

Mari Kangasvieri

Yksivuotiset palkokasvit kokoviljasäilörehuseoksissa

Viljelykoe kesällä 2014

Opinnäytetyö

Kevät 2015

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto:

Tekijä: Mari Kangasvieri

Työn nimi: Yksivuotiset palkokasvit kokoviljasäilörehuseoksissa

Ohjaaja: Leena Riikonen

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 48

Liitteiden lukumäärä: 2

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kokoviljasäilörehun viljelyä yksivuotisten palkokasvien ja viljan seoksina. Herne, härkäpapu ja muut valkuaiskasvit vähentävät merkittävästi valkuaisrehun ostotarvetta. Rehuomavaraisuuden nousun lisäksi siirtyminen kokoviljasäilörehuun tasaa myös tilojen työhuippuja. Seos voidaan kylvää tavanomaista myöhemmin ja korjuu pystytään ajoittamaan nurmirehun korjuu-aikojen väliin.

Tässä työssä oli tarkoitus selvittää palkokasvien ja viljan seoskasvustojen viljelyn onnistumista sekä eri seoskasvustoista saatujen rehusatojen määrää ja rehuarvoja. Rehuanalyysien tarkoituksena oli tuoda esiin palkokasvi-viljasäilörehun soveltuvuus eläinten ruokintaan.

Koeviljelyn tuloksena todettiin, että palkokasveista taloudellisesti ja tuotannollisesti kannattavinta olisi viljellä rehuvirnan ja viljan seoksia sekä herneen ja viljan seoksia. Valkolupiinin ja härkäpavun siemenkustannukset olivat korkeat saatuun saatoon nähden. Rehun laatua tarkasteltaessa todettiin, että herne-viljan ja virnaviljan seoksista kokoviljasäilörehuna saataisiin suurimmat hyödyt eläinten ruokintaan. Herne-vehnäseoksen ja virna-vehnäseoksen D-arvolla ja raakavalkuaispitoisuudella voitaisiin tavoitella korkeita päiväkasvuja ja tuotoksia.

Avainsanat: Kokoviljasäilörehu, yksivuotiset palkokasvit, rehuanalyysi

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Ilmajoki School of Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation:

Author/s: Mari Kangasvieri

Title of thesis: Annual legumes in whole-grain silage

Supervisor(s): Leena Riikonen

Year: 2015

Number of pages: 48

Number of appendices: 2

The aim of this thesis was to study whole-grain silage cultivation with mixes of annual legumes and grains. The use of forage pea, broad bean and other protein crops as a mix decreases the need to purchase protein-rich fodder significantly. In addition to the increase in self-sufficiency with fodder, the use of whole-grain silage distributes the work load more evenly on the farms. Seeding can be carried out later than usual and the harvesting made between the first and second harvesting of grass for silage.

The aim of this work was to study different mixes of legumes and grains from a cultivation-centred vantage point, mainly using yields and silage values. The aim of the silage analyses was to determine the suitability of grain-legume silage for animal feed.

Based on the test cultivation it was found that the most productive and economical mixes were vetch and grain as well as and forage pea and grain. The seed costs of white lupine and broad bean were high compared to the obtained yields. When examining the quality of the silage, the pea-grain and vetch-grain mixes were found to be most beneficial for animal feed. The high protein content and D-values could be used to pursue high average daily gain and high output.

Keywords: whole-grain-silage, annual legumes

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
1 JOHDANTO	8
2 KOKOVILJASÄILÖREHUN VILJELY	10
2.1 Yleistä.....	10
2.2 Kasvilajit	11
2.2.1 Kevätvehnä (<i>Triticum aestivum</i>).....	11
2.2.2 Herne (<i>Pisum sativum</i>).....	11
2.2.3 Härkäpapu (<i>Vicia faba</i>)	12
2.2.4 Virnat (<i>Vicia sp.</i>).....	13
2.2.5 Lupiinit (<i>Lupinus sp.</i>).....	14
2.3 Siemenseokset	15
2.4 Vilja-palkokasvisäilörehuseosten viljelytekniikka	15
2.4.1 Kylvötekniikka	16
2.4.2 Lannoitus	17
2.4.3 Sadonkorjuu.....	17
3 VILJA-PALKOKASVIREHUSEOSTEN SÄILÖNNÄLLISET JA RUOKINNALLISET OMINAISUUDET	19
3.1. Säilönnälliset ominaisuudet	19
3.2 Ruokinnalliset ominaisuudet	20
4 VILJELYN TALOUS.....	23
5 VILJELYKOE	25
5.1 Tutkimuksen tarkoitus.....	25
5.2 Tilan esittely ja koelohkon tiedot.....	25
5.3 Muokkaus, lannoitus ja kylvö	27
5.4 Siemenseokset ja kylvömäärät	27
5.5 Kasvustohavainnot	28
5.6 Kasvukauden sää	29

6 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	31
6.1 Orastuminen ja taimettuminen	31
6.2 Rikkakasvien ja kasvilajien lukumäärä.....	31
6.3 Kasvuston kehitys	33
6.4 Sadon määrä	37
6.5 Rehuanalyysit	39
7 YHTEENVETO	43
LÄHTEET	44
LIITTEET	48

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Koer uudut loholla Koskenneva (Vipu-palvelu).	26
Kuva 2. Valkolupiini-vehnäkasvusto ja härkäpapu-vehnäkasvusto 1. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).	32
Kuva 3. Valkolupiini-vehnä vasemmalla ja virna-vehnä oikealla 13. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).	33
Kuva 4. Herne-vehnä vasemmalla ja härkäpapu-vehnä oikealla 13. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).	33
Kuva 5. Vehnä 13. heinäkuuta (Kangasvieri 2014).	34
Kuva 6. Valkolupiini-vehnä vasemmalla ja virna-vehnä oikealla 23. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).	35
Kuva 7. Herne-vehnä vasemmalla ja härkäpapu-vehnä oikealla 23. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).	35
Kuva 8. Virna-vehnä vasemmalla ja herne-vehnä oikealla 23. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).	36
Kuva 9. Vehnän kukinta 23. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).	36
Kuva 10. Härkäpavun juurinystyröitä 23. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014). ...	37
Kuvio 1. Lämpötilat Toholammin säähavaintoasemalla (Hutila 2015).	30
Kuvio 2. Sademäärät Toholammin säähavaintoasemalla (Hutila 2015).	30
Kuvio 3. Tuoresato kg/ha.	38
Kuvio 4. Laskennallinen kuiva-ainesato kg ka/ha.	39

Taulukko 1. Eri kasvilajien ominaisuudet (Nykänen 2008)	12
Taulukko 2. Tuet vuosina 2014 ja 2015 (”/ha) C2-alueella.....	23
Taulukko 3. Siemenkustannukset (”/ha) vuoden 2014 viljelykokeessa.	24
Taulukko 4. Koelohkon viljavuustutkimus vuodelta 2012 (Suomen ympäristö palvelu Oy).....	26
Taulukko 5. Oraiden ja taimien määrä (kpl/m ²) 15. kesäkuuta 2014.	31
Taulukko 6. Rikkakasvien ja kasvilajien lukumäärä (kpl/m ²) 7. heinäkuuta 2014 ...	32
Taulukko 7. Paalien lukumäärä (kpl/koeruutu)	38

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia kokoviljasäilörehun viljelyä luomutilalla yksivuotisten palkokasvien ja viljan seoksina. Herne, härkäpapu ja muut valkuaiskasvit vähentävät merkittävästi valkuaisrehun ostotarvetta. Rehuomavaraisuuden nousun lisäksi siirtyminen kokoviljasäilörehuun tasaa tilan työhuippuja. Seos voidaan kylvää tavanomaista myöhemmin ja korjuu pystytään ajoittamaan nurmirehun korjuuajkojen väliin.

Yksivuotiset palkokasvit ovat kasveja, joilla on omavaraista typensidontaa, hyvä esikasviarvo ja valkuaispitoisuus (Peltonen 2011, 23). Yksivuotisista palkokasveista voi saada myös kohtuullisen kuiva-ainesadon yhdellä korjuukerralla ja nurmen perustaminen on mahdollista samalla kertaa (Rinne 2013).

Palkokasveja viljelemällä voidaan saada taloudellista hyötyä. Palkokasvit kykenevät sitomaan typpeä biologisesti, millä voidaan vähentää väkilannoitetyypin määrää. Siemenkustannukset ovat palkokasveilla korkeat, mutta pienemmällä lannoitekustannuksella voidaan kompensoida siementen hintaa. (Rinne 2013.)

Typensidonnan esimerkkinä mainittakoon, että herne ja härkäpapu sitovat kasvukauden aikana typpeä ilmakehästä noin 30-150 kg/ha. Tästä typpimäärästä jää seuraavalle viljelykasville käyttöön 10-70 kg/ha. (Peltonen 2011, 23.) Palkokasveilla on myös muita hyviä esikasvivaikutuksia, jotka kannustavat niiden käyttöön (Rinne 2013). Palkokasveilla on tiheä ja syväle ulottuva juuristo, joka muokkaa maan mururakennetta synnyttäen huokosverkkoja ja edistää maan pieneliöstön elinoloja (Peltonen 2011, 23). Tauti- ja tuholaiskannat ovat erilaisia kuin viljoilla tai nurmilla, joten ne sopivat hyvin viljelykiertoon niin luomu- kuin tavanomaisessakin tuotannossa (Rinne 2013).

Tässä työssä on tehty katsaus härkäpavun, rehuherneen, rehuvirnan ja valkoluppiinin viljelyyn kokoviljaseoksena kevätvehnän kanssa. Yksivuotisista palkokasveista on tehty Suomessa vain vähän viljelykokeita. Työhön sisältyy viljelykoe käytännön tilaolosuhteissa Toholammilla Keski-Pohjanmaalla. Viljelykokeen tarkoituksena on tutkia viljeltävien seoskasvustojen viljelyvarmuutta, satoisuutta ja rehuominaisuuksia.

Työssä on tarkoitus tutkia palkokasvien ja viljan seoskasvustojen viljelyn onnistumista sekä eri seoskasvustoista saatujen rehusatojen määrää ja rehuarvoja. Rehuanalyysien tarkoituksena on tuoda esiin palkokasvi-viljasäilörehun soveltuvuus eläinten ruokintaan. Koejäsenten viljelypinta-alat eivät ole suuria, joten suoraan näistä saaduista sadoista on vaikea tehdä varsinaisia ruokintakokeita, joista saisi validiteetin täyttävää tietoa. Sen vuoksi työssä ruokinnallisesta osuudesta esitetään vain aiemmin tutkittua tietoa, johon saatuja analyysituloksia peilataan.

2 KOKOVILJASÄILÖREHUN VILJELY

2.1 Yleistä

Kokoviljasäilörehulla tarkoitetaan koko viljakasvuston (tähkä ja korret) korjaamista säilörehuksi. Korjuuajankohta on viljan taikinatuleentumisvaiheessa. Kokoviljasäilörehun edut nurmisäilörehuun verrattuna ovat suurempi sato ja edullisemmat tuotantokustannukset. (Huuskonen, Sairanen & Nykänen 2010, 40.)

Huuskosen ym. (2010, 40) mukaan kokoviljasäilörehua viljeltäessä säilörehunkorjuun kaksi työhuippua jakaantuu kolmeen. Samalla rehuviljan tuotannon sääriski pienenee. Kokoviljasäilörehun viljely mahdollistaa vuosittaisen lannan levityksen.

Sopiva kokoviljasäilörehun korjuuaika on viljan ehdittyä taikinatuleentumisasteelle. Kuiva-ainesato kasvaa taikinatuleentumiseen saakka, jolloin säilöntäominaisuudet ovat parhaimmillaan. Kun kokoviljasäilörehua tehdään pelkästään viljoista, sulavuus ja raakavalkuaispitoisuus ovat usein matalia. Palkokasveja lisäämällä seoksen rehuarvoa saadaan nostettua. Palkokasveja kannattaa viljellä viljan kanssa seoksena, näin saadaan kasvustoihin viljelyvarmuutta. Viljat pitävät rentovartisia palkokasveja (herne ja virna) pystyssä, jolloin kasvitautien esiintyminen vähenee ja säilönnässä viljat sitovat palkokasveista muodostuvaa puristenestettä. (Huuskonen ym. 2010, 40. 41.)

Huuskonen ym. (2010, 41) kehottavat ottamaan seosten suunnittelussa huomioon muun muassa seuraavia seikkoja:

- ó Millaista ja millä pelloilla seosta on tarkoitus viljellä.
- ó Onko tarkoitus viljellä emolehmille tai hiehoille, jolloin tarvitaan paljon rehumassaa ja tällöin valkuaispitoisuus ja sulavuus eivät ole niin tärkeitä.
- ó Lihanaudat ja lypsylehmät sen sijaan tarvitsevat hyvin sulavaa ja valkuaispitoista rehua.

