi korjuukalusto on oltava sopiva kasvuston sadon pystykorjaamiseen esim. ajosilppurin/silppurin suoraniittopäällä. Muita kuluja aiheutuu siementen ostosta ja ympäyksestä. (Nykänen 2008.)

Kasvinsuojelu on haaste seoskasvustossa. Kasvinsuojeluaineet eivät välttämättä sovellu käytettäväksi palkokasvin ja viljan seosten kanssa. Erilaiset kasvinsuojeluaineet aiheuttavat käyttö- ja hankintakustannuksia sekä väärin käytettyinä aiheuttavat tuhoja jollekin kasville. Seosviljely sinänsä on tehokas tapa huolehtia kasvinsuojelusta.

2.2 Palkokasvien merkitys typensitojina

Kasvi tarvitsee kasvuun typpeä (N). Ilmakehän kaasuissa sitä on noin 80 %, mutta se on kasveille käyttökelvottomassa muodossa. Pieneliöt pystyvät muuttamaan ilmakehässä olevaa typpeä kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Typpi on kaasuna muodossa N_2 ja muuttuu typensidonnassa ammoniumioni-muotoon NH_4^+ . Tehokaimmat pieneliöt löytyvät palkokasvien juurinystryöistä. Rhizobium-bakteerit tunkeutuvat kasvin hiusjuuriin ja alkavat muodostaa äkämiä eli nystyröitä kasviin. Bakteerit lisääntyvät nystyröissä ja muokkautuvat typensidontaan kykenevään muotoon. Nystyrät ovat kooltaan noin 0,5–2 millimetrin kokoisia.

Suomalaisessa maaperässä ei ole aina luonnostaan riittävästi edellä mainittuja maaperäbakteereita, joten kylvösiemen suositellaan ympäröiväksi, jolloin viljelykasvin typensidontaan vaatima bakteeri lisätään siemeneen. Bakteeri säilyy maassa, jos maassa on viljelty aikaisemmin samaa kasvia ja bakteeri on silloin lisätty. Typensidonnän määrään vaikuttaa juurinystryöiden koko enemmän kuin

niiden määrä. Myös maan ravinteiden puute, happamuus, kylvettävä kasvilaji ja maalaji vaikuttavat typensidonnan määrään. (Rajala 2004, 203.)

Nuoret kasvit pystyvät sitomaan suuremman määrän typpeä kuin vanhemmat kasvit. Sinimailanen ja apilavaltainen nurmi pystyvät keräämään typpeä yli 180 kg/ha, kun apila aluskasvina kerää typpeä vain 20–60 kg/ha. Puitavalla herneellä ja härkäpavulla maahan sitoutuva typenmäärä on noin 100 kg/ha. Vihantana korjatussa hernekasvustossa typenmäärä saattaa olla jopa 100–150 kg/ha. (Rajala 2004, 203.) (Taulukko 1.)

Taulukko 1. Eri kasvien typensidontakyky (Rajala 2004, 203).

Kasvi	Kg/ha
Sinimailanen	130–250
Apilavaltainen nurmi 1	130–190
Apilavaltainen nurmi 2	90–150
Apilavaltainen nurmi 3	30–90
Yksivuotinen viherrehuherne ja rehuherne	100–180
Herne, puitava	60–130
Härkäpapu	90–150
Laidun	40–150
Apila- aluskasvi viljassa	20–60
Heinäkasvien juuren pintabakteerit	5-30
Maassa vapaana elävät bakteerit	1-5

Typensidontaa tehostaa nurmikasvien sadonkorjuu, vaikka typensidonta vähenee noin viikoksi kasvin kerätessä voimia odelman kasvattamiseen. Odelman kasvaessa typensidontaa tehostuu ja kiihtyy. Kasvuston katkaiseminen saa aikaan juuriston uusiutumista, jolloin myös nystyrät uusiutuvat ja ovat näin elinvoimaisempia.

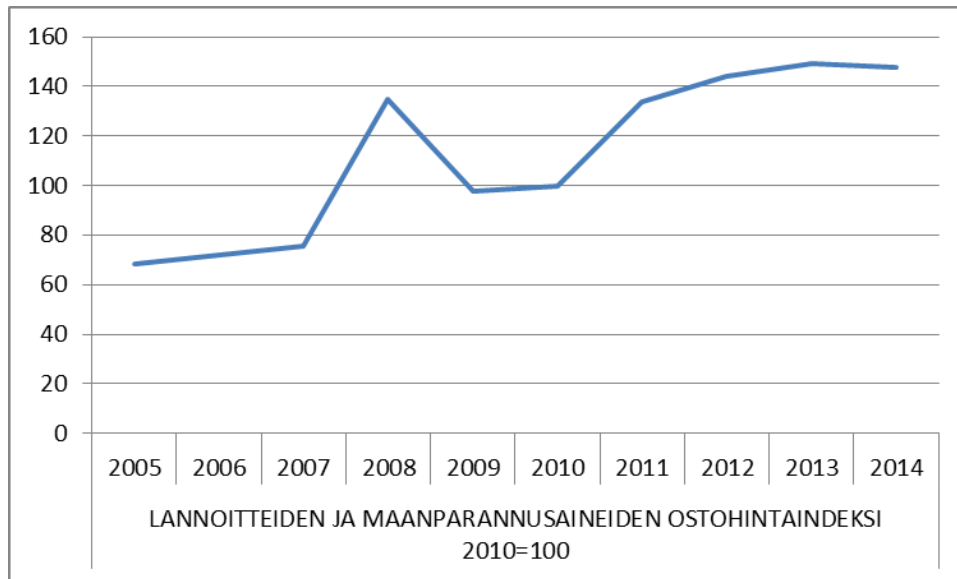
Näin ollen niitoilla, 1–2 kertaa kasvukaudessa, saavutetaan suurin typensidontamäärä. (Källander 1993, 176.)

Ilmasta typpeä sitovat kasvit ovat vaihtoehto fossiilisen energian avulla tuotetulle typelle. Typensitojakasvit sitovat typpeä maaperään, jolloin seuraava kasvi voi käyttää typpeä sadon muodostamiseen ja samalla viljelykierto vahvistuu. Typpeä sitovat kasvit tulevat kilpailukykyiseksi typen markkinahintojen noustessa. Korkea typen hinta ja matala viljan hinta vaikuttavat positiivisesti palkoviljojen asemaan lisätä valkuaisväkirehujen omavaraisuutta. Biologisen typensidonnan lisäämisellä voidaan korvata fossiilisella energialla tuotettuja väkilannoitteita ja samalla lisätä huoltovarmuutta energian suhteen. Tavanomainen viljely on riippuvainen uusiutumattomista energianlähteistä peräisin olevan typen hyödyntämisestä, mutta toisaalta kemiallisesti valmistettuja lannoitteita on helpompi käyttää ja kohdentaa kasvaville kasveille. (Sipiläinen, Koikkalainen & Vanhatalo 2012, 11.)

Palkokasvien esikasviarvo. Esikasviarvolla tarkoitetaan kasvin kemiallista, fyysikaalista tai biologista vaikutusta seuraavan vuoden kasvustoon. Esikasvin valinnalla pystytään vaikuttamaan seuraavan vuoden viljelykasvin kasvuun, laatuun, satoon ja maaperän koostumukseen. Esikasvi voi huonontaa tai parantaa näitä ominaisuuksia. Sama kasvi viljelykierrossa peräkkäin lisää tauti- ja tuholaisriskiä. Esikasvin lisäksi seuraavan vuoden viljelykasvin satoon vaikuttavat ravinteet, kasvuolosuhteet ja kasvuvuosi kokonaisuudessaan. (Kankare 2015.)

Herne sitoo typpeä ilmasta maaperään ja sen viljely monipuolistaa vilja- ja nurmipi-toista viljelykiertoa. Yksivuotinen reuherne voi sitoa 100–180 kg typpeä hehtaaria kohden ilmasta. (Rajala 2004.) Hyvän typensidontakyvyn ansiosta seuraavaan kasvin käyttöön jää typpeä ja tulevan viljelykasvin lannoitetarve pienenee.

Lannoitteiden hinnat ovat nousseet Suomessa rajusti vuoden 2007 jälkeen. Lannoitteiden hinnat nousivat, mutta ne voivat myös laskea mm. yleisen markkinatilanteen heittelehtiessä. Tilastokeskuksen (2015) mukaan viimeisen viiden vuoden aikana lannoitteiden hintaindeksi on noussut puolella (Kuvio 1). Ostolannoitteet ovat yksi iso kustannuserä maataloudessa.



Kuvio 1. Lannoitteiden ja maanparannusaineiden ostohintaindeksi (Tilastokeskus 2015).

Typensitojakasvien käytöllä pyritään myös vähentämään ostolannoitteiden määrää ja parantamaan maatalan katetta kasvinviljelyssä. Herne-viljaseoskasvusto pystytään perustamaan lähes samalla kylvötekniikalla kuin viljakasvusto ja korjaamaan tavallisella säilörehukalustolla, ilman erikoiskoneiden hankintaa. Seoskasvustosta korjattavan säilörehumassan rahallinen arvo määritetään energiaväkevyyden kautta.

2.3 Viljelypinta-alat

Vuosina 2007–2013 kokoviljasäilörehun viljelyalat ovat vaihdelleet 6400–21700 hehtaarin välillä (Taulukko 2). Suurin pinta-ala viljelyksessä oli vuonna 2010 ja pienin vuonna 2007. Vuonna 2009 pinta-ala nousi äkillisesti 9600 hehtaarista 19400 hehtaariin ja laski vuonna 2011 noin 7400 hehtaariin. Syynä pinta-alan kasvuun saattoi olla hyvä satovuosi 2008, jonka jälkeen viljelyala kasvoi runsaasti sekä tilastoinnin epävarmuudet.

Taulukko 2. Tuoreviljan alat ja sadot (Tuoreviljasato 2007–2013).

vuosi	Kokoviljasäilörehu			Tuoresäilövilja		
	Ala 1000ha	Sato kg/ha	Sato milj. kg	Ala 1000ha	Sato kg/ha	Sato milj. kg
2007	6,4	7420	47,8	28,1	3970	111,7
2008	9,6	8850	84,6	42,1	3400	143,0
2009	19,4	7460	144,4	50,4	4020	202,5
2010	21,7	5840	126,6	35,8	3170	113,4
2011	7,4	7770	57,4	49,8	3660	182,5
2012	7,9	6490	51,3	60,1	3550	213,7
2013	8,7	6580	57,4	65,8	3730	245,4

Sadot ovat vaihdelleet 5840 kg/ha ja 8850 kg/ha välillä. Suurin sato on saatu vuonna 2008, jolloin sato oli 8850 kg/ha. Alhaisin sato (5840 kg/ha) saatiin vuonna 2010. Tästä seurasi muutaman vuoden satojen lasku, jolloin sadot laskivat 6500 - 7500 kg/ha satotasoon. (Tuoreviljasato 2007–2013.)

3 KOKOVILJASÄILÖREHUKASVIT

3.1 Yleistä

Yleisimmin viljellyt kasvit kokoviljakasvustossa ovat viljakasveja. Yleisimmin käytetty viljakasvi on kaura. Myös ohraa ja kevätvehnää käytetään. Seoksessa on mukana yleensä viljaa ja joitakin palkokasveja, yleisimmin herne, härkäpapu sekä pelto- tai ruisvirna. (Joki-Tokola 2003.) Viljoja käytetään kotieläintiloilla lähinnä energiarehuina. Muita syitä ovat nurmien perustaminen suojaviljaan, karjanlannan sijoittaminen ja hyödyntäminen. (Kangas 2011, 55.)

Myös yksivuotisia nurmikasveja voidaan lisätä seokseen, jolloin saadaan tuotettua massaa enemmän. Aluskasvien muodostama odelmasato saadaan korjattua kasvukauden sallimissa olosuhteissa. Alus- ja kerääjäkasvien sitomat ravinteet sekä ravinteiden huuhtoutumisen estäminen voidaan laskea eduksi niitä käytettäessä. (Niemeläinen 2005.)

Rehuviljalajien valinnassa täytyy ottaa huomioon rehuominaisuudet ja viljelyominaisuudet. Näiden ominaisuuksien tulee vastata viljely- ja käyttötarkoituksia. Rehuominaisuuksia ovat mm. hehtolitrapaino, valkuaispitoisuus ja satoisuus. Laonkestävyys on tärkeä ominaisuus karjanlantaa käytettäessä. Viljojen viljelyssä tulee muistaa monipuolinen viljelykierto, jotta mahdollisia tauti- ja tuholaisongelmia ei pääsisi syntymään. Kevätviljoilla on lyhyt kasvukausi aikaa kehittää juuristo sekä sato. Keväällä peltojen kasvukunnon täytyy olla kunnossa kevätiljojen nopealle kehittymiselle sekä aikaiselle kylvölle. Maan pH:n tulee vastata viljalajin tarpeita. (Kangas 2011, 55.)

Puhtaasti viljakasveista valmistettu kokoviljasäilörehu on valkuaispitoisuudeltaan ja sulavuudeltaan matala. Valkuaispitoisuuden ja sulavuuden nostattamiseksi käytetään viljelyssä seoskasvustoja, joissa viljan ohella viljellään mm. hernettä, härkäpapua, virnoja ja lupiineja. Näiden palkokasvien raakavalkuaispitoisuus sekä sulavuus ovat korkeampia kuin viljan ja kasvustossa ne toimivat typensitojina. (Nykänen 2008.)

Kun kasvusto korjataan viljan taikinatuleentumisvaiheessa, voidaan käyttää myöhäisempiä lajikkeita kuin puidessa. Tämä parantaa satopotentiaalia. Lajikkeen tulisi olla lujakortinen, varsinkin jos kylvöseoksessa on muita kasveja mukana jotka hyötyvät tukikasvista, mm. herneet ja virnat. (Kangas 2011, 63.)

Viljelyyn valittavat lajikkeet seoksissa tulisi valita kasvurytmiltään samankaltaisiksi. Hitaasti kehittyvä palkokasvi vaatii kaverikseen hitaasti kehittyvän viljan kuten vehnän tai kauran. Ohran kasvurytmi on liian nopea. Ohralla tämä lisää korjuutappioita. (Joki-Tokola 2001.)