2.2 Kasvilajit

Kokoviljasäilörehun viljelyssä voidaan käyttää kaikkia muita viljalajeja, paitsi eiruista. Sulavuutensa ansiosta ohra sopii kokoviljasäilörehun raaka-aineeksi parhaiten. (Joki-Tokola 2003, 17.)

Ohran sijasta kokoviljasäilörehun raaka-aineena voidaan käyttää kauraa tai kevätvehnää. Kauran etuna on sen luontainen vaatimattomuus kasvupaikan suhteen. Kaura ja vehnä sopivat pitkän kasvuaikansa ja hyvän laonkestävyytensä ansiosta ohraa paremmin vilja-palkokasviseoksiin. (Joki-Tokola 2003, 18. 19.)

Luomuviljelyssä käytetään tyypillisesti viljan ja herneen tai virnojen seoksia. Virna ei tuota meillä puitavaa satoa, vaan nämä seoskasvustot on korjattava kokoviljaruhuna. Virnaseoksissa käytetään sekä ruis- että rehuvirnaa. Virnat kohottavat seoksen raakavalkuaispitoisuutta. (Joki-Tokola 2003, 19.)

2.2.1 Kevätvehnä (*Triticum aestivum*)

Kokoviljasäilörehuna kevätvehnästä voidaan saada suuria kuiva-ainesatoja. Viljoista vehnän jyvien sulavuus on paras kokoviljasäilörehussa. Tuleentumisen edessä vehnän jyvän kuoren sulavuus ei laske samoin kuin ohran ja kauran. Vehnäkokoviljasäilörehu voidaan siis korjata muita viljalajeja myöhemmin ja näin saadaan suurempi kuiva-ainesato. Kevätvehnä on laonkestävä eikä se ole yhtä vaativa kasvupaikan suhteen kuin ohra. Vehnäsäilörehun maittavuus ja näin ollen myös syönti on ohrasäilörehua parempi. (Nykänen 2006a.)

2.2.2 Herne (*Pisum sativum*)

Herne kuuluu palkokasvien heimoon (*Fabaceae*). Kuten muutkin palkokasvit, se pystyy sitomaan ilmakehän tyypeä kasveille käyttökelpoiseen muotoon symbioottisesti juurinystyröissä elävän *Rhizobium*-bakteerin avulla. (Saastamoinen 2011, 6.)

Eri hernelajikkeet poikkeavat kasvuominaisuuksiltaan voimakkaasti. Rehuntuotantoa ajatellen keskeisiä lajikeominaisuuksia ovat kasvuaika, lehtien määrä ja kas-

vuston pituus. Kun tarkoituksena on tehdä säilörehua, kannattaa valita myöhäisiä, lehdellisiä ja pitkävartisia lajikkeita, sillä niiden kasvupotentiaali on suuri. Herneen sulavuus on virnaa ja viljaa parempi. Valkuaispitoisuus herneellä on virnojen luokkaa. Varsinaista siemensatoa tuottavien herneiden lisäksi saatavilla on myös myöhäisten rehuherneiden siementä. Niiden pituuskasvu jatkuu aina pakkasiin asti. (Nykänen 2006b.)

2.2.3 Härkäpapu (*Vicia faba*)

Härkäpapu on Suomen olosuhteissa vaateliias palkokasvi. Varsinkin vesitalouden on oltava sopiva, koska härkäpapu kärsii niin kuivuudesta kuin märkyydestä. Härkäpapu tuottaa enemmän valkuaisista herneeseen verrattuna ja sen korsi on kestävämpi (Taulukko 1). Nykäsen (2006b) mukaan härkäpavun sulavuus ja maittavuus ovat kuitenkin heikommät kuin herneellä. Herne ja härkäpapu voivat kulkea tilan kasvivalikoimassa rinta rinnan, koska ne voidaan käsitellä samalla tyypibakteerivalmisteella, jolloin esimerkiksi herneen jälkeen peltoon kylvettyä härkäpapua ei tarvitse käsitellä erikseen. Niiden viljely yhtä aikaa osana seosta on myös mahdollista.

Taulukko 1. Eri kasvilajien ominaisuudet (Nykänen 2008).

	Herne	Härkäpapu	Rehuvirna	Ruisvirna	Ohra	Vehnä	Kaura	Kevät-ruis	Syys-ruis
Sadon määrä	++	++	++	+++	+	++	+	+	-
Sulavuus, maittavuus	+++	++	++	++	++	+	+	---	+++
Valkuaispitoisuus	++	+++	+++	++	+	+	+	--	++
Korren vahvuus	--	+++	-	--	+	++	+++	--	--
Taimettumisnopeus	--	--	++	+	+++	+++	++	+++	+
Jälkikasvu	+	-	++	++	+	+	++	+	++

Härkäpavulla on hyvä esikasviarvo. Sillä on vahva paalujuuri, joka pystyy kasvaamaan syvälle. Sen avulla härkäpapu pystyy hyödyntämään tehokkaasti maaperään sitoutuneita ravinteita ja vettä (Härkäpapu). Syvä juuristo muokkaa myös maan rakennetta ja edistää maan pieneliöstön elinoloja. Syvän juuriston avulla härkäpapu muodostaa maaperään huokosverkostoja, joiden kautta ilma, vesi ja

kasvien juuret pääsevät kulkeutumaan. (Peltonen 2011, 23.) Härkäpapu jättää maahan vapaata typpeä 30 . 50 kg/ha seuraavalle kasvukaudelle (Härkäpapu).

Keskeisiä lajikeominaisuuksia härkäpavulle ovat satoisuus, valkuaispitoisuus, kasvuaika ja taudinkestävyys. Jalostuksen kautta on saatu parannettua härkäpavun viljelyominaisuuksia. Satoisuutta on saatu paremmaksi lisäämällä kasvin kuivumisen kestävyyttä. Jalostuskohteena on ollut myös märkyyden siedon lisääminen ja tautien vastustuskyvyn parantaminen. (Laine 2014.)

2.2.4 Virnat (*Vicia sp.*)

Viljellyistä virnalajeista tärkeimpänä voidaan pitää rehuvirnaa (*Vicia sativa*) eli peltovirnaa. Se on juuristoltaan voimakkaampi kuin ruisvirna (*Vicia villosa*). Kaikille virnoille ominaista on, että niiden pääasiallinen sato korjataan rehuksi. Ruis- ja rehuvirna menestyvät Suomessa aina Rovaniemen korkeudelle asti. (Nykänen 2006b.)

Virnat ovat palkokasveista vaatimattomimpia. Virnoja ei kannata viljellä puhdaskasvustoina vaan seoksena viljan kanssa, koska virnojen kasvuun lähtö on hidasta ja rikkaruohottuminen voi olla ongelma. Pinnassa olevan juuriston vuoksi virnat eivät ole kovin hyviä esikasveja maanparannusta ajatellen, mutta ne sitovat runsaasti typpeä, ja maahan kynnettynä niiden esikasviarvo on parhaimpia. Virnasaadon raakavalkuais määrä on korkea aina kasvukauden loppuun asti, ja virnan kasvu jatkuu viljoja pidempään. Ensimmäistä kertaa lohkolla viljeltynä virnat vaativat typpiymppäyksen, jotta kasvu saadaan käyntiin. (Nykänen 2006b.)

Virnojen lannoituksessa tulisi ottaa huomioon niiden oma typensidontakyky, jonka vuoksi typpilannoituksen määrän pitäisi pysyä kohtuullisena. Viljan kanssa seoksena viljeltäessä sopiva typpimäärä on 20-60 kg/ha. Satoisimmat lajikkeet ovat Ebena, Lolita ja Aneta. (Nykänen 2006b.)

Virnojen alkukehitys on heikompaa kuin viljojen, ja tästä voi seurata pellon rikkaruohottumista. Virnojen puhdaskasvustoja tulisi välttää juuri tämän rikkaruohottumisvaaran vuoksi ja kylvää virnat viljojen kanssa seoskasvustona. (Nykänen 2006b.)

Aikaisuutensa ansiosta rehuvirnan sulavuus ja maittavuus ovat paremmat, ja se sopii seoksissa käytettäväksi paremmin kuin ruisvirna. Arkuus poudalle, varjostukselle ja happamuudelle lisäävät viljelyn riskiä. (Nykänen 2006b.) Virnojen ominaisuudet tulevat havainnollisesti esille taulukon 1 avulla.

Typensidontakyvyn ansiosta virnojen raakavalkuaispitoisuus on korkea satokauden loppuun asti. Virnojen sadonkorjuun ajoitus ei perustu valkuaispitoisuuteen vaan sulavuuden ja maittavuuden muutoksiin. Kun virnakasvusto korjataan myöhään, se aiheuttaa maittavuusongelmia ja kasvuston sulavuus heikkenee jonkin verran. (Nykänen 2006b.)

2.2.5 Lupiinit (*Lupinus sp.*)

Rehuntuotannossa voidaan käyttää kolmea eri lupiinilajia: sinilupiinia, keltalupiinia ja valkolupiinia. Lupiinit ovat kuitenkin Suomessa vähän viljeltyjä rehukasveja, vaikka ne soveltuisivat meidän kasvuolosuhteisiimme. (Nykänen 2006b.) Lupiinilajeista sinilupiini on lupaavin siemensadoksi viljeltäessä sen korkean ja hyvänlaatuisen valkuaisen takia. Valkolupiinilla on puolestaan kotimaisista palkokasvilajeista korkein biomassan tuotantopotentiaali. Valkolupiinilla on pitkä kasvu-aika, joten se ei ehdi tuleentua Suomen olosuhteissa. (Stoddard & Nykänen 2011, 37.)

Lupiineilla on syvä ja voimakas juuristo sekä hyvä typensidontakyky. Näiden ominaisuuksien avulla se kykenee hankkimaan ravinteet ja veden hyvin niukoista lähteistä. (Nykänen 2006b.) Lupiinin sitomasta tyydestä jää seuraavalle kasville 10–40 kg/ha (Peltonen 2011, 25). Proteoidi-juuriston avulla valkolupiini edesauttaa kasvien fosforin saantia. Juuristo kykenee keräämään tehokkaasti myös raskasmetalleja, kuten kadmiumia ja arseenia. Nämä kertyvät erityisesti kasvin lehtiin. Näin valkolupiinilla on maaperää puhdistava vaikutus. (Stoddard ym. 2011.) Maan happamuuskaan ei ole lupiineille kasvua rajoittava tekijä, sillä se viihtyy maassa, jonka pH on jopa alle 5. (Nykänen 2006b.)

Lupiinin vihermassasadon vuotuiset vaihtelut ovat olleet suuria, ja heikkojen satojen taustalta on löytynyt kolme keskeistä tekijää: kylmyys, kuivuus ja rikkakasvit. Lupiini ei niinkään ole arka alhaisille lämpötiloille, vaan sen kasvulliset osat kestä-

vät halloja paremmin kuin muut palkokasvit. Mikäli kasvukauden tehoisan lämpötilan summa jää alhaiseksi, kasvu jää heikoksi. Vettä lupiini tarvitsee paljon, sillä se on hyvin lehtevä kasvi ja haihduttaa paljon. Lisäksi rikkakasvit voivat tukahduttaa lupiinin kasvun, sillä sen alkukehitys on hyvin hidas. Varjostustakaan lupiini ei siedä, mikä vaikeuttaa sen viljelyä seoksissa. (Nykänen 2006b.)

Valkolupiini (*Lupinus albus*) kasvattaa runsaasti sivuversoja, ja sen varsi on vähäkarvainen. Lehdet ovat 65-110 mm pitkiä. Lehdet muodostuvat sinilupiinin tavoin 7-9 sivulehdestä. Sivulehdet ovat pyöreämpiä ja leveämpiä kuin keltalupiinin sivulehdet, lisäksi lehden alapinta on karvainen. Valkolupiinin kukinto koostuu pienistä, väriltään valkoisista ja vaaleista kukista. Lajikkeesta riippuen lupiinin taimet kestävät hallaa jopa seitsemään miinusasteeseen saakka. Kasvukauden pituus on 72-170 päivää riippuen kasvupaikasta ja lajikkeesta. (Salo & Huuskonen 2012, 25.)

2.3 Siemenseokset

Kylvöseoksen suunnittelussa lähtökohtana on, että jokaista kylvettävää kasvia kylvetään vajaa puolet puhdaskasvuston siemenmäärästä. Palkoviljoilla tuhannen siemenen paino voi vaihdella hyvinkin paljon, joten kylvömäärää lasketaan käytettävissä olevan siemenen mukaan. (Nykänen 2007a.)

Seossuhdetta mietittäessä kylvöpaikan laatu määrää kasvilajivalintaa. Seoksen valintaan vaikuttaa myös sadon käyttötarkoitus. Jos tavoitellaan suurta kertakorjuulla saatavaa säilörehusatoa, palkokasveiksi kannattaa valita lehtevä rehuherne, rehuvirna tai härkäpapu. Näiden kasvi en kanssa kannattaa viljeksi valita vahvakkorinen kaura tai vehnä. (Nykänen 2007a.)

2.4 Vilja-palkokasvisäilörehuseosten viljelytekniikka

Monivuotisiin apila-heinänurmiin verrattuna palkokasvi-viljaseoskasvustot voivat tuottaa enemmän satoa ja ne kilpailevat paremmin rikkakasveja vastaan. Kylvön ja korjuun ajankohta määräytyy ruokinnassa olevien eläinlajien ja niiden tuotantovaiheen rehun laatutavoitteen mukaan. (Nykänen 2007a.)

2.4.1 Kylvötekniikka

Kasvilajien kilpailun välttämiseksi seoskasvustoissa joudutaan käyttämään harvempaa kylvötiheyttä kuin puhtaassa kasvustossa. Seoskasvustossa eri kasvilajit kärsivät kilpailusta ja kummankin sato laskee hieman. On kuitenkin huomattava, että joissain tapauksissa kasvilajit hyötyvät vuorovaikutuksesta toistensa kanssa, jolloin kokonaissato on korkeampi kuin molempien yhteenlaskettu puhdaskasvuston sato. Tällöin seoskasvuston heikkoutena voidaan pitää sitä, että optimaalisen sadonkorjuuajan määrittäminen on puhdaskasvustoa vaikeampaa. (Mäkelä & Seppänen 2012, 43.)

Yksivuotisia seosrehunurmia voidaan kylvää heti toukotöiden alussa tai jopa viimeiseksi kesäkuun lopulla. On kuitenkin huolehdittava, että maassa on riittävästi kosteutta siementen itämiseen. Myöhäinen kylvöajankohta ei vaikuta satoon alentavasti, koska tavoitteena on vain runsas vihermassa. Myöhäisemmän kylvön etuna on se, että kasvulohkoa voidaan avokesannoida alkukesällä monivuotisten rikkakasvien torjumiseksi. (Nykänen 2007a.)

Itääkseen suurisiemeniset lajit vaativat paljon vettä. Lämmin maa on myös hyväksiksi, sillä muun muassa herneen kehitys vaatii yli viiden asteen lämpötilaa. Kylmässä odottava siemen on altis taimipolteelle. Toisin kuin herne, härkäpapu sietää hyvin kylmän maan ja kevähallat. Rikkakasvit menestyvät kuitenkin viljelykasveja paremmin, jos maa on kylmä. (Nykänen 2007 a.)

Ennen siementen kylvöä tehdään tarvittaessa palkokasvin siementen ymppäys typensitojabakteerivalmisteella. Samaa ymppäysainetta voidaan käyttää herneellä, virnalla ja härkäpavulla. Ymppäys on tarpeen etenkin silloin, jos pellossa ei ole aiemmin kasvanut kyseisiä kasveja ja maan pH on 5,7. 5,8 tai alle. (Nykänen 2007a.)

Yleisin tapa on kylvää vilja-palkokasviseoksia niin, että sekoitetaan koko siemen-seos yhteen ja kylvetään siemenvantaiden kautta normaaliin tapaan. Kylvösyvyudeksi valitaan tällöin viljan normaalisyvyyttä syvempi kylvö. Mikäli palkokasvit kylvetään erikseen, kylväminen suoritetaan niin, että herne ja pavut kylvetään lannoitevantaiden ja vilja ja virna siemenvantaiden kautta. (Nykänen 2007 a.)

2.4.2 Lannoitus

Lannoituksen määrä lasketaan liukoisen typen määrän mukaan. Palkokasvien kasvuun lähtöön tarvitaan typpeä, mutta liian korkea suoraan maasta saadun typen määrä haittaa niiden omaa typensidontaa. Helppoliukoinen typpi on tarpeen paitsi palkokasvien kasvuun lähdölle, myös viljan alkukehitykselle. Aiemmin tutkimuksissa on todettu, että yli 50 kg/ha tyypilannoitus haittaa härkäpavun kasvua. Palkokasvit hyötyvät myös lannasta saamastaan fosforin ja kaliumin lisästä. (Nykänen 2007 a.)

2.4.3 Sadonkorjuu

Stoddardin (2011, 47) mukaan kokoviljarehussa saavutetaan paras laadun ja satomäärän suhde, kun palkoviljakasvusto korjataan kukkivana. Kun kasvusto korjataan valkuaisrehuksi, seoskasvusto korjataan viljan ollessa taikinatuleentumisasteella.

Sadonkorjuu voidaan ajoittaa joko kasvien kasvuajan ja kehityksen mukaan tai käyttötarkoituksen mukaan (Nykänen 2007a). Kasvuajan ja kehityksen mukaan korjatulla sadolla tarkoitetaan sitä, että rehuarvojen kehittymistä seurataan kasvilajien kehitysasteesta ja rehu korjataan valtalajien mukaan. Tässä pääsääntönä on, että sadon määrä kasvaa kesän edetessä, mutta rehun valkuaispitoisuus alenee ja sulavuus heikkenee. Seosrehujen maittavuus on ruokintakokeissa todettu hyväksi sekä tuoreena että säilörehuna. Rikkakasvit voivat olla myös merkittävä osa satoa. Rikkaruohoinen kasvusto kannattaakin korjata rehuksi varhaisessa vaiheessa, näin rikkaruohot eivät heikennä rehun sulavuutta, eivätkä ne ehdi siementää peltoon.

Käyttötarkoituksen mukaan korjatussa sadonkorjuussa otetaan huomioon, mille eläinryhmälle sato on tarkoitus käyttää. Lypsylehmille, vuohille, imettäville uuhille, lihasonneille ja lihakaritsoille rehu korjataan nuorena. Siten saadaan korkea raakavalkuaispitoisuus ja energia-arvo. Sadon määrä ei ole huipussaan, mutta raiheinästä ja virnasta voidaan saada vielä syyssatoa. (Nykänen 2007.)

Virna-viljasato korjataan ennen virnan kukintaa tai kukinnan alussa. Viljat alkavat silloin tehdä tähkiä tai ovat vielä lehtiasteella. Herne-vilja on parasta korjata aikaisintaan herneen kukkiessa ja kun vilja alkaa tehdä tähkiä. Rehuarvo on korkea, kun palkoihin alkaa muodostua hernei tä. (Nykänen 2007.)

Nykäsen (2007) mukaan lypsyhiehoille ja ummessa oleville lehmille ja emolehmille sato korjataan silloin, kun sadon määrä on huipussaan ja ruokinnallinen laatu on hyvä. Virna-viljakasvusto on mahdollista korjata melko myöhään, koska se ei meidän kasvuoloissamme käytännössä vanhene syyskuun alkuun mennessä. Virnan palot alkavat täyttyä ja vilja voi kehittyä taikinatuleentumisasteen loppuun. On kuitenkin syytä ottaa huomioon, että pitkälle keltatuleentuneen rehun laaturiskit kasvavat. Herne-viljasato jatkaa massan kasvua palkojen täyttymiseen asti, aivan lähelle tuleentumisvaihetta. Varisemisriskin välttämiseksi sato on kuitenkin syytä korjata ennen kuin siemenet alkavat kovettua. Härkäpapu-viljasadon huippu saavutetaan, kun härkäpavun alimmat palot alkavat tuleentua. Viljan laatuun on syytä kiinnittää huomiota, koska härkäpavun kasvuaika on pitkä. Kosteaa sää ja tiheä kasvusto lisäävät homeriskiä. (Nykänen 2007.)

3 VILJA-PALKOKASVIREHUSEOS TEN SÄILÖNNÄLLISET JA RUOKINNALLISET OMINAISUUDET

3.1. Säilönnälliset ominaisuudet

Palkoviljaa sisältävän kokoviljasäilörehun säilöntään liittyy monenlaisia haasteita. Palkovilja lisää seoksen valkuaispitoisuutta ja vähentää kuiva-ainepitoisuutta, ja nämä yhdessä tuovat lisähaastetta pelkkään kokoviljasäilörehuun verrattuna. Palkokasvi-viljaseoksia korjatessa kasvustossa on aina kuollutta massaa, jonka seurauksena rehumassaan tulee aerobisia mikrobeja. Nämä aerobiset mikrobit lisäävät lämpenemisherkkyttä säilöntävaiheessa ja siilon avaamisvaiheessa. Esi-kuivauskaan ei ole ongelmaton vaihtoehto, sillä silloin altistutaan siementen varisemiselle. Myös niitto karhelle lisää rehun sekaan joutuvan maa-aineksen määrää, mikä on riski rehun hygieeniselle laadulle. Jos rehua ei esikuivata, tulee puristetappioita ja rehun mahdollinen jäätyminen talvella aiheuttaa teknisiä vaikeuksia syöttövaiheessa. (Seppälä ym. 2014, 52.)

Seppälän ym. (2014, 52) mukaan korjuun tavoitteena on minimoida kustannustehokkaasti säilönnän aikaiset ravintoainetappiot ja säilyttää ruokinnallinen arvo mahdollisimman hyvänä. Säilönnällisiä tappioita aiheutuu fysikaalisten prosessien aikana ja mikrobien toiminnan seurauksena. Niin kauan kuin rehussa on happea, aerobiset mikrobit kasvavat. Jotta estetään mikrobien kasvu, rehu on saatava korjuun jälkeen nopeasti hapettomiin olosuhteisiin, eli siiloon tai muoviin käärittyyn paaliin. Säilöntä perustuu maitohappokäymiseen ja hapettomuuteen silloinkin, kun käytetään säilöntäaineita. Happamuus yhdistettynä hapettomuuteen rajoittaa haitallisten mikrobien kasvua.

Palkokasvisäilörehujen säilöntäteknikkaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Säilöntäaineen käytöllä voidaan varmistaa rehujen säilönnällistä laatua. Viljat sisältävät luonnostaan vähemmän kosteutta alkaessaan tuleentua, ja sen vuoksi suurempi viljan osuus seoksessa lisää kasvuston kuiva-ainepitoisuutta. Taikinatuleentumisvaihe on suositeltava viljojen kehitysvaihe kokoviljasäilörehun teossa. (Kuopala ym. 2014, 44.)

3.2 Ruokinnalliset ominaisuudet

Vilja-palkokasvirehuseosten rehuarvojen määritysten luotettavuutta, niiden ravitsemuksellista laatua ja rehujen tuotantovaiikutusta maidon ja lihan tuotannossa on epäilty. Maatalouden tutkimuskeskuksen (jatkossa MTT) Ruukissa tehtyjen kokeiden perusteella palkoviljaa sisältävät kokoviljasäilörehut soveltuvat kuitenkin hyvin nautojen ruokintaan. Matalammasta sulavuudesta huolimatta lisääntynyt kokoviljasäilörehun syönti pystyy ylläpitämään tuotantoa hyvällä tasolla (Kuoppala ym. 2014, 38.) Lisääntynyttä syöntiä selittää karkearehun monipuolistuminen, kun siihen lisätään kokoviljasäilörehua tai nurmipalkokasveja (Kuoppala ym. 2014, 47). Jos kokoviljasäilörehu sopii tilan ruokintajärjestelmään, on se edullisempaa kuin nurmisäilörehu.

Nykänen (2007b) kertoo eri palkokasvi-viljaseoksilla tehtyjen ruokintakokeiden tuloksista. Ruukissa ja Kiteellä (MTT) on tutkittu virna-viljaseoksesta tehtyä säilörehua lihaeläinten kasvatuskokeissa. Vertailussa oli samantasoista heinäsäilörehua. Virna-viljarehun maittavuus oli hyvä, mutta ei yhtä hyvä kuin puhtaan heinärehun tai heinä-apilarehun maittavuus. Kokeissa käytetty virna-viljaseos oli kuitenkin viljavaltaista, ja virnaa sadossa oli vain 22-48 prosenttia. Eläinten kasvutulokset olivat samaa tasoa nurmirehujen kanssa tai jopa hiukan heikompia. Virnaviljarehua saaneet eläimet saavuttivat teuraspainon hiukan hitaammin. Viljan korren heikko sulavuus heikensi rehun tuotantovaiikutuksia. Uudistukseen tarkoitetuille liharotuisille hiehoille virna-viljarehut sopivat hyvin, koska kasvu on rajoitetumpaa.

Viikissä on tutkittu herne-ohraseosta lypsylehmien säilörehuksi. Seosrehun tuotantovaiikutusta verrattiin timotei-nurminatarehuun. Korjuuhetkellä herneen määrä rehumassasta oli 74 prosenttia kuiva-aineesta. Valmiissa säilörehussa D-arvo oli 650 g/kg kuiva-ainetta ja raakavalkuaispitoisuus 170 g/kg kuiva-ainetta. Nurmirehuilla vastaavat arvot olivat 660 g/kg kuiva-ainetta ja 130 g/kg kuiva-ainetta. Rehua eläimet saivat syödä vapaasti. Säilörehun lisäksi kaikille lehmille annettiin samaa ohrapohjaista väkirehua 11,5 kg kuiva-ainetta/pv. Tässä kokeessa herneohrarehu maittoi nurmirehuun verrattuna hiukan huonommin. Herneohrarehun hyväksikäyttö oli kuitenkin nurmirehua parempi ja lehmien maittomäärä nousi 1 kg/pv korkeammaksi. Kokeen tuloksena oli, että herneohrarehu voisi korvata ai-

nakin 70 prosenttia kohtuullisen laatuista säilörehua lypsylehmän ruokinnassa syönnin ja maitotuotoksen kärsimättä. (Nykänen 2007 b.)