3.2 Viljat

3.2.1 Kaura

Kokoviljasäilörehussa kaura on kilpailukykyinen rikkakasveja vastaan ja vahvajuurisempi kuin ohra. Kauran rehuarvoa heikentävät korren suuri osuus kasvustossa ja jyvän kuoren huono sulavuus. Myöhäisillä lajikkeilla kuori on sulavampaa ja korsi hieman lyhyempi kuin aikaisilla lajikkeilla. Myöhäisten lajikkeiden kasvuaika on kuitenkin lähes sama kuin aikaisten lajikkeiden. Myöhäisten lajikkeiden viljely ei enää lisää sulavuutta tai määrää, koska se ei ehdi samalle kehitystasolle. (Nykänen 2006a.)

Kaura on vaatimaton viljelykasvi kasvupaikkansa suhteen. Se menestyy kaikilla maalajeilla, mutta parhaiten se menestyy kivennäismailla. Maan pH tulisi olla yli 5,8. Kauran myöhäisemmät lajikkeet ovat satoisampia, mutta valkuaisen osuus jää pieneksi. (Kangas 2011, 56–57.)

3.2.2 Ohra

Ohra soveltuu kokoviljasäilörehun raaka-aineeksi muita kasveja paremmin. Ohran korsi on 10–15 cm lyhyempi kuin kauralla, joten ohra tuottaa korsisatoon verrattuna suuremman jyväsadon. Ohran jyvien sulavuus on parempi kuin kauran, mutta vehnää heikompi. Myöhäisempien ohralajikkeiden korsi on sulavampaa, joten se

lisää sulavuutta kokoviljasäilörehussa. Aikaisemmat ohralajikkeet eivät tuota niin suurta kuiva-ainesatoa kuin myöhemmät lajikkeet. Kaksitahoiset lajikkeet tuottavat 10 % suuremman sadon monitahoisiin verrattuna. (Nykänen 2006a.)

Ohra menestyy kaikilla maalajeilla, mutta se on herkkä epäedullisille kasvuolosuhteille, kuten liialle märkyydelle tai kuivuudelle. Monitahoiset ohrat kestävät happamuutta kaksitahoisia paremmin. (Kangas 2011, 56.)

3.2.3 Kevätvehnä

Kevätvehnä soveltuu hyvin kokoviljasäilörehuksi, sillä se on laonkestävä ja hieman vaatimattomampi kasvupaikan suhteen kuin ohra. Vehnän sulavuus on yleensä parempi verrattuna muihin kokoviljasäilörehuviljoihin. Myös kuiva-ainesadot ovat suuria. Tuleentumisen edetessä vehnän jyvien sulavuus ei laske kauran ja ohran tavoin. Vehnäkokoviljasäilörehun korjuu onnistuu myöhemminkin, jolloin kuiva-ainesato kasvaa. (Nykänen 2006a.)

Kevätvehnälaajikkeita viljeltäessä tulee huomioida vehnien ominaisuudet vastaamaan käyttötarkoitusta. Esim. III-viljelyvyöhykkeelle käytettäväksi soveltuvat korkean valkuaispitoisuuden ja päätyypin lajikkeet, huomioiden kasvuaika. (Vinkkejä erityyppisten vehnien viljelyyn 2011.)

3.3 Palkokasvit

Kasvupaikkojen suhteen valkuaiskasvit ovat vaateliaampia verrattuna nurmikasveihin tai viljoihin, joten se tuo omat haasteensa valkuaiskasvien viljelyyn. Viljelyvarmuutta voidaan lisätä ja riskejä vähentää seosviljelyllä. Herneen kanssa käytetty vilja tukee herneen kasvustoa pystyssä ilmavana ja palkokasvin typensidontakyky nostaa viljan jyvääkokoja ja valkuaispitoisuutta. (Peltonen 2011, 21.)

Valkuaiskasvien hyödyiksi viljelyssä Peltonen (2011, 21) on listannut seuraavia:

- Hyvä esikasviarvo
- Viljely onnistuu peruskalustolla

- Monipuolisuutta viljelyyn
- Palkokasvit sitovat typpeä ilmasta
- Viljelyn ruuhkahuippujen tasaaminen
- Korjuutapa säilörehuna tai puitavana

Valkuaiskasvien viljelyssä haasteita

- Kasvinsuojelu seoskasvustossa haasteellista
- Valkuaiskasvit eivät sovi toistensa esikasveiksi
- Vaateliaisuus kasvupaikkojen suhteen
- Erilaiset viljelytekniikat kuin heinillä tai viljoilla

3.3.1 Herne

Herneen viljely Suomessa on ollut vähäistä, vaikka herneellä on hyvä valkuaispitoisuus ja rehuarvo. Vähäisen viljelyn syitä ovat olleet laonherkkyys, suuri kylvösiemenkustannus, matala myyntihinta ja heikko viljelyvarmuus. Herneen lajikkeita on kuitenkin jalostettu entistä kestävämmiksi ja viljely seoskasvustona viljojen kanssa nostaa viljelyvarmuutta. (Stoddard, Nykänen & Ellä 2011, 36–37.)

Herneen viljelyyn sopii ilmava, hyvärakenteinen maa, jolla pH on yli 6. Maalajeiksi sopivat hyvin hieno hietä, liejusavi ja hietasavi. Kasvu-aika herneellä on 97–103 vuorokautta. (Peltonen 2011, 24.) Herneen siementen valkuaispitoisuus 21–24%. (Stoddard ym. 2011, 37). Valkuaispitoisuus on virnojen luokkaa, mutta sulavuus on huomattavasti parempi viljoihin ja virnoihin verrattuna. Esikasvina herne sopii kaikille muille kasveille typensidontaominaisuuksien vuoksi, mutta ei itsensä esikasvina tauti- ja tuholaisriskin vuoksi. Väli-vuosia herneen viljelyssä tulisi pitää samalla lohkolla noin viisi vuotta. Tällöin ehkäistään tuholais- ja tautiriskiä viljelykierrossa.

Rehuntuotannossa lehtevien, myöhäisten ja pitkävartisten hernelajikkeiden sato-potentiaali on suuri. Tämä johtuu huomattavasta lehti- ja varsisadon muodostumisesta siemensadon ohella. (Nykänen 2006b.)

3.3.2 Härkäpapu

Härkäpavun viljely on kasvanut vuodesta 2009, mikä johtuu kiinnostuksesta lisätä kotimaista valkuaisomavaraisuutta. Härkäpavun korkeampi valkuaispitoisuus verrattuna herneeseen on herättänyt kiinnostusta kotieläintiloilla. Siemensadon tuotanto rajoittuu härkäpavun pitkän kasvukauden takia I-viljelyvyöhykkeelle. (Peltonen 2011, 24.)

Härkäpavun viljelyyn suositellaan hieta-, hietasavi-, ja savimaita. Maat eivät saisi olla märkiä, poudanarkoja, eikä metsä saisi varjostaa lohkoja. Kasvukausi härkäpavulla on 114 vuorokautta. (Aaltonen & Peltonen 2011, 24, 37.) Säilörehuksi tehtävän härkäpavun valkuaispitoisuus kuiva-aineessa on 20 % (Nykänen 2006b). Välivuotia härkäpavun viljelyssä tulisi olla 3-4 vuotta (Peltonen 2011, 24).

Puhdaskasvustoinen härkäpapu ei kestä varjostusta ja sadot vaihtelevat runsaasti. Yhdessä härkäpavun kanssa suositellaan kasvatettavaksi lyhytkortista viljaa sadon tasaamiseksi ja kasvustoa tukemaan. (Nykänen 2006b.)

3.3.3 Lupiini

Lupiini on Suomessa harvinainen viljelykasvi, mutta se sopii silti Suomen viljelyoloihin. Lupiini omaa voimakkaan ja syvän juuriston, jonka avulla se pystyy kasvamaan myös niukkaravinteisilla mailla. (Nykänen 2006b.)

Lajikkeista sinilupiini soveltuu puitavaksi ja valkolupiini kokoviljasäilörehuksi. Sinilupiinin kasvuaika on 99–104 vuorokautta ja valkolupiinilla 130 vrk. (Stoddard ym. 2011, 36–37.) Valkuaispitoisuus lupiinilla on 20 % kuiva-ainesadosta. Lupiinin viljelyä aloitettaessa tulee varmistaa, että lajike sopii rehukäyttöön, sillä lupiini sisältää eläimelle haitallisia aineita, jotka saattavat johtaa eläimen kuolemaan. (Nykänen 2006b.)

Lupiini sopii hieta- ja hiekkamaille. Se sietää happamuutta, mutta on kalkinarka kasvi. Välivuotia lupiinin viljelyssä samalla lohkolla tulisi olla 3–4 vuotta. (Peltonen 2011, 24.)

3.3.4 Virnat

Virnan viljelyssä ilmavat, hyvärakenteiset kivennäismaat ovat hyviä kasvumaita. Rehuvirnaa voi viljellä myös turvemaidella. Kasvi on nopea taimettumaan ja sillä on hyvä maittavuus. Siementen ymppeys on välttämätöntä. Virnaa voi viljellä samalla loholla 1–2 vuoden välein. (Peltonen 2011, 24.) Rehuvirnan raaka-alkuainepitoisuus on 20 % (Stoddard ym. 2011, 38).

Siementen ymppeys on tarpeen, jos virnaa ei ole viljelty loholla aiemmin. Mikäli pellon ojitus on kunnossa, virna voi kestää lievää happamuutta. Virnan minimi pH on 5,3. (Nykänen 2006b.)

Rehuvirna on yhden niittokorjuukerran kasvi, joka kylvetään keväällä. Rehuvirna on satoisampi kuin ruisvirna, mutta poudan ja varjostuksen arka. Ruisvirnaa kylvetään pääsääntöisesti kevätkylvöisenä, vaikka se voidaan kylvää myös syksyllä ja sato korjata seuraavana kesänä. Ruisvirna voi tuottaa ensimmäisen niiton jälkeen paremman toisen sadon. (Nykänen 2006b.)

Virnat soveltuvat viljojen kanssa seosviljelyyn hyvin. Virnat muodostavat suurimman osuuden sadosta kasvukauden lopulla, koska ne kasvavat pidempään kuin viljat. Vehnän ja ohran sulavuus on samaa tasoa virnan kanssa, mutta kaura on heikompi sulavuudeltaan. (Nykänen 2006b.)

3.4 Maissi

Maissi on yleinen viljelykasvi pitkän kasvukauden omaavilla alueilla, kuten Keski-Euroopassa, Yhdysvalloissa ja Iso-Britanniassa. Näillä alueilla maissi on yksi tärkeimmistä viljelykasveista nautojen ruokinnassa. Suomessa maissinviljely on harvinaista. Maissia viljellään lähinnä Maatalouden tutkimuskeskuksen (MTT) koeasemilla ja vain harvat viljelijät kasvattavat sitä pääsääntöisesti Suomessa.

Lardyn (2013) mukaan maissi sisältää tärkkelystä, proteiinia, kuitua ja muita mineraaleja. Maississa olevasta proteiinista 55–60 % on pötsin ohi virtaavaa proteiinia, joka imeytyy ohutsuolessa. Loput 40–45 % proteiinista on pötsissä hajoavaa.

Maissi tarvitsee paljon fosforia ja kaliumia, joten karjanlanta on hyvä peruslannoite, josta saadaan myös rikkiä. Maissin rikin tarve on 10–15 kg/ha. Kylvön yhteydessä typpeä tulisi antaa 80–100 kg/ha ja kasvukaudella tarpeen mukaan lisää. Maksimi typpimäärä maissille on 120 kg/ha. (Nyt on oikea hetki kylvää maissi 2013.) Kylvön yhteydessä tulisi myös antaa starttifosforia ja esikasvin typpi-arvo tulee ottaa huomioon. Typen kokonaistarve on 140–150 kg/ha. (Anttila 2013.)

Maissi korjataan kokosäilörehuksi syyskuun lopussa tai lokakuun alussa kun jyvät ovat taikinavaiheessa. Päivälämpötilan lasku alle kymmenen asteen heikentää maissin kasvua dramaattisesti. Tällöin korjuuajankohta lähestyy riippumatta kehitystasasteesta. Jos hallaa on esiintynyt alueella, jolla maissia viljellään, täytyy maissi korjata viikon kuluessa hallasta sadon turvaamiseksi. Kuiva-aineen tulisi olla yli 20 %, koska silloin tärkkelyksen määrä kasvaa suhteessa kuiva-aineprosenttiin. (Anttila 2013.)

Niirasen (2008a) mukaan hyvänä vuotena maissista on tullut satoa 7000–9000 ry/ha. Niiranen (2008b) kirjoittaa myös MTT Maaningan koeaseman maissin tutkimuksista. Lohkon valinnalla on suuri merkitys maissin viljelyssä. Tiiviit hiesu- ja savimaat eivät ole otollisia maissin kasvatukselle. Maissi tarvitsee n.180 vrk kasvukauden, mutta Suomessa ylletään n.150 vrk kasvukauteen, jolloin maissi pitää korjata ennen pakkasia.

Maissin sulavuus jää matalaksi ilman tähkää (Niiranen 2008b). Tähkän D-arvo Cerruti-maississa on kokeiden mukaan ollut 82, lehtien D-arvo on ollut 65 ja varren 64. Varsi sisältää ligniiniä, joka alentaa sulavuutta. Maissi on korjattu n. 25 cm korkeudelta. Säilönnässä on käytetty säilöntäainetta ja maissi on säilötty salvosii-loon.

3.5 Aluskasvien käyttö

Kokoviljasäilörehuseoksen aluskasviksi voidaan kylvää italianraiheinää. Raiheinä nostaa satoa ja muodostaa tiiviin kasvuston kokoviljakasvuston juureen, jolloin maan mukaan tuleminen korjuussa voi vähentyä. Lisäksi on mahdollista saada raiheinästä odelmasato myöhemmin. (Kangas 2011, 63.)

Myös sadonkorjuussa ja maan muokkaustöissä huomaa aluskasvin etuisuudet, maa kestää koneita paremmin eikä painaumia synny niin helposti kuin ilman aluskasvia. Maa muokkautuu myös paremmin, kun nurmikasvin juuret ovat sitomassa maata. Aluskasvi pystyy keräämään maassa olevaa typpeä jopa 100 kg/ha, joten sillä on suuri merkitys ravinnehuuhtoutumien estämisessä. (Känkänen 2011.)