Walesissa on tehty lypsylehmille ruokintakoe herne-vehnäsäilörehulla. Lehmät saivat tässä kokeessa väkirehua 35 prosenttia päivittäisestä rehun kuiva-ainesyönnistä. Eläimet söivät seosrehua mielellään ja kuiva-aineen syönti nousi yli 2 kg korkeammaksi kuin nurmirehulla. Valkuaisen saanti säilörehusta kasvoi 540. 730 grammaa korkeammaksi päivässä. Herne-vehnärehua saaneet eläimet tuottivat maitoa 1,3 kg/pv enemmän kuin heikommalla nurmirehulla. (Nykänen 2007b.) Ruotsissa tehdyssä kokeessa käytettiin herne-kauraseoksesta valmistettua säilörehua, jonka maittavuus oli hyvä. Rehua oli korjattu kahdella korjuuasteella, mutta maitotuotoksissa ei ilmennyt kasvuston eri kehitysvaiheisiin perustuvia suuria eroja. Maitotuotos oli 25-30 kg/pv. Väkiä annettiin 7,7 kg/pv, joka oli 42. 45 prosenttia päivän kuiva-ainesyönnistä. Rehun syönti, maidon määrä sekä valkuaisen ja rasvan saanto olivat myöhemmällä korjuuasteella hieman aikaista korjuuastetta paremmat. (Nykänen 2007 b.)

Huuskosen, Pesosen ja Honkavaaran (2014, 73. 91) tutkimuksen mukaan lihanautojen ruokinnassa havaittiin vain vähän tai ei lainkaan eroja, kun niitä ruokittiin joko palkokasvisäilörehuilla tai timoteisäilörehulla. Kokeessa käytettiin hernevehnä- ja härkäpapuvehnäseosta. Rehuista otettiin rehuanalyysit, joiden perusteella seoskasvustosta korjatut säilörehut olivat puhdasta palkokasvikasvustoa. Kaikilla kokeen säilörehuilla kuiva-ainepitoisuus oli samankaltainen (269. 296 g/kg). Palkokasvisäilörehujen raakavalkuaispitoisuus oli timoteisäilörehua parempi. Palkokasvisäilörehun D-arvo oli keskimäärin matalampi (608 g/kg kuiva-ainetta) kuin timoteisäilörehulla (629 g/kg kuiva-ainetta). Myös niiden energia-arvot jäivät hieman timoteisäilörehua huonommiksi.

Huuskosen ym. (2014) ruokintakokeessa oli niin liharotuisia Aberden Angussonneja kuin maitorotuisia Ayrshire-sonneja. Kaikki eläimet saivat syödä seosrehua vapaasti. Angus-sonnit kasvoivat kokeiden aikana merkittävästi paremmin kuin ay-sonnit. Angus-sonnien keskimääräinen teuraspaino oli 376 kg ja Ayrshire-sonnien 302 kg. Paremmista kasvutuloksista päätellen Angus-sonnien rehun hyväksikäyttö oli tehokkaampaa kuin Ayrshire-sonnien. Palkokasvisäilörehujen lisääminen ruokintaan lisäsi sonnien valkuaisen saantia, mutta tämä näkyi ainoas-

taan raakavalkuaisen hyväksikäyttönä. Palkokasvien käytön suurimmat edut lie-
nevätkin naudanlihatuotannossa lunastettavissa peltoviljelyn kautta.

4 VILJELYN TALOUS

Tilan tuotannon kannattavuuden parantaminen vaatii kustannusten hallintaa. Tuotannon määrästä riippuvia muuttuvia tuotantokustannuksia voidaan alentaa nopeastikin, kun viljelykasvien sadon määrää saadaan nostettua kasvinviljelyä tehostamalla. Kokoviljasäilörehun taloudelliset edut ruokinnassa korostuvat erityisesti silloin, kun puitavan viljan viljelystä luopumista harkitaan. Kun tilalla siirrytään kokoviljasäilörehuruokintaan, voidaan jo olemassa olevaa konekapasiteettia hyödyntää. Näin ollen ei ole tarvetta tehdä suuria investointeja rehuntuotanto- ja ruokintajärjestelmiin. Kun viljellään kokoviljasäilörehua, puitavaksi tarkoitetun viljan aiheuttamat kustannukset jäävät pois. Samalla voidaan hyödyntää suojaviljaa nurmen perustamisessa ja viljakasvustoa lannankäyttömahdollisuuksien lisääjänä. (Turunen 2003, 5. 7.)

Uudella EU-ohjelmakaudella 2015. 2020 ovat tukiasiat seoskasvustonkin kohdalla muuttuneet. Vuonna 2015 seoskasvustoi sta ei saa peltokasvipalkkiota ja muissakin tuissa on tapahtunut muutoksia (Hakuopas 2015, 121. 122). Taulukossa 2 on esitetty koeviljelytilan vuonna 2014 saamat tuet (Hakuopas 2014) sekä arvio vastaavan koeviljelyn tuista vuonna 2015 (Tuominen 2015).

Taulukko 2. Tuet vuosina 2014 ja 2015 (” /ha) C2-alueella.

Tuet 2014	€/ha	Tuet 2015	€/ha
		Talviaikainen kasvipeitteisyys	54
Tilatuki	170	Perustuki	101
Lfa+kasvitiilan kansallinen lisäosa	234	Viherryttämistuki	66
Ympäristötuki, kasvinviljelytila	63	Lfa	242
Ympäristötuen lisätoimenpide (talviaikainen kasvipeite)	11	Ympäristökorvaus	54
Pohjoinen tuki	47	Yleinen hehtaarituki	14
Valkuaiskasvipalkkio	85	Pohjoinen tuki	45
Lietteen levitys sijoittamalla	56	Lietteen levitys sijoittamalla	40
Luomutuki	141	Luomutuki	160
Yleinen hehtaarituki	28	Kerääjäkasvituki	100
Yhteensä	835	Yhteensä	876

Nykäsen, Rinteen ja Jauhaisen (2009) mukaan palkokasvien siementen hinnat ovat korkeammat kuin viljojen. Vaikka siemenkustannus on suurempi, palkokasvien avulla voidaan kuitenkin tuottaa enemmän energiaa, suurempaa satoa ja parempaa sulavuutta kuin puhtaalla viljakasvustolla. Kustannuksia voidaan pienentää sillä, ettei näille kasvustoille tarvitse käyttää väkilannoitteita karjanlannan lisäksi.

Palkovilja-viljaseosten kylvösiemenkustannus on kohtalaisen korkea. Kustannuksia nostavat etenkin palkokasvien siemenet. Siemenkustannukset vuoden 2014 viljelykokeessa vaihtelivat paljon kasvilajeittain (Taulukko 3). Kylvösiemenistä olivat luonnonmukaisesti tuotettuja vain vehnän siemenet.

Taulukko 3. Siemenkustannukset (”/ha) vuoden 2014 viljelykokeessa.

Lajike	kg/ha	€/kg	€/ha
Aino vehnä	90	0,614	55,26
Valkolupiin Feodora	80	2,08	166,4
Rehuvirna Ebena	50	2,08	104
Härkäpapu Espresso	110	0,876	96,36
Herne Florida	100	1,035	103,5
Italian raiheinä Turgo	5	2,74	13,7

Herne-vehnäseoskasvuston ensimmäisessä katelaskelmassa on tuloiksi laskettu vain EU:lta saadut tuet vuonna 2014 (Liite 1, Taulukko 1). Toisessa katelaskelmassa (Liite 1, Taulukko 2) on EU:lta saatujen tukien lisäksi laskettu myös sadon arvo. Kilohintana on käytetty esikuivatun säilörehun hintaa 0,10 ”/ kg kuiva-ainetta (Maatalouskalenteri 2015, 141.) Muuttuviin kustannuksiin on laskettu siementen hinta, traktorityön ja paalauksen kustannukset sekä liikepääoman korko.

Viljelijän tuloja olivat vain viljelystä saadut tuet, sillä sato myytiin pystyyn. Tässä tapauksessa katetuotto B oli 596,40 ”/ha. Mikäli viljelijä olisi myynyt sadon valmiiksi korjattuna ja paalattuna, olisi tuloja ollut enemmän, sillä sadollekin olisi laskettu hinta. Katetuotto B olisi tällöin ollut 834,30 ”/ha.

5 VILJELYKOE

5.1 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli viljellä eri palkokasveja kokoviljasäilörehuseoksissa. Tutkimuksen aikana seurattiin seoskasvustojen kehitystä ja mitattiin sadon määrä eri koejäsenissä. Seosten rehuanalyysija verrattiin keskenään ja tutkittiin, millaista hyötyä seosrehuista saataisiin niin lypsykarjalle kuin naudanli hatuotantoon.

Seoskasvuston koejäsenissä olivat kasvilajeina kevätvehnä, reuherne, reuvirna, valkolupiini ja härkäpapu. Tilalla oli aikaisempina vuosina viljelty herneohraseosta, josta oli tehty kokoviljasäilörehua. Tässä tutkimuksessa oli tarkoitus viljellä palkokasveja, jotka olivat viljelijälle vieraita. Seoskasvuston viljaksi valittiin kevätvehnä Aino. Vehnän tarkoituksena oli toimia seoskasvustoissa tukikasvina herneelle ja virnalle. Hernelajikkeeksi valittiin reuherne Florida. Reuherneellä on hyvä massantuottokyky, ja tarkoituksena oli tuottaa mahdollisimman paljon reu-massaa. Virnaksi valittiin reuvirna Ebena, jolla on parempi massantuotto kyky kuin ruisvirnalla. Reuvirnaa viljeltiin tilalla ensimmäistä kertaa, samoin kuin härkäpapa ja valkolupiinia.

5.2 Tilan esittely ja koelohkon tiedot

Tila sijaitsee Toholammin kunnassa Keski-Pohjanmaalla. Tila siirtyi luomutuotantoon 2001, jolloin tilalla luovuttiin maidontuotannosta. Omaa peltoa tilalla on 20,05 hehtaria. Tilan toiminta-ajatuksena viljelyssä on tuottaa luonnonmukaisesti marjoja, viljaa ja nurmea. Tilalla on mustaherukan viljelyksessä 2,86 ha, loput peltoalasta on viljan ja nurmen tuotannossa.

Viljelykoetta varten valittiin tilan yksi peruslohko, Koskenneva 849-00667-59, joka jaettiin kuuteen kasvulohkoon. Kasvulohkoista neljä keskimmäistä oli mukana viljelykokeessa. Näiden neljän kasvulohkon yhteispinta-ala oli 3,09 ha, jolloin yhden koeruudun koko oli 0,77 ha (Kuva 1).



Kuva 1. Koeruudut lohkolla Koskenneva (Vipu-palvelu).

Viljelykokeen ulkopuolelle jääneissä reunimmaisissa kasvulohkoissa kasvoi mustaherukkaa sekä herne-ohraseoskasvustoa. Koelohkon esikasvina oli apilapitoinen nurmi, joka kynnettiin keväällä 2014 ennen koejäsenten kylvöä. Maalajiltaan koelohko on runsasmultaista hietasavea. Viljavuustutkimus on tehty vuonna 2012, ja lohkon pH on 6.7 (Taulukko 4).

Taulukko 4. Koelohkon viljavuustutkimus vuodelta 2012 (Suomen ympäristö palvelu Oy).

Johtoluku (10*mS/cm)	1,3	
Maalaji HtS rm		
Happamuus	6,7	
Kalsium (Ca)	3030 mg/l	korkea
Fosfori (P)	22 mg/l	korkea
Kalium (K)	150 mg/l	välttävä
Magnesium (Mg)	480 mg/l	hyvä
Rikki (S)	14 mg/l	tydyttävä
Ca/Mg)	6,59	

5.3 Muokkaus, lannoitus ja kylvö

Koelohkolla oli kahtena edellisenä vuonna ollut viljelykierrossa apilanurmi. Koelohkolle ajettiin 13. toukokuuta lietettä 30 tn/ha ja lohko kynnettiin samana päivänä 22 senttimetrin syvyyteen. Rikkakasvien torjunnassa kevätmuokkaus on todettu hyväksi, etenkin kun tilan pelloilla ei saa käyttää kasvinsuojeluaineita. Koelohko äestettiin kaksi kertaa 20. ja 21. toukokuuta. Äestys tehtiin joustopiikkiäkeellä noin 7 senttimetrin syvyyteen.

Koejäsenet kylvettiin 21. toukokuuta Tume Combi -kylvökoneella. Yhden koeruudun pinta-ala oli noin 0,77 ha. Jokaisessa koeruudussa viljana oli kevätvehnä, vain palkokasvilaji muuttui. Kylvöteknisistä syistä ja viljelijän harkinnan tuloksena vehnä kylvettiin ensin koko alalle ja sen jälkeen eri palkokasvilajit. Vehnä kylvettiin kylvökoneen vehnän säädöillä. Palkokasveja kylvettäessä jokaiselle lajille tehtiin oma kiertokoe, jotta tavoiteltu siemenmäärä hehtaarille saatiin täsmäämään. Palkokasvit kylvettiin väkilannoitevantaiden kautta.

5.4 Siemenseokset ja kylvömäärät

Viljelysuunnitelmaa tehtiin ProAgrian luomuneuvojan kanssa ja kylvösiementen määrät eri koejäsenissä mietittiin yhdessä. Koejäsenet olivat seuraavat:

1. Kevätvehnä 60 kg/ha + rehuherne 100 kg/ha
2. Kevätvehnä 100 kg/ha + rehuvirna 50 kg/ha
3. Kevätvehnä 60 kg/ha + valkolupiini 80 kg/ha
4. Kevätvehnä 100 kg/ha + härkäpapu 110 kg/ha.

Vehnän ja palkokasvien lisäksi koelohkolle kylvettiin italianraiheinää 5 kg/ha, jonka tarkoituksena oli tukahduttaa rikkakasvit ja etenkin juolavehnä. Samalla raiheinä toimii viherlannoitteena seuraavalle kasvukaudelle, kun se kynnetään maahan.

Ennen kylvöä vehnän siemenmäärä päätettiin muuttaa 90 kg/ha seuraavista syistä:

- ó Kaikki koejäsenet olivat näin keskenään verrannollisia seoksissa olevan viljan määrän suhteen
- ó Viljelijä koki viljelyteknisesti järkeväksi ratkaisuksi kylvää vehnä ensin koko lohkolle, jotta kylvötiheys pysyisi samana kaikissa koeruuduissa.

Aino-kevätevehnä valittiin, koska lajike on aikainen ja sillä on luja korsi. Aino-vehnällä on kohtuullinen valkuaispitoisuus (Laine & Jalli 2014, 30). Ainon valintaan vaikutti myös se, että kaikki siemenet ostettiin samalta toimittajalta ja Aino oli kyseisen toimittajan luomusiemenvaihtoehto kevätevehnään.

Florida-herneen valintaan vaikutti se, että tavoitteena oli saada mahdollisimman paljon rehumassaa. Reheväkasvuisena Florida soveltuu hyvin tuorerehun korjuuseen ja seosviljelyyn viljojen kanssa (Naturcom Oy).

Härkäpapulajike Espresson valintaan vaikutti siemenen saanti. Härkäpavulla muodostuu runsas vihantakasvusto ja sen rehuominaisuudet ovat erinomaiset (Nykänen 2006b). Tavoitteena oli saada valkuaispitoista rehumassaa ja härkäpavun raakavalkuaispitoisuus ylittää tyypillisesti 20 prosenttia kuiva-ainesadosta. Rehuvirnan siemensaatavuus vaikutti Ebena-lajikkeen valintaan. Ebena on myös satoisa lajike. Feodora valittiin valkolupiiniksi, koska sen kerrottiin olevan massaa tuottavin lajike.

Turgo-italianraiheinän kylvämisen pääasiallinen tarkoitus oli rikkakasvien torjunta kasvustossa. Tilalla oli jo aiemmilta vuosilta hyviä kokemuksia yksivuotisen raiheinän kylvämisestä rikkakasvien torjumiseksi. Myöhemmin pääsadon korjuun jälkeen raiheinästä voitiin korjata vielä tuorerehusato.

5.5 Kasvustohavainnot

Kasvustosta laskettiin oraiden ja taimien määrä 15. kesäkuuta 2014. Oraat ja taimet laskettiin 80 senttimetrin matkalta yhdestä kylvörivistä ja saatu luku kerrottiin

kymmenellä, jolloin saatiin oraiden lukumäärä neliötä kohti. Näitä rivimittauksia tehtiin jokaisesta koejäsenestä neljästä rivistä ja niistä saatujen tulosten perusteella laskettiin keskiarvo. On muistettava, että tämä kaava pätee vain, jos riviväli on 12,5 senttimetriä (Viljelyohjelmanpalvelut).

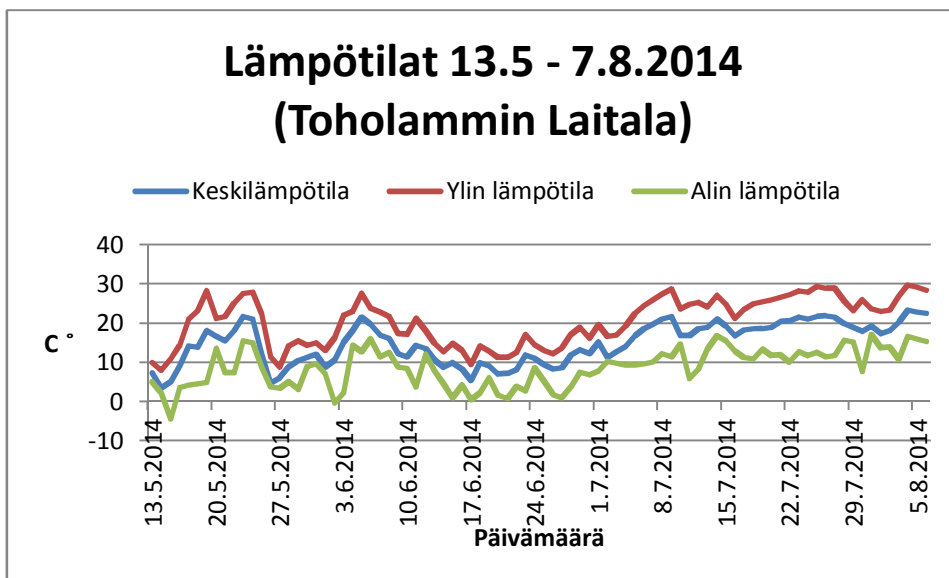
Koeruuduista laskettiin 7. heinäkuuta 2014 kasvilajien osuus kasvustosta. Näytteet leikattiin 50 cm x 50 cm (0,25 m²) puukehikon sisältä noin viiden senttimetrin pituiseen sänkeen. Näytteestä eroteltiin eri kasvilajit ja laskettiin lukumäärät. Tulokset kerrottiin neljällä, jolloin saatiin määrät neliömetrin alalle. Näytteitä otettiin kustakin koejäsenestä neljä kappaletta ja niistä laskettiin eri kasvilajien määrän keskiarvo. Samassa yhteydessä laskettiin myös rikkakasvien määrä kasvustoissa.

Palkokasvien korkeutta mitattiin kahdesti ennen sadonkorjuuta. Mittaukset tehtiin viiden metrin rullamitalla. Ensimmäinen mittaus suoritettiin 13. heinäkuuta ja toinen mittaus 23. heinäkuuta 2014.

Koejäsenten kasvustoista otettiin näytteitä tuoremassan painon määrittämiseksi 31. heinäkuuta 2014. Näytteenotossa käytettiin samaa puukehikkoa, joka oli apuna määriteltäessä kasvilajien osuutta. Näytteet leikattiin noin kymmenen senttimetrin pituiseen sänkeen. Näytteitä otettiin neljä kappaletta jokaisesta koejäsenestä ja tulokset kerrottiin neljällä, jotta saatiin tuoremassan paino neliötä kohti. Tuloksista laskettiin lopuksi keskiarvo.

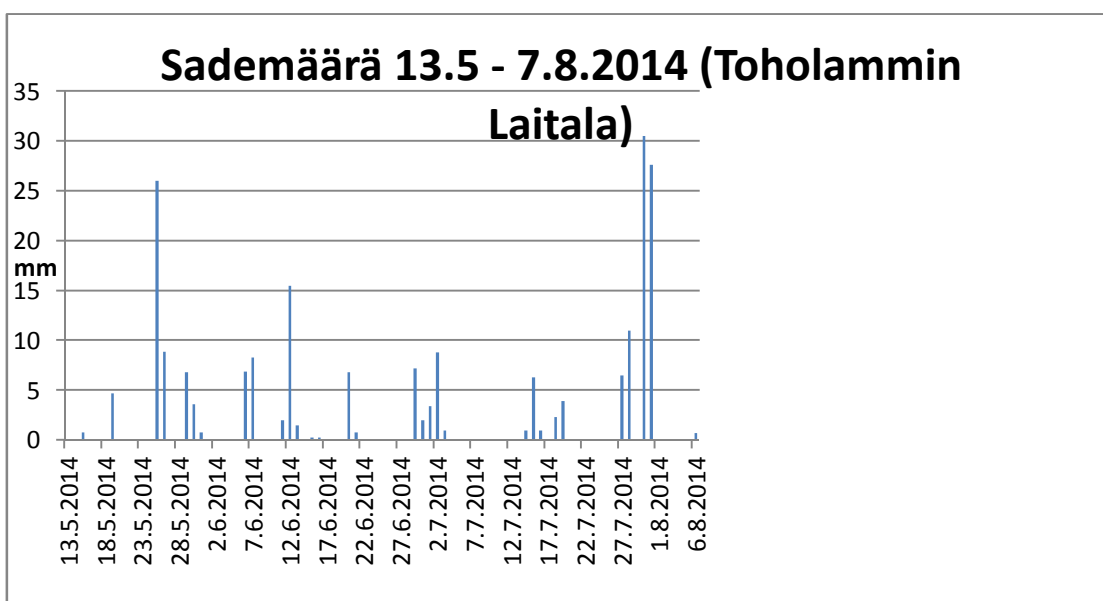
5.6 Kasvukauden sää

Vuonna 2014 kasvukausi Halsuan Kanalassa alkoi 12. huhtikuuta ja päättyi 11. lokakuuta. Tehoisan lämpötilan summa oli 1231 (Hutila 2015). Halsua sijaitsee noin 40 kilometrin päässä Toholammilta, joten nämä tiedot ovat todennäköisesti samat myös Toholammilla. Toukokuussa kylvöntöiden aikaan lämpötilat olivat jo hellelukemissa (Kuvio 1).



Kuvio 1. Lämpötilat Toholammin säähavaintoasemalla (Hutila 2015).

Ilma viileni, ja runsaita vesisateita tuli toukokuun lopussa ja kesäkuussa (Kuvio 2). Tilan omien säähavaintojen mukaan toukokuun 26. päivänä satoi 40 millimetriä, ja lämpöasteita oli vain +5 C°. Toukokuun 26. päivästä eteenpäin ilma olikin viileää ja sateista. Kesäkuun 7. päivänä satoi 25 millimetriä, ja myös yöt kylmenivät 14. kesäkuuta. Kesäkuun 17. päivän jälkeisenä yönä oli lämpötila enää +2 C°.



Kuvio 2. Sademäärät Toholammin säähavaintoasemalla (Hutila 2015).

6 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

6.1 Orastuminen ja taimettuminen

Koejäsenten orastumista ja taimettumista laskettiin 15. kesäkuuta. Alkukesän kylmyydestä huolimatta vehnä orasti hyvin. Herneen ja virnan taimettuminen alkoi myös hyvin. Valkolupiinin ja härkäpavun taimettuminen puolestaan oli vähäistä (Taulukko 5). Nykänen (2006b) onkin härkäpavun kylvöstä maininnut, että suurikokoisena siemenenä se tulisi kylvää riittävän syvään (5.6 senttimetriä) itämisen varmistamiseksi. Tähän Nykäsen suosittelemaan viljelysyvyyteen ei kaikilta osin päästy, vaan valkolupiinin ja härkäpavun siemeniä jäi koelohkolla jossain määrin pintaan, ja tämä todennäköisesti vaikutti huonoon itämiseen. Härkäpavun taimet eivät Nykäsen (2006b) mukaan ole hallanarkoja, joten alkukesän kylmyyden ei uskota vaikuttaneen ainakaan härkäpavun myöhempään kasvuun. Yksivuotisen raiheinän orastumista ei seurattu, sillä se aloitti kasvunsa vasta myöhemmin ja tässä kokeessa raiheinän tarkoitus oli toimia rikkakasvien torjuna.

Taulukko 5. Oraiden ja taimien määrä (kpl/m²) 15. kesäkuuta 2014.

Oraita	kpl/m ²
Herne	155
Virna	216
Lupiini	77
Härkäpapu	63
Vehnä	307

6.2 Rikkakasvien ja kasvilajien lukumäärä

Kasvustosta tehtiin rikkakasvihavaintoja silmämääräisesti 1. heinäkuuta. Tuolloin oli havaittavissa, ettei rikkakasveja ollut paljon. Parhaiten vähäinen rikkakasvien määrä näkyi valkolupiini-vehnäkasvustossa ja härkäpapu-vehnäkasvustossa (Kuva 2).