4 VILJELYTEKNIikka

4.1 Kylvö ja kylvötiheys

Kasvusto perustetaan keväällä maan kosteuden ollessa optimaalinen kylvömuok-kausta ja kylvöä ajatellen. Muokkaussyvyyteen vaikuttavat seoksen kasvilajit. Herne ja härkäpapu ovat kylvettävä hieman syvempään, noin 5–6 cm. (Yli-Kleemola 2010.)

Kokovilja voidaan kylvää tavallisella kylvölannoittimella. Puhtaan viljan voi kylvää koneen siemenvantaiden kautta. Herneen tai härkäpavun siemenen voi kylvää myös väkilannoitesäiliöstä lannoitevantaiden kautta. Jos väkilannoitetta kylvetään samalla, viljan ja herneen, härkäpavun tai muut siemenet voidaan sekoittaa seokseksi ja näin kylvää siemenvantaiden kautta yhdellä kerralla. Siementen sekoitus voidaan suorittaa peräkärnyssä, kuivurissa tai siemensäkissä. (Herne 2014.)

Siemenmäärät määräytyvät kylvettävän kasvilajin ja lajikkeen mukaan. Herneellä suositellaan kylvömääräksi noin 40–60 % puhdaskylvömäärästä, eli noin 60–150 kg/ha. Samaa suhdetta voidaan käyttää myös härkäpavulla. Tukikasvina olevan viljan määrä kylvettävässä seoksessa olisi noin 40–60 %, joka on käytännössä kiloissa noin 60–120 kg/ha. (Rinne 2013, 13–15.)

Nykäsen ja Jauhiaisen (2010) tutkimuksessa parhaisiin kuiva-ainesatoihin päästiin herne-vehnäseoksilla tai vehnä-ruisvirnaseoksilla. Parhaissa vehnä-herne-seoksissa kylvösiemenessä vehnää oli 100 kg/ha ja hernettä 80 kg/ha tai vehnää 180 kg/ha ja hernettä 50 kg/ha.

Lehdettömillä hernelajikkeilla, jotka ovat yleensä puitavia, siemenmäärät ovat isompia kuin käytettäessä lehdellisiä niin sanottuja vihantahernejä. Yleensä lehdelliset lajikkeet ovat myös pitemmän kasvukauden vaativia kasveja, joilla on suurempi satopotentiaali.

Siementen sekoitukseen käy betonimylly, jolloin myös samalla voidaan käsitellä palkokasvin siemen ymppäysbakteerilla. Ymppäyskäsittely tehostaa biologisen typensidonnan alkua ja vaikuttaa myös sadon määrään. Suomalaisessa maape-

rässä ei ole aina tarvittava bakteeria tehostamaan typensidontaa, joten se pitää lisätä. (Ymppäysohjeita 2013.)

Viljat suositellaan kylvettäväksi noin 2–4 cm:n syvyyteen. Kylvön jälkeen maa suositellaan jyrättäväksi, koska korjuu suoritetaan matalampaan kuin leikkuupuimurilla. Jyräys painaa muokkauksen yhteydessä nousseet pienemmät kivet takaisin maahan. Jyräyksellä on myös suuri vaikutus tasaamaan kylvön jälkeen maan kosteusolosuhteita. Tämä on erityisen tärkeää, jos kylvö suoritetaan kylvökoneella, jossa on kannatuspyörät koneen sivuilla. Takapyöräkylvökoneella jyräys tapahtuu kylvön yhteydessä, jolloin koneen takana olevat renkaat tiivistävät maata. (Kasvinsuojelu. [viitattu 10.3.2014].)

Tiheässä kasvustossa kasvien koko vaihtelee. Tiheyden noustessa kasvit jäävät suhteellisesti pienemmiksi. Tiheässä kasvustossa kasvunopeuden vaihtelut ovat suuria, mikä johtuu kasvien välisestä kilpailusta. Liian suuri kasvutiheys voi käännyä jopa kasvuston harvenemiseksi itsestään. Seoksessa kasvutiheyden vaikutukset riippuvat kasvien omasta kilpailukyvyistä, tiheydestä ja kasvutekijöistä. Hitaasti kasvavat taimet ovat kilpailukyvyltään heikkoja.

Nopeammin kasvit kasvavat harvassa kasvustossa. Sitä epätasaisempi kasvusto on mitä tiheämpi se on. Toiset yksilöt kasvavat hyvin ja toisen hyvin heikosti. Tutkimuksissa on todettu herneellä ristiriitaisia tuloksia lakoisuuden ja kasvutiheyden välillä. Hyvä tiheys myös auttaa rikkakasvitorjunnassa. Lehtialaindeksi on korkeampi ja aikaisemmin korkeimmillaan tiheässä kasvustossa. (Känkänen & Kontturi 1988.)

4.2 Kasvinsuojelu

Kokoviljasäilörehulohkolta suositellaan tehtävän kestorikkakasvien torjunta glyfosaatti-valmisteilla edeltävänä syksynä. Puhtailla viljakasvustoilla on tarjolla huomattavasti laajempi torjunta-ainevalikoima rikkakasvien ja tautien torjuntaan kuin seoskasvustoissa. Jos seoksessa on myös muita kasveja, pitää tarkastaa aineiden soveltuvuus ja käytön rajoitteet. (Joki-Tokola 2003, 24.)

Jos kokovilja on seuraavan vuoden nurmen suojaviljana, kasvinsuojeluun on kiinnitettävä erityinen huomio, etenkin jos apilaa on nurmiseoksessa. Myös MCPA:ta sisältävät aineet ovat kiellettyjä käyttää rehuksi korjattavissa kasvustoissa, koska on vaara että torjunta-ainejäämiä jää korjattavaan seokseen. (Joki-Tokola 2003, 24; Kasvinsuojeluinerekisteri 2012.)

Yleensä kasvustoissa, jotka korjataan kokoviljasäilörehuna, ei ole tarvetta suorittaa kasvitautien torjuntaa. Viljojen kasvitautien torjuntaan on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska tautiaineilla on yleisesti 35 vuorokauden varoaika. Tämän vuoksi voi olla järkevää torjua taudit rikkakasvien torjunnan yhteydessä samalla tankkiseoksella. Aineiden soveltuvuus tankkiseokseen muiden aineiden kanssa on otettava huomioon. (Joki-Tokola 2003, 24.)

4.3 Sadonkorjuu

Sadonkorjuu on suuri kustannuserä viljelyssä. Nurmikasveilla se on noin 1/3 tuotantokustannuksista, viljoilla jopa vielä enemmän. Kustannuksia voidaan laskea, jos samalla sadonkorjuuketjulla voidaan korjata enemmän satoa. (Jaakkola, Saarisalo, Heikkilä & Joki-Tokola 2003, 29.)

Rehuviljan jyväsadon korjuutappiot kasvavat kasvuston tuleentumisen edetessä. Tutkimusten mukaan suuri ero korjuutappioissa tapahtuu vasta keltatuleentumisvaiheessa ja sen jälkeen. Jos rehuvilja korjataan nurmirehukorjuuketjun avulla, korjuu pitäisi tehdä ennen keltatuleentumista taikinatuleentumisasteella, jolloin vältetään jyväsadon korjuutappiot. (Jaakkola, Saarisalo, Heikkilä & Joki-Tokola 2003, 29.)

Viljojen kehitysasteet ovat järjestyksessä maito-, taikina-, kelta- ja täystuleentuminen. Kevätvehnillä yleensä tähkälletulosta taikinatuleentumisvaiheeseen kuluu noin 6–7 viikkoa ja ohralla 4–5 viikkoa. Kehitysasteet vaihtelevat kasvukauden kasvuolojen mukaan ja näin kasvuston kehitysasteen määrittämisessä on tärkeää havainnoida muutokset kasvustossa. Taikinavaiheessa jyvä on kasvanut kokonsa ja jyvää puristettaessa sisus ei enää ole maitomaisen vetinen vaan taikinamai-

nen. Taikina-asteella tähkän kuiva-ainepitoisuus on 45–55 %, kun koko kasvuston kuiva-ainepitoisuus on 30–40 %. (Jaakkola ym. 2003, 26.)

4.3.1 Korjuumenetelmät

Sadonkorjuun suurin haaste on minimoida korjuutappiot korjuun yhteydessä. Biologinen sato on aina isompi kuin korjattu sato. Tämä johtuu korjuutappioista, joita ovat varisemis-, hengitys- ja huuhtoutumistappiot. (Suokangas ym. 2016.)

Kokoviljan korjuu suositellaan tehtäväksi suoraan pystystä leikkaavilla laitteilla, suoraniittopäällä varustetulla tarkkuus- tai ajosilppurilla korjuutappioiden välttämiseksi. Erillinen niitto tai niittomurskaus lisää jyvien varisemista ja näin laskee rehunarvoja. (Suokannas ym. 2003, 70.)

Korjuuseen soveltuvat myös kela- ja kaksoissilppurit, koska niillä voidaan korjata myös kasvusto pystystä. Erillinen niitto ja mahdollinen karhoitus lisäävät riskiä mullan pääsemisestä korjattavaan karheeseen. Myös korjuukoneen noukin saattaa nostaa maata karhon noukinnan yhteydessä. Tällä on suuri merkitys rehunsäilyvyyteen ja syöntiin. Hävikkien estämiseen olisi syytä kiinnittää huomiota. Tutkimuksessa havaittiin että niittomurskauksen korvaaminen niittäväällä koneella pudotti 16 %:n jyvähävikin 8 %:iin, kun sato korjattiin pyöräpaaliin. (Jaakkola ym. 2003, 31.)

Korjuun viivästyessä kasvuston ollessa tuleentunutta ja mahdollinen lakaisuus lisäävät varisemistappioita korjuussa. (Suokangas ym. 2016.) Kasvusto voidaan korjata kaksivaiheisesti, esimerkiksi niittämällä kasvusto ja esikuivaamalla kasvusto vuorokauden karholla. Kasvuston hidas kuivuminen karholla lisää paalattavien paalien painoa, jotka voivat olla yli 1000 kg paalin halkaisijan ollessa 145cm, mikä johtuu alhaisesta kuiva-ainepitoisuudesta (Suokannas ym. 2016).

4.3.2 Säilöntä ja varastointi

Kokoviljan säilönnässä ovat tärkeitä samat asiat kuin nurmirehun säilönnässä. Säilöttävä raaka-aine on oltava hyvälaatuista eikä massassa saa olla epäpuhtauksia,

maata tai edellisen satokauden jätteitä. Säilöntäaineen annostelu on oltava riittävä ja säännöllistä. (Jaakkola ym. 2003, 32.)

Rehumassan tiivistäminen ja säilöminen ilmatiiviisti on erityisen tärkeää varsinkin kokoviljalla. Kokoviljan sokeripitoisuus on kohtuullinen, joten käyminen on tehokasta sekä se helpottaa pH:n laskua. Pelkästään viljoista tehdyissä kokoviljasäilörehuissa suhteellisen korkea kuiva-ainepitoisuus voi altistaa rehun jälkilämpenemisellä varastoa aukaistaessa. Tähän ovat syynä homeiden ja hiivojen nopea kasvu kuivassa ympäristössä, joka saa happea varaston aukaisun myötä. Myös tätä voidaan ehkäistä tehokkaalla tiivistämisellä.

Säilöntä voidaan suorittaa pyöröpaaliin, aumaan, laakasiiloon tai tuubiin. Yleisin säilöntämuoto on pyöröpaali. Helpoin säilöntämuoto on laakasiilo, josta voidaan ottaa käyttöön juuri oikea määrä rehua ruokintaan verrattuna pyöröpaaliin, joka on käytettävä kerralla. Näin ruokinta ja sen suunnittelu helpottuvat. (Jaakkola ym. 2003, 33.)

4.4 Sadon määrä ja laatu

Kokoviljasäilörehulla voidaan saada suurempi sato kertakorjuulla, jolloin sen korjuukustannukset ovat nurmisäilörehua alhaisemmat. Sadon määrään vaikuttavat viljeltävät kasvilajit, kylvötiheys sekä lajikkeet. Sadon laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat viljeltävien kasvien ruokinnallinen arvo.

Taulukko 3. Kaura/herne- vihantarehun kemiallinen koostumus (Rondahl 2005).

Kaura/herne-vihantarehu	31.7.	12.8.	26.8.
Kuiva-aine %	26	30	42
Raakavalkuainen	176	165	170
Tärkkelys	24	127	212
NDF	428	381	329
Vesiliukoiset sokerit	36	17	12
pH	3,8	3,7	4,1
Ammoniakki- N g/kg N	71	68	68

Taulukosta 3 ilmenee Rondahlin (2005) kokeen kuiva-ainepitoisuuden nousu suhteessa korjuuajankohdan myöhästyttämiseen. Aikainen kokoviljasäilörehun korjuu tuottaa huonon kuiva-ainepitoisuuden. Korjuun viivyttäminen noin kahdella viikolla nostaa kuiva-ainepitoisuutta neljä prosenttiyksikköä. Myöhäinen korjuu tuottaa sadolle tavoitteellisen kuiva-ainepitoisuuden.

Tärkkelyspitoisuus nousee kauran ja herneen täystuleentumista kohden. Tämä nostaa kokoviljasäilörehun energiatasoa. NDF:n (solunseinämäkuidun) määrä laskee niittoajankohdan viivästyessä. Tähän vaikuttaa rehevän kasvuston lakoutumisesta aiheutuva hävikki, eli lakoutuneesta kasvustosta maahan jäävän varsiston osuus kasvaa.

Rhondahlin (2005) Ruotsissa tekemän tutkimuksen mukaan herne-kauravihantarehun korjuuta myöhästyttämällä herneen osuus kasvustossa kasvaa ja viljan määrä laskee (Taulukko 4). Tämä on luonnollista, sillä herneen jatkaessa kasvuaan kaura tukehtuu kasvustossa.

Taulukko 4. Kaura/herne-vihantarehun korjuuaika (Rondahl 2005).