Kuva 2. Valkolupiini-vehnäkasvusto ja härkäpaju-vehnäkasvusto 1. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).

Rikkakasvit laskettiin 7. heinäkuuta jokaisen koejäsenen neljästä eri kohdasta ja niistä laskettiin koko koealan keskiarvo (Taulukko 6). Rikkakasveja kasvustoissa oli kokonaisuudessaan vähän. Lajeina olivat pillike, jauhosavikka, saunakukka ja hevонhierakka. Hevонhierakat kerättiin pellolta juurineen, jotta ne eivät ehtisi siementää.

Kasvilajilaskennassa havaittiin, että vehnän orasmäärä oli 15. kesäkuuta ja 7. heinäkuuta välisenä aikana huomattavasti harventunut. Myös valkolupiinin taimien määrä oli vähentynyt, mihin syyksi oletettiin vehnän varjostusta, sillä vehnä oli kasvanut valkolupiinia korkeammaksi jo 1. heinäkuuta. (Taulukko 6.)

Taulukko 6. Rikkakasvien ja kasvilajien lukumäärä (kpl/m²) 7. heinäkuuta 2014

Herne	150
Vehnä	260
Virna	180
Vehnä	257
Lupiini	40
Vehnä	284
Härkäpaju	50
Vehnä	269
Rikkakasvit	52

6.3 Kasvuston kehitys

Koejäsenten palkokasvien pituus mitattiin rullamitalla kaksi kertaa ennen sadonkorjuuta. Ensimmäinen mittaus suoritettiin 13. heinäkuuta. Valkolupiinin pituus oli tuolloin 30 senttimetriä. Siinä vaiheessa vehnä oli ehtinyt jo muodostaa tähkän. Virnan pituus oli 50 senttimetriä (Kuva 3).



Kuva 3. Valkolupiini-vehnä vasemmal la ja virna-vehnä oikealla 13. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).

Herneen pituus oli 70 senttimetriä, ja herneen varteen oli muodostunut jo useita kärhöjä. Härkäpavussa oli kukkanuppuja. Härkäpavun pituus 13. heinäkuuta oli 60 senttimetriä (Kuva 4).



Kuva 4. Herne-vehnä vasemmal la ja härkäpavu-vehnä oikealla 13. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).

Vehnä oli 13. heinäkuuta saavuttanut jo kasvuvaiheen 58 Zadoksin asteikolla (Peltonen-Sainio, Rajala ja Seppälä 2005, 36). Kukinto oli kokonaan ulkona tupesta (Kuva 5). Vehnän lehdissä näkyi tuolloin vaaleita laikkuja, mitkä saattoivat olla mangaanin puutosoireita. Koelohkon pH on korkea (6,7), mikä lisää mangaanin puutosta. Mangaanin tärkein tehtävä on yhteyttämiseen osallistuminen. Mangaanin puute aiheuttaa viherhiukkasissa häiriöitä, jotka ilmenevät lehtien vaaleina raitoina. Pellon pH:n noustessa maan mangaanin käyttökelpoisuus kasveilla vähenee (Kangas & Kauppila, 2005).



Kuva 5. Vehnä 13. heinäkuuta (Kangasvieri 2014).

Toinen palkokasvien pituuden mittaus kasvustossa tehtiin 23. heinäkuuta. Valkolupiini ei ollut edellisestä mittauksesta juurikaan kasvanut (Kuva 6). Vehnän pituus oli jo 82 senttimetriä. Lisäksi raiheinä oli alkanut jo saavuttaa valkolupiinikasvuston pituutta. Nykänen (2006b) mainitsee, että valkolupiinin viljelyssä heikkojen satojen taustalta on löytynyt kolme keskeistä tekijää: kylmyys, kuivuus ja rikkakasvit. Lupiini tarvitsee lehtevänä kasvina paljon vettä, sillä runsas lehdistö haihduttaa paljon. Lisäksi rikkakasvit voivat tukahduttaa lupiinin kasvustoa, koska sen alkukehitys on hidas. Lupiini ei myöskään siedä varjostusta, mikä vaikeuttaa viljelyä seoksissa. Useimmiten kevätiljat ovat liian aggressiivisia lupiinin seoskasviksi.

Valkolupiinin heikkoon kasvuun vaikuttivatkin monet tekijät. Lähes kaikki Nykäsen mainitsemat ongelmat tulivat esiin viljelykokeessa. Vaikka rikkakasvit eivät olleet

ongelmana, raiheinä ehti kasvaa ja tukahduttaa kasvustoa, mikä on verrattavissa rikkakasvuston aiheuttamaan vaikutukseen.



Kuva 6. Valkolupiini-vehnä vasemmal la ja virna-vehnä oikealla 23. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).

Herne ja härkäpapu olivat 23. heinäkuuta saavuttaneet yli metrin mittaisen kasvuston (Kuva 7), samoin virna oli kasvanut metrin mittaiseksi (Kuva 6). Härkäpapu oli kukintavaiheessa ja tulevaa sadonkorjuuta ajatellen oikeassa kehitysvaiheessa. Nykäsen (2006b) mukaan parasta säilörehua saadaan 3. 4 viikkoa kukinnan alun jälkeen.



Kuva 7. Herne-vehnä vasemmal la ja härkäpapu-vehnä oikealla 23. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).

Kasvun edetessä 23. heinäkuuta näytti siltä, että virna-vehnä ja herne-vehnä tuottaisivat runsaimman tuoresadon. Virnakasvusto kukki ja herneeseen olivat jo palot muodostuneet. Herneen siementen kehittyminen oli alkamassa (Kuva 8).



Kuva 8. Virna-vehnä vasemmalla ja herne-vehnä oikealla 23. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).

Vehnän kukinta oli jo alkanut 23. heinäkuuta (Kuva 9). Pölyttymistä seuraa kukinta, jossa pölyttymistehtävän suorittaneet heteet työntyvät ulos helpeiden välistä. Tämä on erityisen hyvin nähtävissä vehnällä (Peltonen-Sainio ym. 2005, 29).



Kuva 9. Vehnän kukinta 23. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).

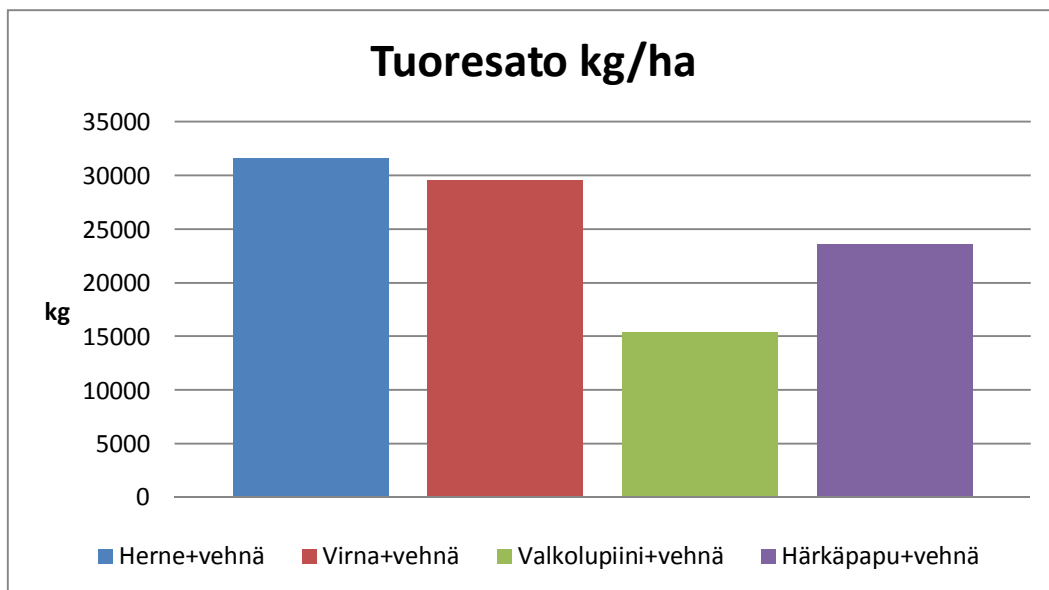
Härkäpavun juuristosta otettiin näyte 23. heinäkuuta. Näytteestä tarkasteltiin juuristoon kehittyneitä juurinyströitä (Kuva 10), joita typensitojabakteerit muodostavat kasvien juuriin. Bakteerit pystyvät sitomaan ilmakehän typpeä ja siirtämään sitä kasvin käyttöön. Typensidonnin määrä (kg N/ha) vaihtelee eri kasveilla. Härkäpavulla typensidonta on 50-100 kg N/ha (Elomestari).



Kuva 10. Härkäpavun juurinyströitä 23. heinäkuuta 2014 (Kangasvieri 2014).

6.4 Sadon määrä

Ennen niittoa jokaisesta koejäsenestä leikattiin ja punnittiin kasvusto 50 x 50 senttimetrin alalta. Saatu tulos kerrottiin neljällä, jotta saatiin tuoresadon paino neliömetrille. Tämä tulos muutettiin vielä vastaamaan tuoresatoa hehtaaria kohti. Pääasiallisena tavoitteena oli tuottaa mahdollisimman paljon valkuaispitoista ja hyvälaatuista seosrehua. Parhaimman tuoresadon tuotti rehuherneen ja vehnän seos. Toiseksi parhaimman tuoresadon tuotti rehuvirna-vehnäseos. Pienimmän tuoresadon tuotti valkolupiini-vehnäkasvusto (Kuvio 3). Valkolupiini-vehnäkasvustosta saatiin kuitenkin suurin kuiva-ainesato hehtaaria kohden (Kuvio 4). Tämä johtui vehnän suuresta osuudesta koko sadossa.



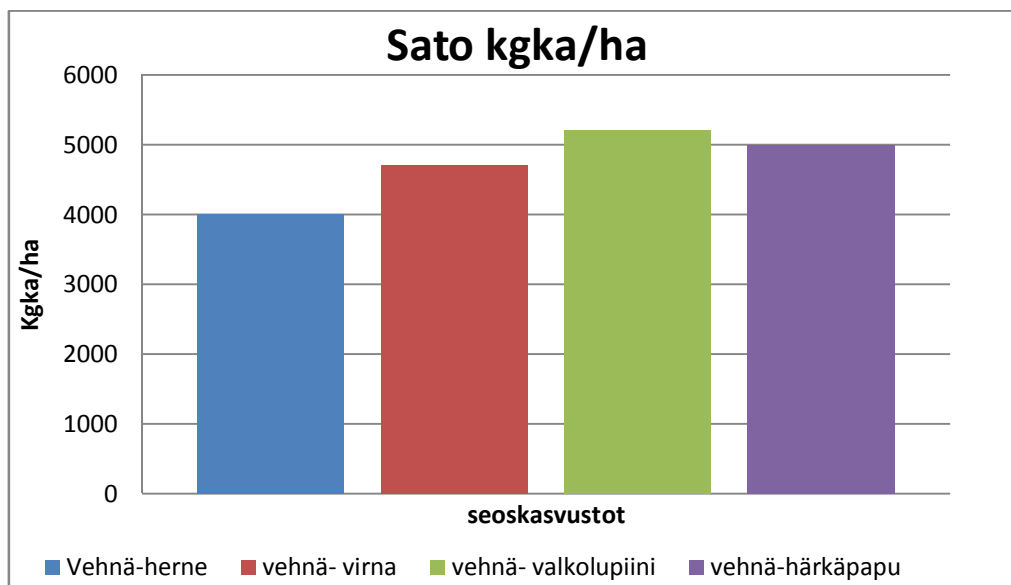
Kuvio 3. Tuoresato kg/ha.

Sato niitettiin 1. elokuuta niittomurskaimella. Heinäkuun 23. päivän ja niiton välillä kasvuston kehityksessä ei ollut havaittavissa muutoksia. Niiton aikana ilmat olivat helteiset. Sato myytiin pystyyn tilalle, jolla on lypsylehmiä ja emolehmiä. Viljelijä vain niitti sadon ja paalauksesta huolehti tilallinen, jolle sato myytiin. Ilmojen helteisyyden vuoksi sato ehti kuivua maassa. Paalaus tehtiin 6. elokuuta. Sato oli hyvin esikuivattua, joten puristenestetappioilta vältyttiin. Paalit laskettiin jokaisesta koejäsenestä (Taulukko 7). Jokaisesta koejäsenestä otettiin myös rehuanalyysinäyte 22. syyskuuta, ja ne lähetettiin Seinäjoen elintarvike- ja ympäristölaboratorioon (jatkossa SeiLab) tutkittavaksi.