Kaura/herne-vihantarehu			
Kasvien osuudet	31.7.	12.8.	26.8.
Herne	67	82	88
Kaura	26	16	10
Muu	7	2	2
Kehitysaste			
Herne	litteä palko	keskikokoinen palko	täysi palko
Kaura	aikainen maito	aikainen tai-kina	myöh. tai-kina

Ruukissa kesällä 2013 tehdyissä kokeissa tutkittiin hernevehnä- ja härkäpapuvehänäkavustoja. Kasvustot korjattiin kolmena eri ajankohtana (14.8., 27.8. ja 11.9.). Härkäpapua oli sadosta keskimäärin 82 % ja hennettä 91 %. Kuiva-aine ja raakavalkuaissato kasvoivat korjuun myöhästyessä. Viimeisessä korjuussa herneen sato oli 6954 kg/ha ja raakavalkuaista oli 1341 kg/ha. Härkäpavulla kuivaainesadoksi saatiin 8970 kg/ha ja raakavalkuaista 1526 kg/ha. Palkojen osuus

lisääntyi ja lehtien osuus väheni korjuun myöhästyessä. D-arvo oli keskimäärin 588 g/kgka. (Kuoppala ym. 2016.)

5 VILJELYKOE ILMAJOELLA

5.1 Tutkimuksen tarkoitus

Kesällä 2013 tehtiin Ilmajoen koulutilalla herne-viljaseoskasvuston ruutukoeviljely, jonka tarkoituksena oli selvittää herneen kylvötiheysoptimi seoskasvustossa. Lisäksi opinnäytetyöntekijöiden kotitiloilla on viljelty herne-viljaseoskasvustoja kokoviljasäilörehuksi. Opinnäytetyön tekijöillä on kiinnostusta ja pyrkimystä edistää herne-viljaseoskasvuston viljelyä kotitiloillaan ja hyödyntää sitä nautojen seosrehuruokinnassa. Opinnäytetyön tuloksia pyritään soveltamaan käytännön viljelyssä.

5.2 Aineisto ja menetelmät

5.2.1 Koejärjestelyt

Koealana oli koulun peltolohko L2B. Lohkon maalaji oli runsasmultainen hieno hiehta, jonka pH oli 6.3. Maan pH on sopiva herneen ja viljan viljelylle. Lohkon viljavuusanalyysin mukaan ravinteista vain mangaani oli välttävä, muiden ravinteiden taso oli tyydyttävä tai parempi.

Taulukko 5. Koelohkon viljavuustutkimuksen tiedot.

Runsasmultainen hienohieta		
johtoluku 2.9		
pH	6,3	hyvä
Ca	1400	tyydyttävä
P	26	korkea
K	230	hyvä
Mg	240	hyvä
S	25,9	hyvä
Cu	5,0	hyvä
Mn	22	välttävä
Zn	4,4	tyydyttävä

Kokeessa käytettiin kolmea eri hernelajiketta sekä kolmea eri viljalajia. Hernelajikkeista vihantarehunerneitä olivat Arvika ja Florida. Puitava hernelajike oli Hulda. Viljoina käytettiin vehnää ja ohra-kauraseosta. Viljalajikkeet olivat vehnällä Anniina, ohralla Saana ja kauralla liris. Tutkimuksessa käytettiin herneellä kolmea eri kylvötiheyttä: harva 30 kpl/m², normaalisti käytetty 45 kpl/m² ja tiheä 60 kpl/m² (Taulukko 6). Herneen suositeltu kylvösyvyys on 4–5 cm. Viljalla kylvötiheys oli 200 kpl/m² ja ohra-kaura seoksella 100 + 100 kpl/m². Viljan suositeltu kylvösyvyys on 2–3 cm. Väkilannoitteena käytettiin Yara Pellon Y2 (24-4-4) 110 kg/ha, jolloin hehtaaria kohden tuli typpeä 26,4 kg/ha, fosforia 4,4 kg/ha ja kaliumia 4,4 kg/ha. Väkilannoitteen suositeltu sijoitusyvyys on 5–7 cm. Siemenmäärät määritettiin kiertokokeen avulla. Koelohkoa ei ruiskutettu kasvinsuojeluvälineillä.

Koeruudun suuruus oli 25 m pitkä ja 2,5 m leveä. Yhden ruudun pinta-alaksi tuli 75 m². Koelohkolle tuli 12 kpl ruutuja sekä 2 kpl kerranteita eli yhteensä 24 koeruutua. Kerranteilla pyrittiin vähentämään tilastovirhettä.

Taulukko 6. Kylvömäärät ja lajikkeet (Koskimies, Nykänen & Äijö 2014).

Hernelajike (tsp, itävyys)	Kylvötiheys kpl/m ²	Kylvömäärä kg/ha	Viljalajike	Kylvötiheys kpl/m ²	Kylvömäärä kg/ha
Hulda (258 g, 83 %)	30	93	Anniina	200	81
Hulda	45	140	Anniina	200	81
Hulda	45	140	Saana,liris	100+100	60+50
Hulda	60	187	Anniina	200	81
Arvika (153 g, 70 %)	30	66	Anniina	200	81
Arvika	45	98	Anniina	200	81
Arvika	45	98	Saana,liris	100+100	60+50
Arvika	60	131	Anniina	200	81
Florida (168 g, 78 %)	30	65	Anniina	200	81
Florida	45	97	Anniina	200	81
Florida	45	97	Saana,liris	100+100	60+50
Florida	60	129	Anniina	2000	81

Kokeessa käytettiin koulutilan konekalustoa. Traktorina toimi Valmet 865, kylvökoneena Junkkari Simulta 2500 ja äkeenä Potila 600H. Kylvön jälkeen pellon pinta

tyrättiin. Sadonkorjuussa käytössä oli JF 1050 tarkkuussilppuri ja Junkkari 320 hinnattava niittomurskain.

5.2.2 Muokkaus ja kylvö

Esikasvina lohkolla oli vuonna 2009 perustettu nurmi, jonka suojaviljana oli ollut ohra. Nurmi lopetettiin vuonna 2012 syyskynnöllä. Lohko äestettiin 28.5.2013 kaksi kertaa koulun konekalustolla ja muokkauksen suorittivat perustutkinnon opiskelijat. Muokkausjälki jäi kahdesta muokkaukerrasta huolimatta karkeaksi ja kokkareiseksi. Karjanlantaa ei käytetty kasvuston perustamisen yhteydessä.

Viljelykoe aloitettiin 29.5.2013 kylvämällä ensin herne ja väkilannoite. Viljat kylvettiin herneen ja väkilannoitteen jälkeen. Herneen siemenet kylvettiin aloittamalla harvasta tiheydestä ja edettiin tiheään kylvötiheyteen. Aina kylvötiheyden vaihtuessa suoritettiin uudet kiertokokeet. Myös viljojen vaihtuessa suoritettiin uudet kiertokokeet. Kylvöjärjestykseen vaikuttivat suositellut kylvösyvyydet. Siemenet ja väkilannoite pyrittiin saamaan syvyysjärjestykseen, jossa myös onnistuttiin. Kylvettäessä maa oli lämmin ja kostea. Sää oli aurinkoinen, tyyni, selkeä ja kosteahko. Työteknisesti kylvö onnistui hyvin, mutta äestämisen jäljessä olisi ollut parannettavaa.

5.2.3 Kasvukauden sää

Termisellä kasvukaudella tarkoitetaan ajanjaksoa, jolloin vuorokauden keskilämpötila on pysyvästi yli +5°C. Ilmatieteenlaitoksen (2015) mukaan vuoden 2013 termien kasvukausi alkoi Ilmajoella 14.4. Kasvukauden keskilämpötila pysytteli 15–16 asteessa ja sademäärä oli 225–250 mm. Ilmatieteenlaitoksen mukaan kesä 2013 oli hieman keskimääräistä lämpimämpi verrattuna edellisiin vuosiin.

6 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

6.1 Orastiheys ja näytteenotto

Orastiheys määritettiin laskemalla oraiden tiheys kylvetyllä koealalla. Lisäksi jokaisesta koeruudusta otettiin kaksi näytettä ennen niittoa. Näytteet analysoitiin Valion Seinäjoen laboratoriossa ja MTT:n Jokioisten laboratoriossa. Tuloksia verrattiin herneen kylvötiheyteen.

Oraat laskettiin 11.6.2013. Taulukossa 7 on oraslaskennan tulokset kerranteiden keskiarvona.

Taulukko 7. Oraslaskennan kerranteiden keskiarvotulokset.

H = Hulda
A= Arvika
F = Florida
V = Vehnä
O-K = Ohra-Kaura
30 / 45 /60 = kylvötiheys / m²

	kpl/m ²	
H 30 V	32,7	herne
	177,3	vilja
H 45 O-K	50,7	herne
	161,3	vilja
H 45 V	56,7	herne
	146,0	vilja
H 60 V	55,3	herne
	150,7	vilja
A 30 V	34,0	herne
	173,3	vilja
A 45 O-K	40,0	herne
	125,3	vilja
A 45 V	45,3	herne
	155,3	vilja
A 60 V	76,7	herne
	178,7	vilja
F 30 V	46,7	herne
	171,3	vilja
F 45 O-K	64,0	herne
	161,3	vilja
F 45 V	52,7	herne
	130,7	vilja
F 60 V	68,7	herne
	143,3	vilja

Herneiden orastuminen noudatteli lähes suoraa linjaa kylvötiheyden kanssa. Kylvötiheyden kasvaessa myös oraiden määrä kasvoi. Viljalla kylvötiheys oli aina sama, useimmiten viljan orastiheys kuitenkin laski herneen tiheyden noustessa.

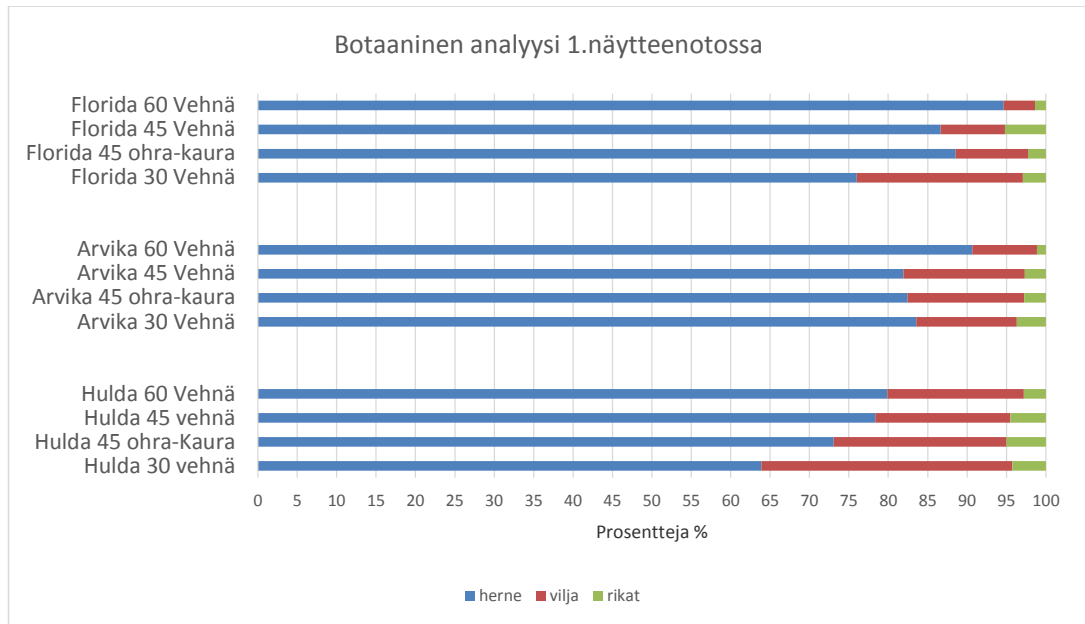
Ensimmäiset satonäytteet otettiin 29.7.2013. Kasvustosta kerättiin näytteet näytteeneliön avulla, joka oli 50 cm x 50 cm kokoinen eli 0,25m². Neliö työnnettiin kasvustoon ja sisäpuolelle jäävä kasvusto leikattiin 10 cm korkeudelta maanpinnasta. Näytteet otettiin koeruutujen kummastakin päästä ja keskeltä. Näytteitä tuli yhteensä 72 kpl. Koeruutujen päistä otetuista näytteistä tehtiin botaaninen analyysi eli näytteistä eroteltiin viljat, herneet ja rikkakasvit. Nämä punnittiin erikseen. Sen jälkeen saman koeruudun päästä otetut näytteet sekoitettiin keskenään ja lähetettiin Seinäjoen Valion laboratorioon. Koeruutujen keskimmäisestä näytteestä tehtiin myös botaaninen analyysi, jonka jälkeen näyte sekoitettiin ja lähetettiin MTT:n Joensuu-tutkimuslaboratorioon.

Toiset näytteet otettiin 6.8.2013. Tällä kertaa ei näytteitä otettu koeruutujen keskel-
tä, eikä näytteitä lähetetty Jokioisiin. Muuten toimenpiteet olivat samanlaiset eli
näytteitä otettiin vain ruutujen päistä, niistä tehtiin botaaninen analyysi ja lähetettiin
Valiolle Seinäjoelle.

Sato korjattiin 8.8. koulutilan kalustolla ja säilöttiin laakasiiloon koulutilan nautojen
rehuksi. Säilönnässä käytettiin AIV 2 -säilöntäainetta.

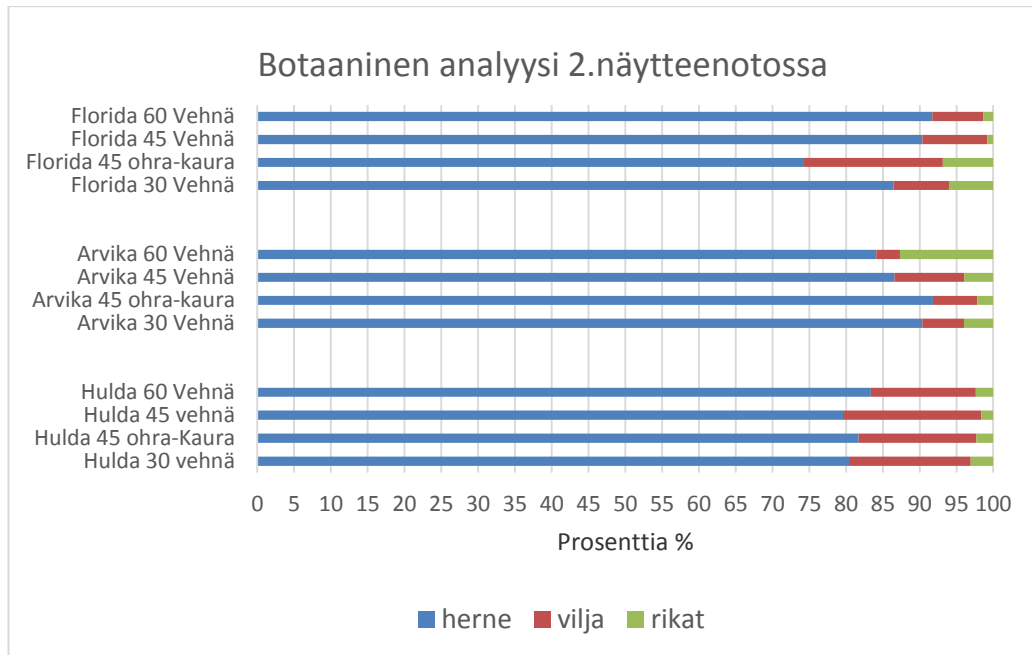
6.2 Botaaninen analyysi

Analyysin mukaan herneen kylvötiheyden noustessa viljan määrä kasvustomas-
sasta vähenee (Kuvio 2). Rikkakasvien osuus hieman pienenee herneen tiheyden
kasvaessa. Rikkakasvien osuus on hyvin pieni kaikissa kokeissa, vaikkei kasvin-
suoja-aineita käytetty. Rikkakasvien osuus oli 5 % tai pienempi. Huldin kanssa
viljan osuus oli suurin (31 %) ja tiheässä Floridassa pienin (4 %). Arvikalla viljan
määrä oli keskimäärin 12 %.



Kuvio 2. Botaaninen analyysi, 1. niitto.

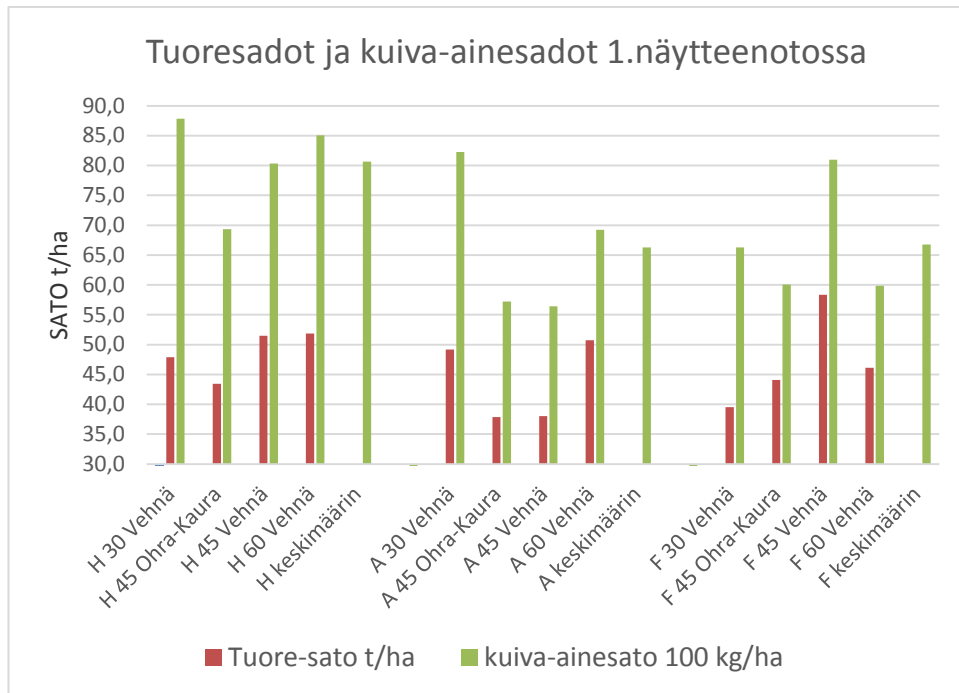
Toisessa niitossa (Kuvio 3) Floridan harvemmissä kylvöissä ja Arvikan tiheimmässä kylvössä oli eniten rikkakasveja (6 % ja 12,6 %). Huldalla rikkakasvien osuus väheni 45 kpl/m² kylvötiheydellä ja viljan ollessa vehnä (1,6 %). Huldalla herneen ja viljan osuus oli kylvötiheydestä riippumatta aika tasainen. Parhaiten vilja menestyi Huldalla (noin 16 %) ja huonoiten Arvikan ja Floridan seoksissa. Huldalla ja Floridalla tiheimmät kasvustot pitivät hyvin rikkakasvit kurissa.



Kuvio 3. Botaaninen analyysi, 2. niitto.

6.3 Sadon määrä

Huldalla tuoresato kasvoi tiheyden noustessa (47,9 tn/ha->51,9 tn/ha), kun viljana oli vehnä (Kuvio 4). Arvikalla suurin kuiva-ainesato (8,23 tn/ha) saatiin pienimmällä kylvötiheydellä. Arvikalla vihantarehuhernenä on korkeampi lakoriski, joten suuri kylvötiheys lisää lakoherkkyttä. Pienellä tiheydellä vilja pystyy vielä pitämään herneen pystyssä. Floridalla suurin kuiva-ainesato (8,1 tn/ha) muodostui vehnän kanssa tiheydellä 45 kpl/m² hernetä. Muilla tukikasveilla ja tiheyksillä sato oli suunnilleen sama. Kaikilla kuiva-ainesadot olivat 5-8 tnka/ha ja tuoresadot 37,9 ja 58,3 tn/ha välillä.



Kuvio 4. Ensimmäisen niiton tuoresadot ja kuiva-ainesadot.

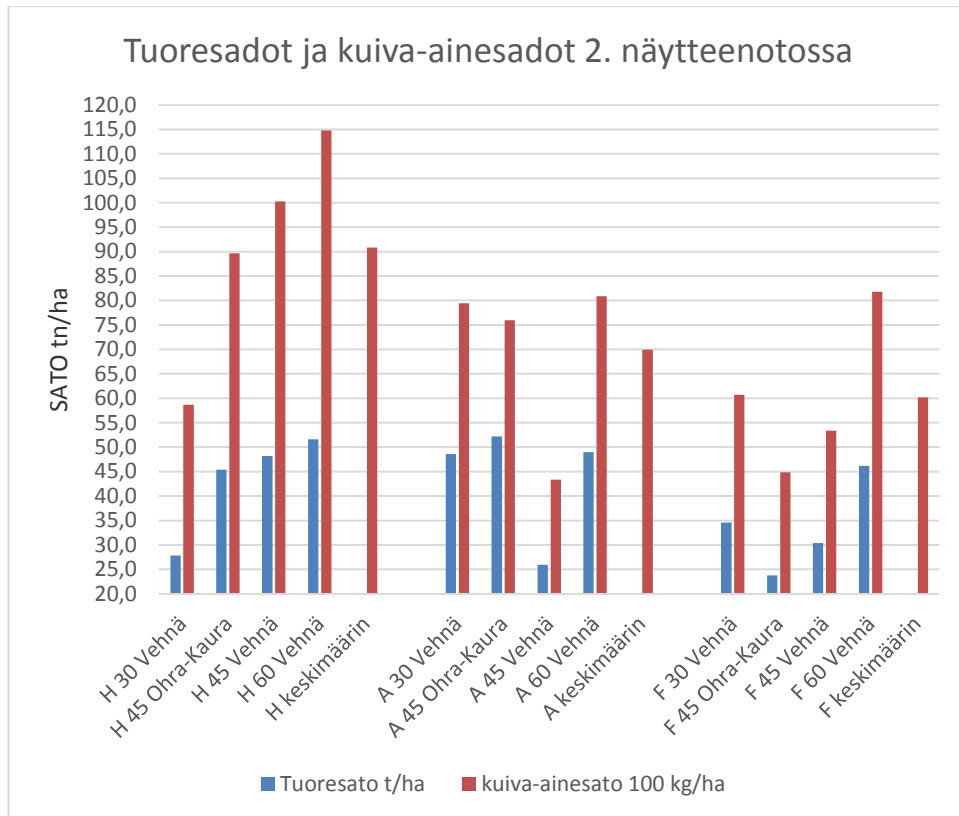
H=Hulda

A=Arvika

F= Florida

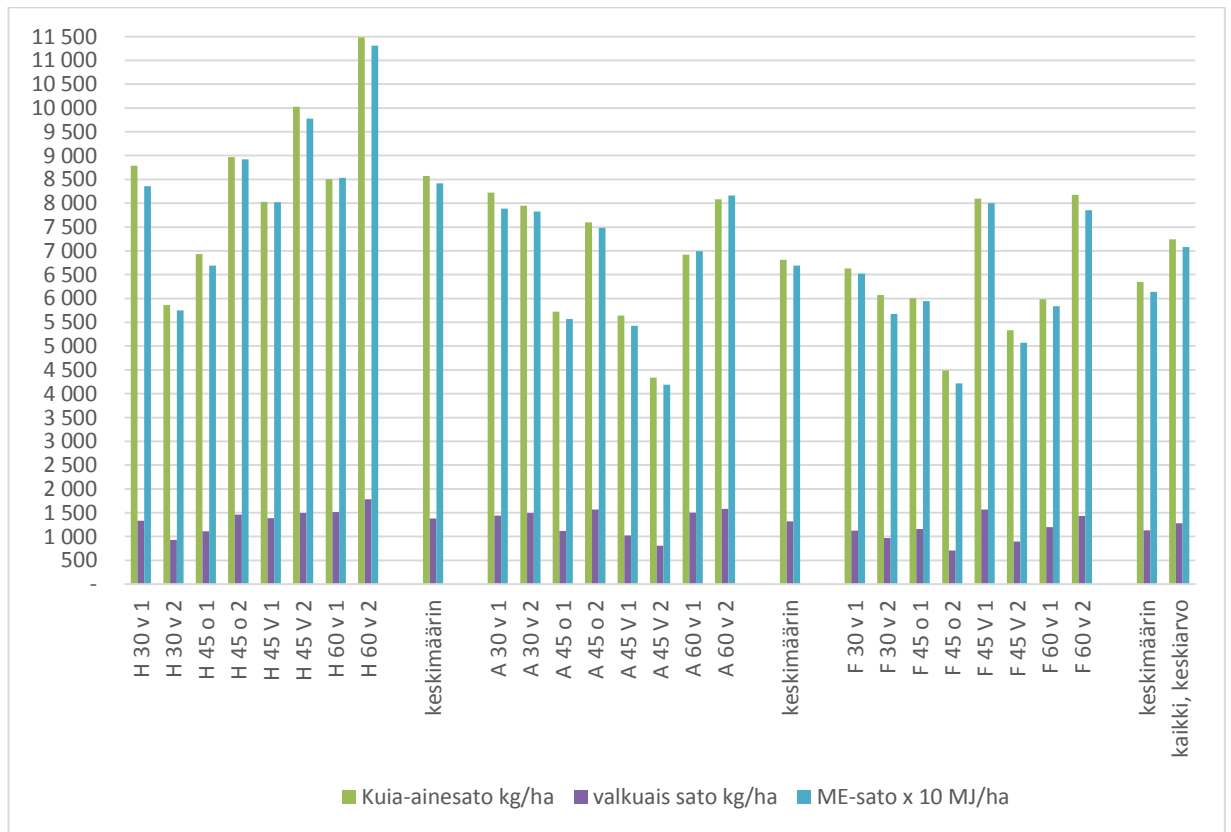
30/45/60 = kylvötiheys /m²

Toisessa niitossa kuiva-ainesatojen heitot olivat suuremmat kuin ensimmäisessä niitossa (Kuvio 5). Huldalla tiheys kasvatti satoa kuten ensimmäisessäkin niitossa. Korkein sato oli Huldalla 11,4 tn/ha kuiva-ainetta tuoresadon ollessa 51,6 tn/ha. Arvikalla tulokset olivat hyvin samansuuntaiset kuin ensimmäisessä niitossa. Arvikan suurin sato oli 8 tnka/ha ja tuoresato oli 52 tn/ha. Floridalla toisessa niitossa tihein kasvusto antoi suurimman kuiva-ainesadon 8,1tnka/ha ja tuoresadon 46,2 tn/ha. Sadot vaihtelivat 4–11 tnka/ha välillä ja tuoresadot 23,8 ja 52,2 tn/ha välillä.



Kuvio 5. Toisen niiton tuoresadot ja kuiva-ainesadot

Huldan sato nousi tiheyden myötä (8,7 tn/ha->11,4 tn/ha). Arvikalla sato laski tiheyden myötä. Floridan ja Arvikan sato laski niitto-ajankohdan myöhästyessä (Kuvio 6). Satojen epätasaisuuden syy jäi epäselväksi.