Taulukko 7. Paalien lukumäärä (kpl/koeruutu)

Herne+Vehnä	9
Virna+Vehnä	9
Valkolupiini+ Vehnä	6
Härkäpapu+ Vehnä	7

Sadosta laskettiin paalien lukumäärän ja rehuanalyysistä saatujen kuiva-ainepitoisuuksien perusteella hehtaarikohtainen kuiva-ainesato. Paalin painoksi arvioitiin 800 kg. Kuiva-ainesatoa saatiin eniten valkolupiini-vehnästä ja härkäpapu-vehnästä (Kuvio 4).



Kuvio 4. Laskennallinen kuiva-ainesato kg ka/ha

6.5 Rehuanalyysit

Rehuanalyysien tuloksien (Liite 2) mukaan valkolupiinivehnan kuiva-ainepitoisuus on 722 g/kg ja härkäpapuvehnan 649 g/kg. Nämä pitoisuudet ovat korkeita verrattaessa Kuoppalan ym. (2014) tuloksiin, koska Kuoppalan kokeissa rehut olivat vastaniitetyistä kasvustoista ja tässä kokeessa rehuanalyysit tehtiin esikuivatusta säilörehusta. Eräs syy etenkin valkolupiinin korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen on todennäköisesti se, ettei valkolupiini saavuttanut koko kasvukauden aikana riittävästi massaa ja vehnän osuus säilörehussa on suuri. Virna-vehnäseoksen kuiva-ainepitoisuus oli 533 g/kg ja herne-vehnäseoksen 420 g/kg.

D-arvolla eli rehun sulavuudella tarkoitetaan sitä, kuinka paljon eläin saa syömästään rehusta energiaa ja ravintoaineita. Korkea D-arvo osoittaa, että rehu on hyvin sulavaa. Eläimet syövät sitä enemmän kuin huonosti sulavaa. (Sipilä & Rinne.) Parhaat sulavuudet olivat herne-vehnäseoksella 69,6 prosenttia ja virne-vehnäseoksella 68,6 prosenttia. Härkäpapu-vehnäseoksen D-arvo oli 67,4 % ja valkolupiini-vehnäseoksen D-arvo oli 66,3 %. Vehnä-valkolupiiniseoksen sulavuus oli näistä neljästä huonoin. Siihen vaikuttavat valkolupiinin heikko kasvu ja koko seoksessa oli paljon vehnää, joka on kortista.

Raakavalkuaispitoisuudet olivat matalia valkolupiinivehnällä (96 g/kg ka) ja härkäpapuvehnällä (124 g/kg ka). Valkolupiinivehnäseoksen huonoon raakavalkuaispitoisuuteen vaikuttaa se, ettei valkolupiini kasvanut ja tuottanut seokseen valkuaispitoista massaa, vaan seos oli hyvin vehnäpitoinen. Näin ollen seoksessa oli runsaasti kortta. Härkäpapuvehnäseoksella saavutettiin kuitenkin kohtuullinen raakavalkuaispitoisuus, sillä Nykäsen (2007b) mukaan säilörehun raakavalkuaispitoisuuden tulisi olla vähintään 120. 130 g/kg ka. Muilla seoksilla raakavalkuaispitoisuudet olivat lähes samat (herne-vehnä 147 ja virna-vehnä 143 g/kg ka). Näillä pitoisuuksilla voidaan päästä lähelle korkeita tuotoksia ja kasvuja.

Märehtijän käytettäväksi tulevat aminohapot ovat peräsin pötsissä muodostuneista mikrobeista. Märehtijöiden valkuaisarvojärjestelmä huomioi pötsissä muodostuvan mikrobivalkuaisen määrän ja pötsissä hajoamattoman rehuvalkuaisen määrän. Niin kutsuttu OIV-arvo ilmaisee ohutsuolessa imeytyvän valkuaisen määrän ja PVT pötsin valkuaisasteen. OIV lasketaan sen perusteella, miten paljon mikrobeja pötsissä voi muodostua niiden energiansaannin perusteella. Huomioon otetaan myös raakavalkuaisen pötsissä hajoamaton osuus. Kun pötsin valkuaisaste on negatiivinen, pötsimikrobit kärsivät typen puutteesta. Silloin mikrobivalkuaisen tuotanto vähenee, ja OIV-arvo pienenee. (Rinne & Sairanen 2010, 20.)

Herne-vehnäseoksen ja virna-vehnäseoksen OIV- ja PVT-arvot olivat lähes samat (herne-vehnä 88,7 ja 16,2 g/kg ka, virna-vehnä 87 ja 14,2 g/kg ka). Valkolupiini-vehnä OIV-arvo oli 78 ja PVT-arvo -21,2 g/kg ka. Härkäpapu-vehnäseoksella OIV-arvo oli 83,2 ja PVT-arvo 0,2 g/kg ka. MTT:n märehtijöiden rehutaulukossa (2010) mainitaan, että ruokinnan PVT-arvon tulisi olla lähellä nollaa tai negatiivinen. Tähän MTT:n suositukseen nähden kaikki rehut täyttävät kriteerit.

Kuitupitoisuudet (NDF) olivat valkolupiini-vehnällä ja härkäpapu-vehnällä samaa tasoa (valkolupiini-vehnä 623 ja härkäpapu-vehnä 592 g/kg ka). Vehnä-virnan kuitupitoisuus oli 551 g/kg ka ja vehnä-herneen 533 g/kg ka. Mikäli kuitupitoisuus nousee hyvin korkeaksi, eläin ei pysty syömään tarpeeksi rehua. Kuituja on kuitenkin saatava riittävästi, jotta märehtijän ruoansulatus toimii hyvin.

Otetaan säilönnän onnistumisen vertailuarvoiksi esikuivatun säilörehun ominaisuudet. Hyvän esikuivatun säilörehun kuiva-ainepitoisuus on 25.45 prosenttia, mikä tarkoittaa 250-450 g/kg (Jaakkola ym. 2010, 89). Vain herne-vehnäseoksella päästiin näihin arvoihin. Kaikilla muilla seoksilla kuiva-ainepitoisuus oli viitearvoa korkeampi. Kuiva-ainepitoisuutta nosti rehun pitkä kuivaaminen maassa. Jaakkolan ym. (2010) mukaan kuiva-ainepitoisuuden lisääntyessä bakteereiden aiheuttama virhekäymisriski pienenee. Rehun tiivistäminen vaikeutuu, samalla hiivojen ja homeiden aiheuttamat ongelmat lisääntyvät. Huonon tiivistymisen seurauksena rehuun pääsee happea ja se voi aiheuttaa pintapilaantumista ja jälkilämpenemistä. Näitä ongelmia ei kuitenkaan ollut havaittavissa koejäsenistä tehdyissä paaleissa. Syöttövaiheessa tapahtuva jälkilämpenemisen riski lienee pieni, sillä rehu paalattiin pyöröpaaleihin. Aukaistu paali jaetaan rehunjakovaunulla ruokintapöydälle, eikä se ehdi lämmetä ennen seuraavaa jakokertaa.

Jaakkolan ym. (2010, 93) säilörehuanalyysiohjeesta voidaan tulkita, mitkä tekijät vaikuttavat säilönnälliseen laatuun, mikä niiden merkitys on ja mitkä ovat tavoiteltavat arvot. Maito- ja muurahaishappojen tavoitearvo tämän taulukon mukaan on 35-80 g/kg ka. Tähän tavoitearvoon yltävät jälleen virna-vehnä- ja herne-vehnäseokset (37 g/kg ka ja 67 g/kg ka). Valkolupiini-vehnä- ja härkäpapu-vehnäseokset jäävät tavoitearvosta (0 g/kg ka ja 13 g/kg ka), mikä kuvastaa, ettei rehussa ole tapahtunut luontaista käymistä, koska rehussa käytettiin säilöntäainetta.

Rehun happamuudesta kertoo pH-arvo. Jaakkolan ym. (2010, 93) mukaan pH-arvon tulisi olla neljä tai alle. Tavoiteltava pH-arvo vaihtelee kuiva-ainepitoisuuden mukaan. Ammoniakkityppi ja liukoinen typpi kuvaavat rehun valkuaisen laatua. Korkea ammoniakkiluku on merkki rehuvalkuaisen laadun heikkenemisestä. Se vähentää rehun syömistä ja sitä kautta tuotosta. Hyvälle rehulle tavoitearvo olisi alle seitsemän prosenttia ja moitteettomassa rehussa tyypillisesti alle kuusi pro-

senttia (Jaakkola ym. 2010, 93.) Kokeen rehuista herne-vehnäseoksen ammoniakitypen arvo oli 8,2 prosenttia, muilla seoksilla tulos jäi alle seitsemän prosentin. Liukoisen typen tavoitearvo hyvälle rehulle Jaakkolan, ym (2010, 93) mukaan olisi 50-60 prosenttia ja moitteettomasti säilyneessä rehussa alle 40 prosenttia. Näytteiden perusteella kaikilla kokeen rehuilla arvo oli 30-50 prosenttia. Näistä ammoniakitypen ja liukoisen typen määristä voidaan todeta, että rehu oli moitteettomasti säilynyt.

Haihtuvat rasvahapot kuvaavat rehun sivu- ja virheikäymisen määrää. Hyvin säilyneelle rehulle tavoitearvo on alle 20 g/kg ka. Kaikkien koejäsenten haihtuvien rasvahappojen määrä oli tavoitearvoissa, joten tästä voidaan päätellä, että sivu- ja virheikäymistä ei ole päässyt tapahtumaan. Jäännössokerin määrä kuvaa käymisen voimakkuutta. Ymppirehun sokeripitoisuuden tavoitearvo on 20-50 g/kg ka tai alle. Sokeritavoitearvoon pääsivät virna-vehnä ja herne-vehnä (20 ja 42 g/kg ka).

Syönti-indeksi kuvaa rehun syöntipotentiaalia, kun rehua on vapaasti saatavilla. Suurin osa tilarehuista on välillä 95-110. Kymmenen pisteen muutos vastaa noin yhden kuiva-ainekilon syöntimäärää. (Jaakkola ym. 2010, 93.) Tässä kokeessa kaikkien koejäsenten syönti -indeksit asettuivat välille 103-105.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli tehdä viljelykoe, jossa viljeltiin yksivuotisten palkokasvien ja viljan seoksia. Yhdeksi viljeltäväksi palkokasviksi valikoitui viljelijälle jo ennestään tuttu rehuherne. Palkokasveista rehuvirna, valkolupiini ja härkäpapu olivat uusia kasvilajeja. Tilalle uusi laji oli myös kevätvehnä, jota kylvettiin seoskasvustojen viljaksi.

Toukokuun alku oli lämmin ja olosuhteet olivat hyvät kylvöille. Toukokuun lopussa ilma kuitenkin kylmeni huomattavasti ja satoi runsaasti. Kaikki muut kasvilajit paitsi valkolupiini orastuivat hyvin. Valkolupiinin huonon orastumisen syynä saattoi olla ilmojen kylmeneminen heti kylvöjen jälkeen. Kasvuongelmia aiheutti mahdollisesti myös se, ettei siemeniä ympätty ja ne jäivät liian pintaan. Myöhemmin kasvukaudella valkolupiini jäi kasvussa jälkeen, eikä siitä saatu tuoresato ollut hyvä. Härkäpapukasvusto oli tasaista ja korkeaa, mutta tuoresatoa se tuotti huonosti. Parhaat tuoremassat korjattiinkin virna-vehnäkasvustosta ja herne-vehnäkasvustosta.

Sadosta otettiin rehunäytteet, jotka lähetettiin SeiLabiin analysoitavaksi. Rehuanalyysin tarkoituksena oli saada tietoa rehun laadusta ja säilönnän onnistumisesta ruokinnan suunnittelua varten. Rehunäytteestä analysoitiin säilönnällinen laatu, rehun koostumus ja rehuarvot. Herne-vehnä- ja virna-vehnäkasvustot tuottivat laadultaan parhainta satoa ja kokoviljasäilörehuna näistä kasvustoista saataisiin suurimmat hyödyt eläinten ruokinnassa.

Taloudellisesta näkökulmasta valkolupiinin ja härkäpavun siemenet osoittautuivat kalliiksi ja sadon epävarma onnistuminen lisää riskiä etenkin valkolupiinin osalta. Härkäpapu ei tämän kokeen perusteella olisi hyvä vaihtoehto, sillä säilörehuksi korjattuna siitä ei saatu määrältään ja laadultaan niin hyvää satoa kuin odotettiin.