Kuvio 6. Sadot eri niitoissa ja eri tiheyksillä

H= Hulda

A=Arvika

F= Florida

30/45/60 = herneen kylvötiheys

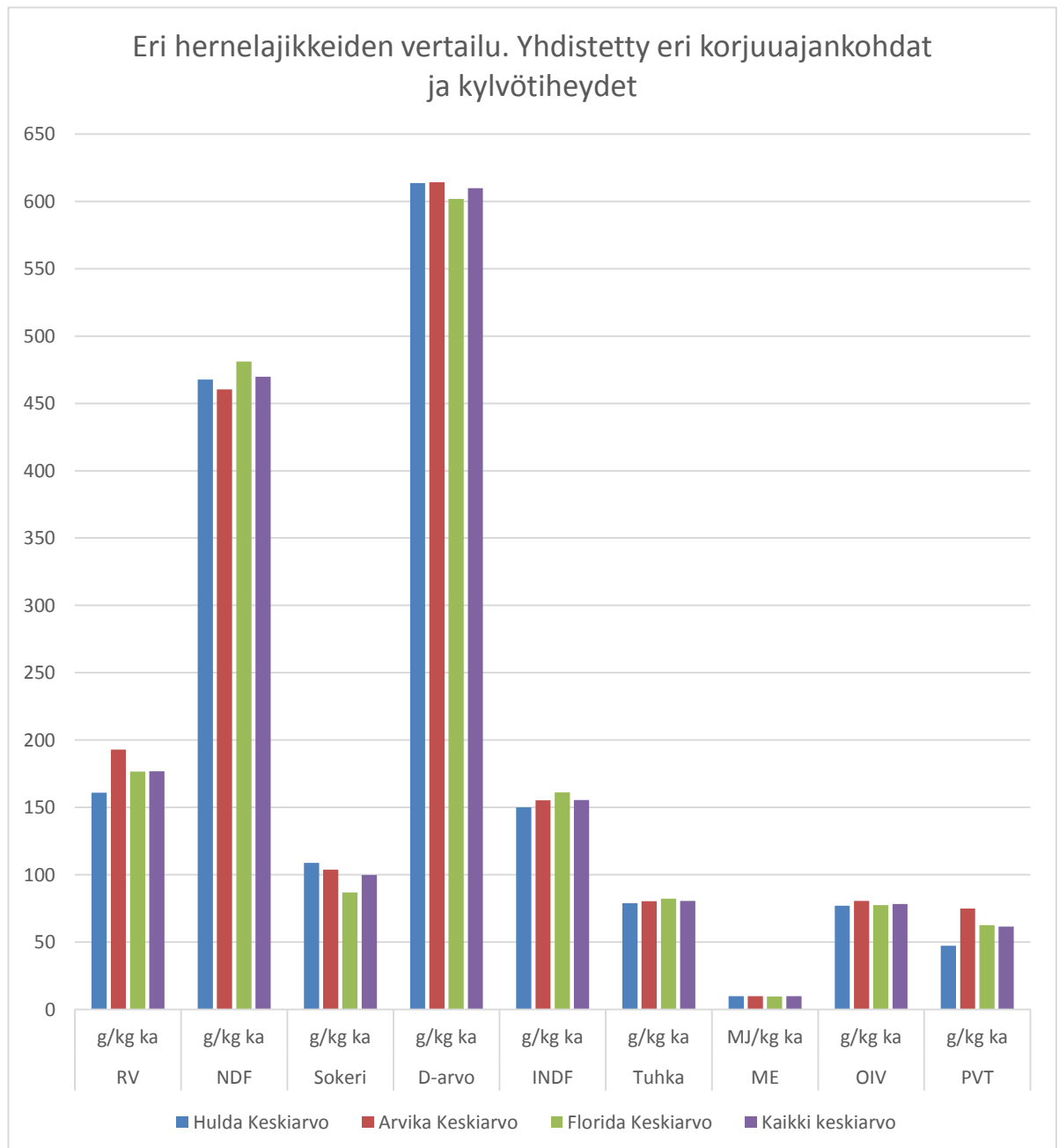
v= vehnä

o= ohra-kaura

1 / 2 = niitto ajankohta

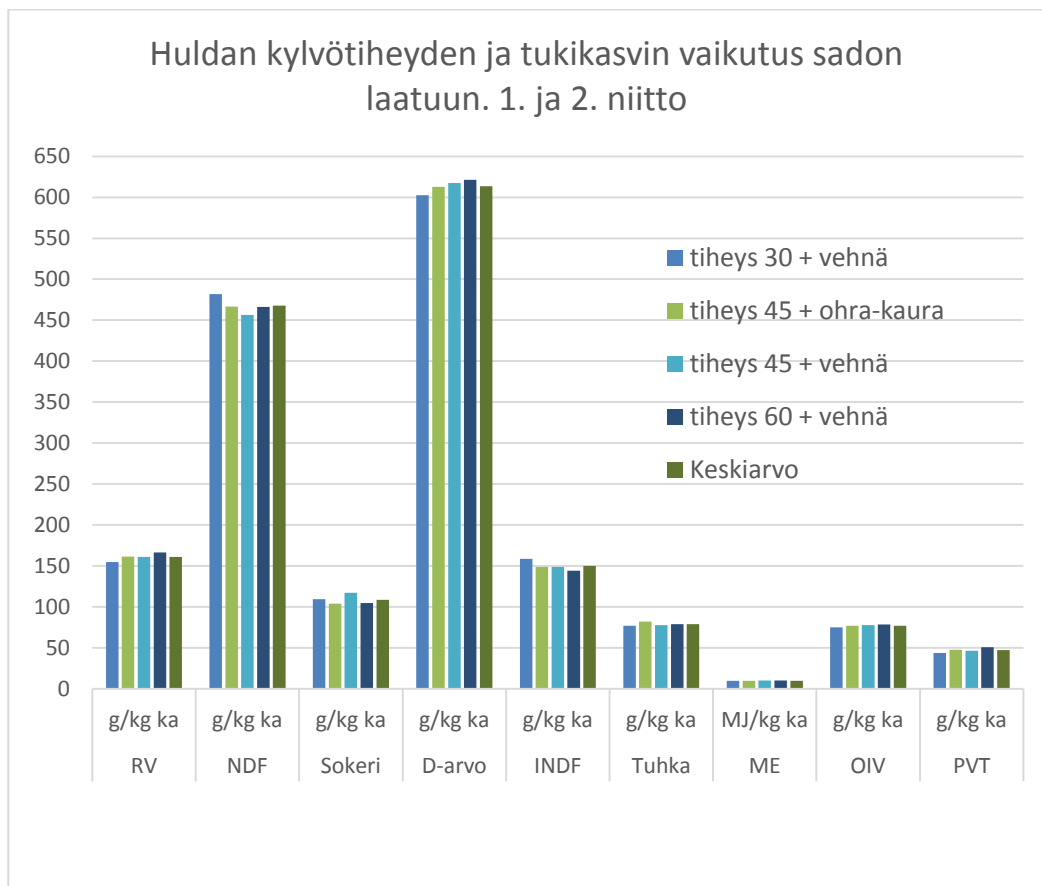
6.4 Sadon laatu

Sadon laadussa hernelajikkeiden erot olivat verraten pieniä. Arvikalla raakavalku-aispitoisuus oli korkein (192 g/kgka) kuten myös PVT-pitoisuus (74 g/kgka). Floridalla oli korkein NDF- (155g/kgka) ja iNDF-pitoisuus (161 g/kgka). Hulda oli suhteellisen tasainen kaikissa eri pitoisuuksissa (Kuvio 7).



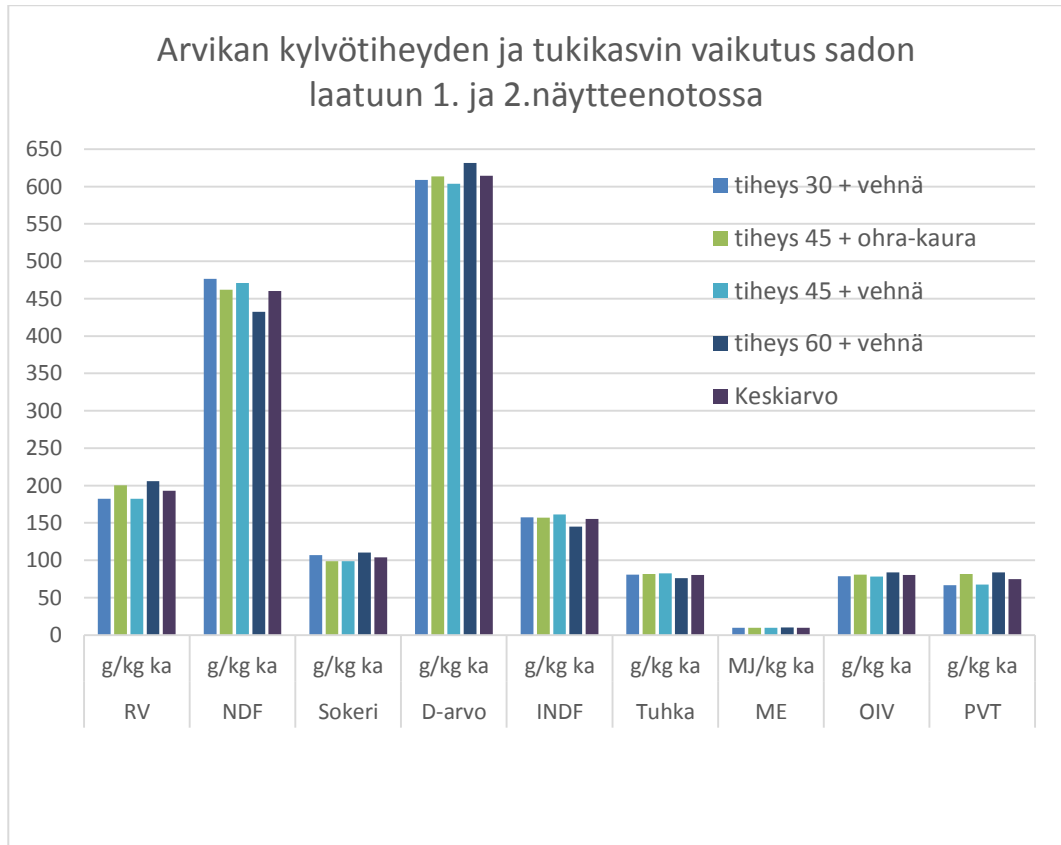
Kuvio 7. Hernelajikkeiden sadon laadun vertailu eri korjuuajankohtien ja kylvötiheyksien keskiarvona.

Kylvötiheyden ja tukikasvin merkitys Huldin laatuun oli verrattain vähäistä lukuun ottamatta harvan kylvötiheyden NDF- pitoisuutta, joka oli korkeampi. Puolestaan D-arvo oli alhaisin harvalla kylvömäärällä.



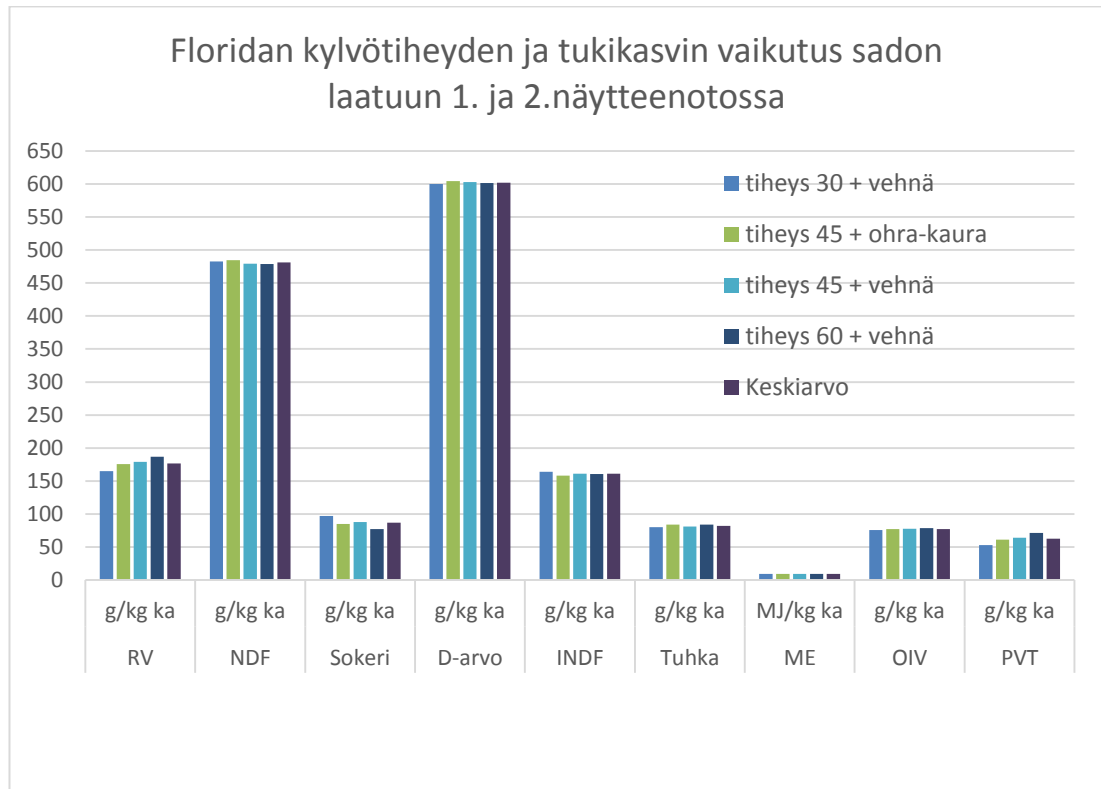
Kuvio 8. Huldin kylvötiheyden ja tukikasvin vaikutus sadon laatuun, 1. ja 2. niitto.

Arvikalla oli havaittavissa enemmän eroa. NDF-pitoisuus laski tiheyden noustessa, kun muut arvot pysyivät melkein samoina tai kasvoivat tiheyden noustessa (Kuvio 9).



Kuvio 9. Arvikan kylvötiheyden ja tukikasvin vaikutus sadon laatuun, 1. ja 2. niitto

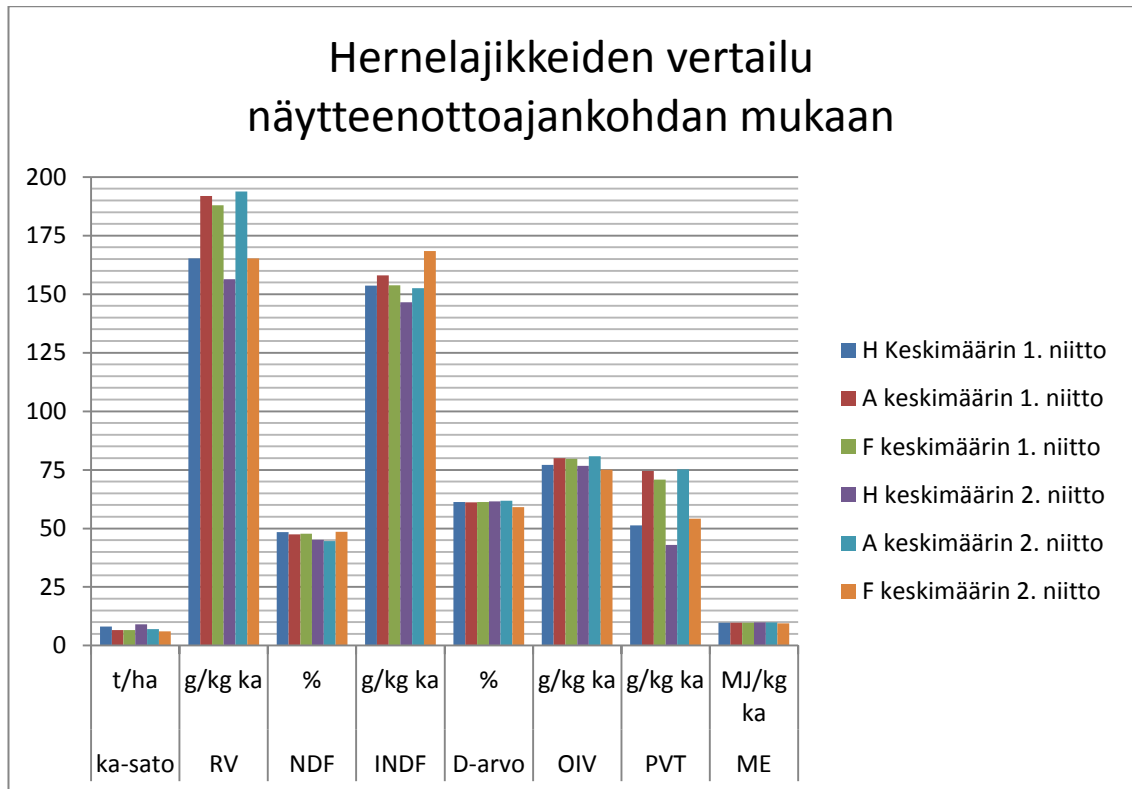
Myös Floridalla arvot olivat kutakuinkin samankaltaiset tiheyden noustessa. Ainoastaan raakavalkuainen ja PVT nousivat ja sokeri laski tiheyden noustessa (Kuvio 10).