LÄHTEET

- Elomestari. Ilmasta typpeä. [Verkkosivu] [Viitattu 26.4.2014]. Saatavissa: <http://www.elomestari.fi/typpiymppi/sidonta.htm>
- Hakuopas 2014. [Verkkajulkaisu]. Seinäjoki: Maaseutuvirasto. [Viitattu 20.4.2015]. Saatavissa: http://epaper.edita.fi/Mavi/Hakuopas_suomi/
- Hakuopas 2015. Maaseutuvirasto. [Verkkajulkaisu]. Seinäjoki: Maaseutuvirasto. [Viitattu 20.4.2015]. Saatavissa: <http://maaseutuvirasto.mobiezone.fi/zine/70/article-7349>
- Hutila, A. 20.4.2015. Meteorologi. Ilmatieteenlaitos. Vastaus sääätietokyselyyn. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Mari Kangasvieri. [Viitattu: 20.4.2015]
- Huuskonen, A., Pesonen, M. & Honkavaara, M. 2014. Palkokasvisäilörehujen vaikutukset sonnien kasvu - ja teurastuloksiin sekä lihan laatuun. Teoksessa: A. Huuskonen (toim.) Edistystä luomutuotantoon -loppuraportti. [Verkkajulkaisu] Jokioinen:Maatalouden tutkimuskeskus. MTT raportti 175, 73. 91. [Viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-587-5>
- Huuskonen, A., Sairanen, A. & Nykänen, A. 2010. Kokoviljasäilörehu. Teoksessa: S. Peltonen, T. Puurunen & T. Harmoinen (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy, 40. 42.
- Härkäpapu. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Agronet. [Viitattu: 28.11.2014]. Saatavissa: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/agronet/luomu/peltoviljely/viljelyohjeita/Valkuaisrehukasvit/H%C3%A4rk%C3%A4papu>
- Jaakkola, S., Saarisalo, E., Heikkilä, T. & Joki-Tokola, E. 2003. Säilöntä. Teoksessa: K. Lampinen, T. Harmoinen & H. Teräväinen (toim.) Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 31. 33.
- Jaakkola, S., Sairanen, A., Nousiainen, J. & Rinne, M. 2010. Säilöntämenetelmien soveltuvuus eri nurmirehutyypeille. Teoksessa: S. Peltonen, T. Puurunen & T. Harmoinen (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. 87. 93.
- Joki-Tokola, E. 2003. Viljelytekniikka. Teoksessa: K. Lampinen, T. Harmoinen & H. Teräväinen (toim.) Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 16. 24.

- Kangas, A. & Kauppila, R. 2005. Viljojen mangaanin puutetta kannattaa torjua. [Verkkolehtiartikkeli]. Koetoiminta ja käytäntö 19.12.2005. [Viitattu 26.4.2014]. Saatavissa: <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v62n04s03b.pdf>
- Kuoppala, K., Rinne, M., Lötjönen, T. & Huuskonen, A. 2014. Palkokasveja sisältävien kokoviljasäilörehujen rehuarvon tarkentaminen ruokinnan optimoimiseksi. Teoksessa: A. Huuskonen (toim.) Edistystä luomutuotantoon -loppuraportti. [Verkkójulkaisu] Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. MT T-raportti 175, 37. 50. [Viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-587-5>
- Laine, A. 2014. Härkäpapu. Teoksessa Harmoinen, T. & Kangas, A. (toim.) Peltokasvilajikkeet 2014. Porvoo: Bookwell Oy, 53. 54.
- Laine, A. & Jalli, M. 2014. Kevätvehnä. Teoksessa: T. Harmoinen & A. Laine (toim.) Peltokasvilajikkeet 2014. Porvoo: Bookwell Oy, 24. 31.
- Maatalouskalenteri 2015. ProAgria Keskusten Liitto.
- Mäkelä, P. & Seppänen, M. 2012. Kasvustotiheys ja kilpailu. Teoksessa: M. Seppänen (toim.) Peltokasvien tuotanto. Opetushallitus ja tekijät. 2. tarkistettu painos. Juvenes Print Oy. 42. 44.
- Naturcom Oy. Ei päiväystä. Herne. [Verkkosivusto]. [Viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: <http://www.naturcom.fi/tuotteet/herne.php>
- Nykänen, A. 2006a. Tietokortti 1: Viljalajit. Yksivuotiset seosrehunurmet luomutilan viljelykiertoon-hanke. Maa- ja elintarviketeollisuuden tutkimuskeskus: Mikkeli.
- Nykänen, A. 2006b. Tietokortti 2: Palkokasvit. Yksivuotiset seosrehunurmet luomutilan viljelykiertoon-hanke. Maa- ja elintarviketeollisuuden tutkimuskeskus: Mikkeli
- Nykänen, A. 2007a. Tietokortti 3: Vilja-palkokasvisäilörehuseosten kylvä ja sadonkorjuu. Yksivuotiset seosrehunurmet luomutilan viljelykiertoon-hanke. Maa- ja elintarviketeollisuuden tutkimuskeskus: Mikkeli.
- Nykänen, A. 2007b. Tietokortti 4: Vilja-palkokasvisäilörehuseokset rehuna ja ruokinnassa. Yksivuotiset seosrehunurmet luomutilan viljelykiertoon-hanke. Maa- ja elintarviketeollisuuden tutkimuskeskus: Mikkeli.
- Nykänen, A. 2008. Tietokortti 6: Vilja-palkokasvisäilörehuseosten siemenseokset. Yksivuotiset seosrehunurmet luomutilan viljelykiertoon-hanke. Maa- ja elintarviketeollisuuden tutkimuskeskus: Mikkeli.
- Nykänen, A., Rinne, M. & Jauhiainen, L. 2009. Palkokasveja kokoviljasäilörehuihin! Maaseudun Tiede 26.10.2009, 3.

- Peltonen, S. 2011. Valkuaisrehujen tuotannon edellytykset. Teoksessa: R. Aaltonen & S. Peltonen (toim.) Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy, 21. 25.
- Peltonen-Sainio, P., Rajala, A. & Seppälä, R.T. 2005. Viljojen kehityksen ja kasvun ABC. [Verkkajulkaisu]. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 26.4.2014] Saatavissa: <http://www.mtt.fi/met/pdf/met67.pdf>
- Puhakka, L., Jaakkola, S., Kokkonen, T. & Vanhatalo, A. 2014. Härkäpapu lypsylehmien valkuaisrehuna. [Verkkajulkaisu] [Viitattu 3.5.2014] Saatavissa: http://www.smts.fi/MTP_julkaisu_2014/Esitykset/Puhakka_ym_Harkapapu_lypsylehmien_valkuaisrehuna.pdf
- Rehutaulukot. Ei päiväystä. Märehtijöiden valkuaisarvot. [Verkkajulkaisu]. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 26.4.2014]. Saatavana: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietoa_palvelusta1/Paivitys_2010_Muutokset/Marehtijoiden_valkuaisarvot
- Rinne, M. 21.2.2013. Palkokasveja kokoviljasäilörehuihin. [Ppt-esitys]. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. [Viitattu 2.2.2015]. Saatavissa: http://luomu.fi/tietopankki/wp-content/uploads/2013/02/Rinne_M_Palkokasveja_kokoviljasailorehuihin_21022013.pdf
- Rinne, M. & Sairanen, A. 2010. Hyvän nurmirehun ominaisuudet. Teoksessa: S. Peltonen, T. Puurunen & T. Harmoinen (toim.) Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy. 16. 20
- Saastamoinen, M. 2011. Rehuksi tarkoitettujen kuivaherneiden viljelyohjeet. [Verkkajulkaisu]. Satafood Kehittämisyhdistys ry. [Viitattu 7.4.2014]. Saatavissa: http://www.satafood.net/uploads/tiedostot/hankkeet/201%20ali_tuotantokasvit/Herneiden%20viljelyohjeet%202011.pdf
- Salo, K. & Huuskonen, A. 2012. Nautatilojen rehuvalikoima laajemmaksi? Teoksessa: A. Huuskonen (toim.) Vaihtoehtoisia rehuksia nautakarjatilalle. Kirjallisuuskatsaus [Verkkajulkaisu]. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. [Viitattu: 29.11.2014]. Saatavissa: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti77.pdf>
- Seppälä, A., Kuusisto, K., Mäki, M. & Rinne, M. 2014. Eri säilöntäaineiden soveltuvuus härkäpapuvehne- ja hernevehnekokoviljojen säilöntään. Teoksessa: A. Huuskonen (toim.) Edistystä luomutuotantoon -loppuraportti. [Verkkajulkaisu] Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. MTT raportti 175, 51. 72. [Viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-587-5>

- Sipilä, A. & Rinne, M. Ei päiväystä. Nurmirehujen sulavuus. [Verkkojulkaisu] Nurmitieto 4.2.1. [Viitattu 8.5.2015] Saatavi ssa: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/nurmiyhdistys/Nurmitieto/sisallysluettelo/5D34D6BE35ADC418E040A8C0033C7521>
- Stoddard, F. 2011. Sadonkorjuu ja varastointi. Teoksessa: R. Aaltonen & S. Peltonen (toim.) Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy, 47.
- Stoddard, F. & Nykänen, A. 2011. Lajivalinta. Teoksessa: R. Aaltonen & S. Peltonen (toim.) Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy, 36. 39.
- Stoddard, F., Mäkelä, P., Santanen, A., Manninen, P., Sel eiman, M., Lizarazo Torres, C., Räfså, T., Hartikainen, H. & Yli-Halla, M. 2011. Valkolupiinista on moneksi. [Verkkolehtiartikkeli]. Maaseudun tiede 30.5.2011, 12. [Viitattu: 29.11.2014]. Saatavi ssa: http://www.academia.edu/2233097/Val_kolupiinista_on_moneksi_Title_in_English_White_lupin_for_many_uses
- Suomen Ympäristöpalvelu Oy. Viljavuustutkimus 2012.Koskenneva 849-00667-59.
- Tuominen, V. 2015. Tukitaulukot. Pinta-alatuet v. 2015. Itua. ProAgria Etelä-Pohjanmaan jäsenasiakaslehti (1), 19.
- Turunen, H. 2003. Kokoviljasäilörehun taloudellisuus. Teoksessa: K. Lampinen, T. Harmoinen & H. Teräväinen (toim.) Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 5 . 7
- Viljelyohjelmalvelut. Ei päiväystä. [Verkkosivusto]. K-Maatalous. [Viitattu 24.4.2015]. Saatavissa: www.k-maatalous.fi/tuotteet/kasvi_nviljely/viljelyohjelmat/Sivut/Viljelyohjelmat.aspx
- Vipu-palvelu 2015.Ei päiväystä. Tukisovellusasiointi [Verkkosivusto]. Seinäjoki: Maaseutuvirasto. [Viitattu 2.4.2015]Saatavissa: <https://vipu.mavi.fi/login.html>

LIITTEET

Liite 1. Herne-vehnäseoksen katet uottolaskelmat

Liite 2. Rehuanalyysit

LIITE 1. Herne-vehnäseoksen katetuotto laskelmat

Taulukko 1. Katetuottolaskelma, tuet tuottoina.

Kuiva-ainesato tuotto / ha	Hernevehnä seos		
	Määrä	á	euroa
sato kg ka	4000		0
Tuet €/ha	1	835	835
Tuotto yhteensä			835
Muuttuvat kustannukset:			
kylvös. osto: italian rai heinä	5	2,74	13,7
kylvös. osto:Aino vehnä	90	0,614	55,3
kylvös. osto: herne	100	1,035	103,5
kylvös. osto:			
lannoite 1:			
traktori työ	2,7	7,2	19,6
säilöntä			
säilöntä			
paalaus			0
liikepääoma	116,4	0,05	5,8
Muuttuvat kustannukset yht.			197,9
Katetuotto A			637,1
Ihmistyö (vakainainen)	2,7	14,9	40,7
Katetuotto B			596,4
Työnmenekki: (h)	traktori työ/ihmistyö		
kyntö	0,6		
äestys	0,4		
kylvö ja lannoitus	0,3		
niitto,	0,8		
säilörehun korjuu			
yhteensä	2,1		
hukka-aikalisä	0,3		
yhteensä	2,73		
työhuiput			

Taulukko 2. Katetuottolaskelma, tuet ja sadon myynti tuottoina.

Kuiva-ainesato tuotto / ha	Hernevehnä seos		
	Määrä	á	euroa
sato kg ka	4000	0,1	400
Tuet €/ha	1	835	835
Tuotto yhteensä			1235
Muuttuvat kustannukset:			
kylvös. osto: italian rai heinä	5	2,74	13,7
kylvös. osto:Aino vehnä	90	0,614	55,26
kylvös. osto: herne	100	1,035	103,5
kylvös. osto:			
lannoite 1:			
traktorityö	3,8	7,2	27,3
säilöntä			
säilöntä			
paalaus	9	15	135
liikepääoma	195,5	0,05	9,8
Muuttuvat kustannukset yht.			344,6
Katetuotto A			890,4
Ihmistyö (vakainainen)	3,8	14,9	56,2
Katetuotto B			834,3
Työmenekki: (h)	traktorityö/ihmistyö		
kyntö	0,6		
äestys	0,4		
kylvö ja lannoitus	0,3		
niitto, karhotus, paalaus	1,4		
säilörehun korjuu	0,2		
yhteensä	2,9		
hukka-aikalisä	0,3		
yhteensä	3,77		
työhuiput			