Kuvio 10. Floridan kylvötiheyden ja tukikasvin vaikutus sadon laatuun, 1. ja 2. niitto.

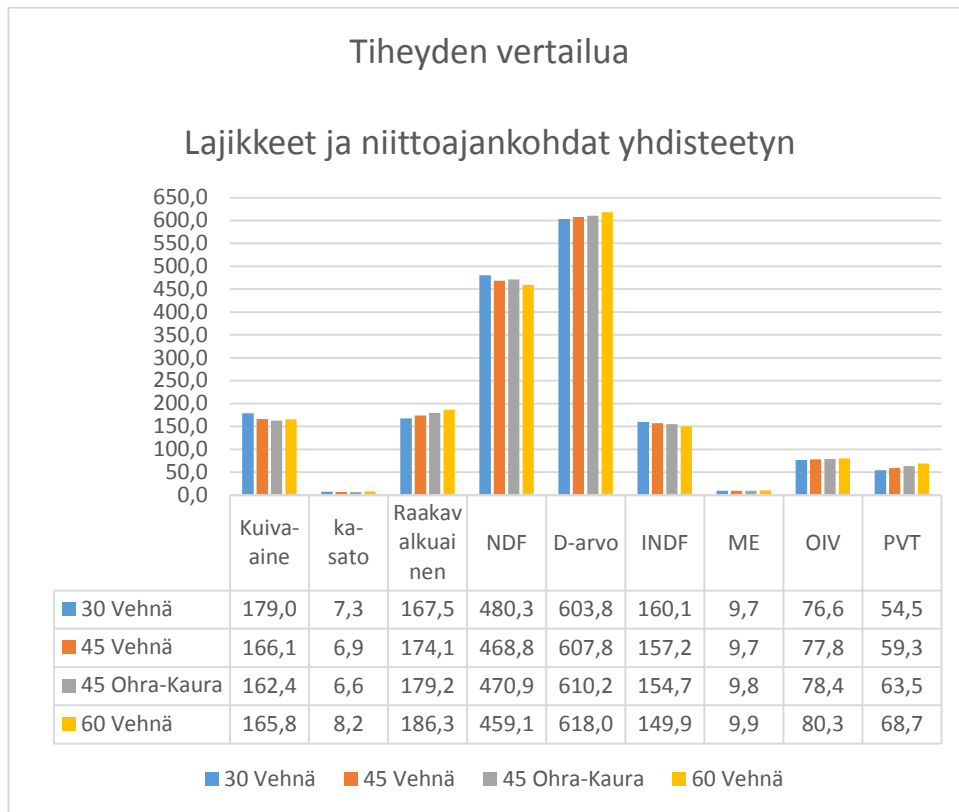
Suuria eroja sadon laadussa eri hernelajikkeiden sisällä ei ole. Raakavalkuainen ja samalla PVT hieman nousivat kaikilla lajikkeilla tiheyden noustessa. D-arvo myös nousee tiheyden noustessa. NDF:ssä saattoi havaita pientä laskua tiheyden noustessa. INDF kuitenkin pysyi suunnilleen samoissa lukemissa.

Eniten eroja lajikkeiden ja niittojen välillä oli raakavalkuaisessa ja sulamattomassa kuidussa sekä PVT:ssä (Kuvio 11). Muut arvot olivat melko tasaisia niiton ajankohdasta tai lajikkeesta huolimatta. Huldalla ja Floridalla raakavalkuainen laski ja iNDF nousi niiton myöhästyessä. PVT laski kaikilla niiton myöhästyessä, paitsi Arvikalla se pysyi samassa.



Kuvio 11. Hernelajikkeiden vertailu 1. ja 2. niitossa lajikkeiden keskimääräisten arvojen mukaan.

Raakavalkuainen, OIV, PVT, D-arvo ja kuiva-ainesato nousivat kun kylvötiheys nousi 30:sta 60:een kpl/m². NDF, INDF ja kuiva-ainepitoisuus laskivat kun kylvötiheys nousi. ME-pitoisuus pysyi tasaisena tiheydestä riippumatta (Kuvio 12).



Kuvio 12. Kylvötiheyden vertailua, lajikkeet ja näytteenottoajankohdat yhdistettynä.

6.5 Taloudelliset tulokset ja niiden tarkastelu

Kokoviljasäilörehun katetuottolaskelmien tarkastelussa on käytetty tämän opinnäytetyön viljelykokeen tuloksia. Seoskasvustojen rahallinen arvo on määritetty sadon energiapitoisuuden mukaan. Tulokset koostuvat vain yhdeltä vuodelta ja ovat suuntaa antavia. Tarkempien tuloksien saavuttamiseksi tarvittaisiin useamman vuoden otanta ja laajemmat tuotantokustannusten laskelmat. Katetuottolaskelmien pohjana on käytetty Proagrian tuottopehtorin katetuottolaskelmien pohjia, joita on muokattu tähän opinnäytetyöhön sopivaksi.

Laskelmien tarkoituksena oli verrata satotasojen kannattavuutta. Laskelmien muuttuvissa kustannuksissa vain herneiden ja viljojen siemenmäärät muuttuvat, muuten muuttuvien kustannusten oletetaan pysyvän samanlaisina, jotta nähtäisiin sadon määrän muutos katelaskelman tuloksessa.

Kaikkien kylvökokeen siemenkylvötiheyksien määrät eivät ylittäneet vaadittua valkuais- ja öljykasvipalkkion rajaa, joten ne menettävät kyseisen tuen. Tukea eivät saaneet Arvika+vehnä 30 m²/ha, Arvika+ohra+kaura 45m²/ha, Florida+vehnä 30 m²/ha ja Florida+ ohra+kaura 45 m²/ha.

Paras katetuotto ensimmäisessä näytteenotossa laskelmien mukaan oli Huldin kylvötiheydellä 30 kpl/m². Katetuotto ilman pinta-alatukia oli noin 318 €/ha. Toisessa näytteenotossa paras katetuotto oli Hulda+vehnä 60 kpl/m² kylvötiheydellä. Katetuotto ilman pinta-alatukia oli noin 565 €/ha.

Ensimmäisen näytteenoton keskiarvokatetuotto oli hieman huonompi kuin toisen näytteenoton katetuotto. Tämä johtuu toisen näytteenoton korkeammasta kuiva-ainepitoisuudesta (Taulukot 8 ja 9).

Taulukko 8. Ensimmäisen näytteenoton keskiarvokatetuottolaskelma.

Kotieläintila C1 (keskiarvo 1.näytteenotto)						
Tuotot						
			Yksikkö	a-hinta	Määrä	euroa
Seoskasvusto 1)			ka kg	0,099	7124	702,3
Tilatuki			ha	194,0	1,0	194,0
Luonnonhaittakorvaus (lfa)2)			ha	299,0	1,0	299,0
Ympäristötuki (perustuki 107€/ha) 3)			ha	157,0	1,0	157,0
Valkuais- ja öljykasvipalkkio 4)			ha	85,0	1,0	85,0
Pohjoinen tuki			ha	120,0	1,0	120,0
Mahd. nuorenviljelijän tuki			ha	0,0	1,0	0,0
Tuotot yhteensä						1557,3
Muuttuvat kustannukset	Kylvösiemen kg/ha	Osuus %				
Herne 5)	112	0,56	kg	0,70	112,0	43,9
Ostosiemen6) vilja	88	0,44	kg	0,39	88,0	15,1
Väkilannoite 7) Pellon Y2			kg	0,38	110,0	41,8
Traktorin poltto- ja voiteluaine 8)			h	8,5	8,0	68,0
Kalkitus			tn	42,0	0,0	0,0
Säilöntäaine			l	0,9	155,0	141,1
Säilöntämuovi 9)			kg	2,8	7,2	20,2
Liikepääoman määrä (50 %)			eur	0,5	476,9	
Liikepääoman korko (5,0 %)			eur	0,1	238,5	11,9
Muuttuvat kustannukset yhteensä						341,9
Katetuotto A						1215,4
Katetuotto A ilman pinta-alatukia						360,4
Työkustannukset						
Palkka10)			h	15,9	12,0	190,8
Katetuotto B						1024,6
Katetuotto B ilman pinta-ala tukia						169,6

Taulukko 9. Toisen näytteenoton keskiarvokatetuottolaskelma.

Kotieläintila C1 (keskiarvo 2.näytteenotto)						
Tuotot			Yksikkö	a-hinta	Määrä	euroa
Seoskasvusto 1)			ka kg	0,098	7365	721,4
Tilatuki			ha	194,0	1,0	194,0
Luonnonhaittakorvaus (lfa)2			ha	299,0	1,0	299,0
Ympäristötuki (perustuki 10			ha	157,0	1,0	157,0
Valkuais- ja öljykasvipalkki			ha	85,0	1,0	85,0
Pohjoinen tuki			ha	120,0	1,0	120,0
Mahd. nuorenviljelijän tuki			ha	0,0	1,0	0,0
Tuotot yhteensä						1576,4
Muuttuv	Kylvösiel	Osuus %				
Herne 5)	112	0,56	kg	0,70	112,0	43,9
Ostosien	88	0,44	kg	0,39	88,0	15,1
Väkilannoite 7) Pellon Y2			kg	0,38	110,0	41,8
Traktorin poltto- ja voiteluair			h	8,5	8,0	68,0
Kalkitus			tn	42,0	0,0	0,0
Säilöntäaine			l	0,9	155,0	141,1
Säilöntämuovi 9)			kg	2,8	7,2	20,2
Liikepääoman määrä (50 %			eur	0,5	476,9	
Liikepääoman korko (5,0 %			eur	0,1	238,5	11,9
Muuttuvat kustannukset yhteensä						341,9
Katetuotto A						1234,5
Katetuotto A ilman pinta-alatukia						379,5
Työkustannukset						
Palkka10)			h	15,9	12,0	190,8
Katetuotto B						1043,7
Katetuotto B ilman pinta-ala tukia						188,7

6.6 Herneen esikasviarvo

Ilmasta typpeä sitovan herneen teoreettisen esikasviarvon määrittämisessä arvona käytettiin 100 kgN/ha, josta oletettiin jäävän seuraavalle kasville käyttökelpoista typpeä noin 70 kgN/ha. Vertailukohteena käytettiin Suomen salpietarin typpipitoisuutta. Esikasviarvon laskelman mukaan herneen sitoman typen rahalliseksi arvoksi saatiin 111,11 €/ha.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Viljelykokeessa havaittiin herneen eri kylvötiheyksillä ja eri niittoajankohdilla olevan vaikutusta sadon määrään sekä laatuun. Suurimmat erot olivat eri lajikkeiden välillä.

Huldalla oli suurin satoisuus molemmilla eri niittoajankohdilla. Mitattiin sato sitten energiana, valkuaisena tai kuiva-aineina, Hulda oli aina paras. Huldalla sato kasvoi tiheyden noustessa, kun viljana oli vehnä. Tähän syynä saattaa olla vehnän jäykempi korsi, joka pitää kasvuston paremmin pystyssä ja ehkäisee siten lakoon-tumista. Ohralla taas on hennompi ja lyhempi korsi ja kauralla myös hento korsi, jolloin lakoriski on suuri. Huldalla D-arvo kasvaa herneen osuuden myötä. Arvikalla ja Floridalla sato hieman laski tiheyden noustessa, mikä saattoi johtua laosta. Arvika ja Florida ovat vihantahernejä, jotka kasvattavat paljon vartta ja ovat hentokortisia.

Ensimmäisenä niittoajankohtana havaittiin Huldassa olevan viljan ja rikkojen osuuden suurin verrattuna Floridan ja Arvikan tuloksiin. Arvikalla ja Floridalla tiheimmässä kokeessa viljan ja rikkojen osuus oli pieni. Tätä varmasti selittää herneen suuri tiheys, jolloin kasvutilaa ei jää viljalle eikä myöskään rikoille niin paljon kuin harvemmassa herneen tiheydessä. Huldalla kanssa vilja menestyi todennäköisesti parhaiten, koska Hulda on lujakortisempi ja hieman lyhempi, jolloin se ei varjosta niin paljon.

Myöhemmässä niitossa havaittiin Huldalla viljan osuuden kasvaneen suuremmaksi. Arvikalla havaittiin viljan osuuden olevan pienin. Tämä johtuu mahdollisesti hernelajikkeiden kasvutyylistä. Hulda on lyhempi ja lujakortisempi, jolloin vilja pärjää paremmin. Keskimäärin Huldalla rikkakasvien osuus oli vähäisin myöhäisemmässä niitossa verrattuna keskimääräiseen Arvikaan tai Floridaan. Tämä saattoi johtua korkeasta sadon määrästä. Arvikalla korkeimmassa tiheydessä oli suurin rikkakasvipitoisuus. Floridalla taas pienellä tiheydellä ja ohran kanssa oli etenkin rikkakasveja. Arvikalla suurin rikkakasvipitoisuus johtui ehkä laosta, jolloin rikkakasvit saavat valoa ja kasvutilaa. Floridalla taas harvassa tiheydessä oli paljon valoa ja kasvutilaa rikkakasveille. Ohra ja kaura ovat hentovartisia ja etenkin ohra on matalaa, jolloin rikkakasvit pääsevät valloilleen. Kokeessa ei käytetty lainkaan kasvin-

suojeluaineita, joten rikkakasvien määrä oli hyvin alhainen siihen nähden. Se saattoi johtua täydestä kasvustosta, jossa ei rikkakasveille ollut tilaa. Herne on myös hyvin varjostava kasvi ja kasvaa pystyssä pysyessään hyvinkin peittävästi.

Raakavalkuainen ja samalla PVT hieman nousee kaikilla lajikkeilla tiheyden noustessa. D-arvo myös nousee tiheyden noustessa. NDF-arvossa saattoi havaita pientä laskua tiheyden noustessa. INDF kuitenkin pysyi suunnilleen samoissa lukemissa.

Laadullisesti eri hernelajikkeet ja eri kasvuajat ja eri tiheydet olivat melko samantyyppiset. Sadon määrässä oli suurempia eroja. Hulda menestyi sadon määrässä parhaiten. Huldassa suuresta viljan osuudesta johtuu sen suuri kuiva-ainepitoisuus.

Herne-viljaseoskasvuston rahallinen arvo seuraa kasvuston kuiva-ainepitoisuutta. Hernelajikkeiden kylvötiheyden nostaminen ei tuota suoraan parempaa katetuottoa, sillä vain kasvustojen kuiva-ainepitoisuuksilla on vaikutus katetuottoon.

8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön viljelykokeessa selvisi, ettei eri hernelajikkeiden kesken suuria eroja muodostunut. Kylvötiheydellä voidaan vaikuttaa sadon määrään ja herneen ja viljan suhteeseen sekä sadon laatuun ruokinnallisesti. Viljelykokeen perusteella ei voida antaa tarkkaa suositusta herneen kylvötiheydeksi kokoviljasäilörehussa. Kyse on kuitenkin vain yhden vuoden viljelykokeesta, joten yleistettävää ohjetta ei voida antaa. Viljelykoe opetti kokoviljasäilörehun viljelystä mittaamisen ja analysoinnin vaikeuden ja sen vaikutukset saatuihin tuloksiin.

Viljelykokeen kokoviljasäilörehujen rahallisissa arvoissa ei muodostunut suuria eroja. Selvimmin erot syntyvät kuiva-aineen määrän noustessa kasvustossa. Herneen esikasviarvotyypen tarkempaa määrittystä varten täytyisi tehdä kattavammat maaperän liukoisen typen määritykset, joten opinnäytetyössä herneen sitoman typen rahallinen arvo on käsitelty vain teoreettisesti. Herneen käyttö esikasvina voi vähentää seuraavan kasvin lannoitustarvetta muutamalla kymmenillä typpikiloilla ja näin saadaan vähennettyä lannoitekustannuksia.

LÄHTEET

Kirjalliset lähteet

- Aaltonen, R. Peltonen, S. (toim.) 2011. Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Mtt. Tieto tuottamaan 134. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy, 24.
- Agronet. 2014. Herne.[Verkkosivu].[Viitattu 11.3.2014]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/agronet/luomu/peltoviljely/viljelyohjeita/Valkuaisrehukasvit/Herne>
- Anttila, J. 2013. Maissin viljelyohjeet. Raisio. [Ppt-diat]. [Viitattu 18.2.2014]. Saatavana: http://www.boreal.fi/lajikkeet/kuvat/Maissin_viljelyohjeet_Raisioagro_2013.pdf
- Ilmatieteenlaitos. Kesä 2013.[Verkkosivu].[Viitattu 15.5.2014]. Saatavana: <http://ilmatieteenlaitos.fi/kesa-2013>
- Jaakkola, S. 2010. Kokoviljasäilörehun korjuu ja säilöntä. Maito ja Me. [Verkkokäyttö]. [Viitattu 6.3.2014]. Saatavana: http://ammattilaiset.valio.fi/maitojame/sailorehu10/srehu10_28.htm
- Jaakkola, S. Saarisalo, E. Heikkilä, T & Joki-Tokola, E. 2003. Korjuu, Säilöntä ja Varastointi. Teoksessa: Lampinen, K. Harmoinen, T & Teräväinen, H. (toim.) Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. Mtt. Tieto tuottamaan 102. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 26,29,31-33.
- Joki-Tokola, E. 2001. Kokoviljasäilörehu kaksinkertaistaa viljasadon. Koetoimitaa ja käytäntö. 2/2001. s.14.
- Joki-Tokola, E. 2003. Viljelytekniikka. Teoksessa Lampinen, K. Harmoinen, T. Teräväinen. (toim.) Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. Mtt. Tieto tuottamaan 102. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 24-25.
- Kangas, A. 2011. Viljat valkuaisrehuina. Teoksessa Aaltonen, R. Peltonen, S. (toim.) Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Mtt. Tieto tuottamaan 134. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy, 55-57, 64.
- Kankare, A. 2015. Herneen viljely osana viljelykiertoa kasvinviljelytilalla. [Viitattu 6.2.2016]. Saatavana: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/88699/Herneen%20viljely%20osana%20viljelykiertoa%20kasvinviljelytilalla.pdf?sequence=1>
- Kasvinsuojelu. [Verkkosivu]. Farmit. [Viitattu 10.3.2014]. Saatavana: <https://www.farmit.net/kasvinviljely/suorakylvoe/kasvinsuojelu>

- Kasvinsuojeluinerekisteri. 2012. Helsinki:Turvallisuus ja kemikaalivirasto. [Verkkosivu]. [Viitattu 11.3.2014]. Saatavana: <https://kasvinsuojeluaineet.tukes.fi/Product.aspx?tunnus=975>
- Kay, R. Edwards, W. & Duffy, P. 2004, Farm management. 5th ed. McGraw-Hill Co. 3,15.
- Koskimies, H., Nykänen, A. & Äijö, H. 2014. Herneen kylvötiheys kokoviljasäilörehussa. Poster. Suomen maataloustieteellinen seura.
- Kuoppala, K., Rinne, M., Lötjönen, T. ja Huuskonen, A. 2016. Härkäpapuvehänä- ja hernevehnäsäilörehujen korjuuaste vaikuttaa rehun laatuun. Poster. Maataloustieteenpäivät 2016.
- Källander, I. 1993. Luonnonmukainen maanviljely. Suomentaja : Koskimies,H. (toim.) Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Känkänen, H. 2011. Alus- ja kerääjäkasvien mahdollisuudet hyödyiksi. Luomutietoverkko. [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 11.3.2014]. Saatavana: <http://luomu.fi/tietoverkko/alus-ja-kerajakasvien-mahdollisuudet-hyodyiksi/>
- Känkänen, H. & Kontturi, M. 1988. Kylvötiheyden vaikutus lehtityypiltään erilaisten herneiden sadon muodostumiseen. MTTK, Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 22/88. [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 11.3.2016]. Saatavana: http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/443068/maatut22_88.pdf?sequence=1
- Känkänen, H. Suokannas, A. Tiilikkala, K & Nykänen, A. 2012. Biologinen typensidonta fossiilisen energian säästäjänä. MTT. Raportti 76. [Viitattu 6.3.2014]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti76.pdf>
- Lardy, G. 2013. Feeding Corn to Beef Cattle. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 20.2.2014]. Saatavana: <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/beef/as1238.pdf>
- Leinonen, P. & Rajala J. 2004. Viherlannoitus. Teoksessa Rajala, J. (toim.) Luonnonmukainen maatalous. Mikkeli: Teroprint Oy. 204-222.
- Mavi 2014. Hakuopas. [Viitattu 7.10.2014]. Saatavana: <http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/Hakuopaat/Hakuopas%202014.pdf>
- Murskeviljan viljely. [Verkkosivu]. Farmit. [Viitattu 11.3.2014]. Saatavana: <http://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvuohjelma/erikoiskasvit/murskevilja#mvilja>
- Mäkinen, H. 2003.Teoksessa: Suokannas, A. Pehkonen, P. Mäkinen, H. Tuori, M. Seppo, P. Kokoviljasäilörehu karjatilalla. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Maa- ja elintarviketalous 40. Data Com Finland Oy. 55.

- Niemeläinen, O. 2005. Italianraiheinä sopii kokoviljan seoskasvustoksi. Koetoiminta ja käytäntö. MTT. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 10.3.2014]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v62n04s06a.pdf>
- Niiranen, R. 2008a. Maissi kasvaa pitkäksi myös Pohjois-Savossa. Maaseudun tiede. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 6.3.2014]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mt-v65n03s08.pdf>
- Niiranen, R. 2008b. MTT Maaningalla tutkitaan maissia. Maaseudun tiede. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 6.3.2014]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mt-v65n03s09.pdf>
- Nissinen, O. 2005. Vihantaviljasta säilörehua. Koetoiminta ja käytäntö. MTT. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 18.3.2014]. Saatavana: <http://jukuri.mtt.fi/bitstream/handle/10024/458131/mtt-kjak-v62n01s14b.pdf?sequence=1>
- Nyt on oikea hetki kylvää maissi. 2013. [Verkkosivu) Farmit. [Viitattu 17.2.2014]. Saatavana: <http://www.farmit.net/kasvinviljely/2013/05/24/nyt-oikea-hetki-kylvaa-rehumaissi>
- Nykänen, A. ja Jauhiainen, L. 2010. Herneillä ja virnoilla typpiomavaraisuutta kokoviljatuotantoon. Maataloustieteenpäivät 2010.
- Nykänen, A. 2006a. Tietokortti 1: Viljalajit. Yksivuotiset seosnurmet luomutilan viljelykiertoon- hanke.
- Nykänen, A. 2006b. Tietokortti 2: Palkokasvit. Yksivuotiset seosnurmet luomutilan viljelykiertoon- hanke.
- Nykänen, A. 2008. Tietokortti 6: Vilja-Palkokasvisäilörehujen siemenseokset. Yksivuotiset seosnurmet luomutilan viljelykiertoon- hanke.
- Peltonen, S. 2011. Valkuaisrehujen tuotannon edellytykset. Teoksessa: Aaltonen, R. Peltonen, S. (toim.) Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. MTT. Tieto tuottamaan 134. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy, 21-24.
- Rajala, J. 2004. Biologinen typensidonta ja typen kierto. Teoksessa Rajala, J. (toim.) Luonnonmukainen maatalous. Mikkeli: Teroprint Oy. 199-204.
- Rinne, M. 2013. Palkokasveja kokoviljasäilörehuihin. [Ppt-diat]. MTT. [Viitattu 17.2.2014]. Saatavana: http://luomu.fi/tietopankki/wp-content/uploads/2013/02/Rinne_M_Palkokasveja_kokoviljasailorehuihin_21022013.pdf
- Rondahl, T. 2005. Herne-kaura säilörehu. Hyvä itseviljeltävä säilörehu lypsylehmille. [Ppt-diat]. [Viitattu 18.3.2014]. Saatavana:

<http://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Artturikirjasto/TilaArtturi-hanke/TilaArtturi-retki%2022.-23.4.2010%20Uumajaan/8F93F8EA466CED02E040A8C0033C5CA7>

Sipiläinen, T. Koikkalainen, K. & Vanhatalo, A. 2012. Teoksessa: Nykänen, A.(toim.) Huusela-Veistola, E. Jalli, H. Jalli, M. Koikkalainen, K. Kymäläinen, M. Känkäinen, H. Lemola, R. Lizarazo, C. Sipiläinen, T. Stoddard, F. Vanhatalo, A. Typpi- ja valkuaisomavaraisuuden lisääminen palkokasveja tehokkaasti hyödyntämällä. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Raportti 59. MTT: Jokionen. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 7.3.2014]. Saatavana: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti59.pdf>

Stoddard, F. Nykänen, A & Ellä, A. 2011. Palkokasvien viljely. Teoksessa: Aaltonen, R. Peltonen, S. (toim.) Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. MTT. Tieto tuottamaan 134. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy, 36-38.

Suokannas, A., Kuoppala, K. ja Manni, K. 2016. Säilörehuksi korjattavan härkäpavun korjuutappiot. Maataloustieteen päivät 2016. Helsinki, Viikki. Esitelmä.

Suokannas, A. Pehkonen, A. Mäkinen, H. Tuori, M & Pentti, S. 2003. Kokoviljasäilörehu maatilalla. MTT. Maa- ja elintarviketalous 40.

Tilastokeskus.2015.[Viitattu17.2.2016].Saatavana: http://193.166.171.75/database/StatFin/hin/ttohi/ttohi_fi.asp

Turunen, H. 2003. Kokoviljasäilörehun taloudellisuus nautakarjatilalla. Teoksessa Lampinen, K. Harmoinen, T. Teräväinen, H. (toim.) Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. MTT. Tieto tuottamaan 102. Jyväskylä: Gummeruks Kirjapaino Oy, 15.

Viljelyopas. 2014. K-maatalous. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 7.3.2014]. Saatavana: http://www.k-maatalous.fi/palvelut/asiakkuus/Documents/Viljelyopas%202014_w.pdf

Vinkkejä erityyppisten vehnien viljelyyn. 2011. Vilja-alan yhteistyöryhmä. [Ppt-diat]. [Päivitetty 2013]. [Viitattu 10.3.2014]. Saatavana: http://www.vyr.fi/www/fi/liitetiedostot/tuotanto_ ja_viljelytietoa/viljelyoppaat/Paivitetty_Vehnn_viljely_eri_kayttotarkoituksiin_2013.pdf

Yli-Kleemola, M. 2010. Valkuaiskasvit maitotilalla: Härkäpavun viljelykokemuksia. [Ppt-diat]. [Viitattu 6.3.2014]. Saatavana: <http://luomu.fi/tietoverkko/wp-content/uploads/2010/09/Yli-Kleemola-H%C3%A4rk%C3%A4pavun-viljelykokemuksia-Yli-Kleemola-230310.pdf>

Ympäysohjeita. 2013. Luomusa. [Verkkosivu]. [Viitattu 6.3.2014]. Saatavana:
<http://www.luomusa.fi/drupal/?q=node/19>

Taulukko

Tuoreviljasato 2007-2013. [Excel-tilasto]. [Viitattu 23.2.2014]. Saatavana:
<http://www.maataloustilastot.fi/satotilasto>