

Ville Ketomäki

Rehulupiinit viljelykasveina

Opinnäytetyö
Syksy 2010
Maa- ja metsätalouden yksikkö, Ilmajoki
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Kasvintuotanto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Maa- ja metsätalouden yksikkö, Ilmajoki
Koulutusohjelma: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto: Kasvintuotanto

Tekijä: Ville Ketomäki

Työn nimi: Rehulupiinit viljelykasveina

Ohjaaja: Heikki Harmanen

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 107

Liitteiden lukumäärä: 3

Opinnäytetyössä käydään läpi kolmen *Lupinus*-suvun edustajan lajilliset yleispiirteet ja niille soveltuva viljelytekniikka. Lajeina ovat sini- (*Lupinus angustifolius*), kelta- (*Lupinus luteus*) ja valkolupiini (*Lupinus albus*). Suomalaisittain tuntemattomien viljelykasvien viljelytekniikan selvittämisessä jouduttiin nojautumaan raskaasti ulkomaiseen lähdeaineistoon.

Viljelytekniikkaosiossa käydään läpi rehulupiineille soveltuvat maalajit, kylvö- ja lannoitus-suositukset, kasvinsuojelu ja sadonkorjuu. Tämä osio perustuu suurelta osin ulkomaisiin lähteisiin, joita pyrittiin lähdekriittisesti kirjoittamaan Suomen olosuhteisiin soveltuviksi. Tämän vuoksi monia tuholaisia jätettiin pois, koska niitä ei ainakaan vielä esiinny Suomesta tai sen lähiympäristössä.

Työn loppuosan muodostaa kesällä 2010 tehty rehulupiinien viljelykoe. Kokeessa kylvettiin kolmesta lajista yksi lajike. Tulokset edustavat vain kyseisten lajikkeiden ominaisuuksia ja suorituskykyä. Kasvilajia puoltava tai hylkäävä kanta vaatisi laajemman kokeen, jota tekijä ei kyennyt tekemään resurssien puutteen takia. Työssä seurataan ja kuvaillaan kasvuston kehitystä kasvukauden eri vaiheissa.

Viljelykokeessa kylvettiin kaksi osiota, joissa rehulupiineja tarkasteltiin kokoviljasäilörehuna seoskumppani viljan kanssa ja puhtaana kasvustona siementuotanto tarkoituksessa. Tarkastelussa oli sinilupiinilajike Sonet, valkolupiinilajike Lucid ja keltalupiinilajike Mister. Seoskasvustossa lupiinin kumppanina toimi kevätvehnä-lajike Kruunu.

Kokoviljasäilörehu sadot olivat hyviä, mutta siementuotannossa vain sinilupiini kykeni tuottamaan sadon. Kokeet olivat monesta syystä haastavia. Pääongelmina olivat lupiinien kasvuaikavaatimuksen pituus, erittäin kapea rikkakasviainevalikoima, lupiinien kasvutapojen erilaisuudet ja tuholaisongelmat.

Asiasanat: *Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus*, *Lupinus albus*, makea lupiinit, viljely, kasvinsuojelu, rehuarvo

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Ilmajoki School of Agriculture and Forestry
Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises
Specialisation: Crop production

Author/s: Ville Ketomäki

Title of thesis: Growing lupins

Supervisor(s): Heikki Harmanen

Year: 2010 Number of pages: 107 Number of appendices: 3

In the thesis, the growing and species characteristics of three representative members of the *Lupinus* genus are examined as well as their agronomy. The species chosen were the blue lupin also known as the narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius*), the yellow lupin (*Lupinus luteus*) and the white lupin (*Lupinus albus*). In Finland there is very little knowledge and information on how to cultivate lupins. That's why foreign information sources were heavily used to create broad agronomy guidelines for Finnish farmers.

The agronomy part of the thesis contains information about lupin cultivation, such as: what are suitable farming land properties, seed density, fertilization recommendations, plant protection measures and harvesting techniques. The thesis tries to gather facts and information, which apply to Finnish growing conditions. This means that only pesticides and diseases which are present in Finland are included in the text.

The thesis also contains a cultivation experiment carried out in the summer of 2010. The experiment included three varieties of lupin: the narrow-leafed lupin variety was Sonet, the yellow lupin variety was Mister and the white lupin variety was Lucid. In this experiment whole silage crops were grown using the narrow-leafed lupin and the yellow lupin with a variety of spring wheat called Kruunu. Also all three lupin varieties were grown for seed production purposes. The results of the experiments were that the whole silage yields were good but in the seed production experiment only the narrow-leafed lupin was able to produce seeds.

There were many reasons why the seed production experiment was not successful. The main reasons were: the limited options for chemical weed control, the lupin demands to long a growing period for a standard Finnish growing season and different lupin varieties have different growing styles and pesticide problems.

Keywords: *Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus*, *Lupinus albus*, sweet lupins, agronomy, plant protecting, fodder value

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract.....	3
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
Kuvio- ja taulukkoluetelo	8
JOHDANTO.....	11
1 LAJIT JA OMINAISUUDET	12
1.1 Sinilupiini (<i>Lupinus angustifolius</i>).....	13
1.2 Keltalupiini (<i>Lupinus luteus</i>).....	15
1.3 Valkolupiini (<i>Lupinus albus</i>)	17
2 VILJELYTEKNIikka	20
2.1 Kasvupaikkavaatimukset	20
2.2 Esikasviarvo.....	25
2.3 Lupiinien kasvutapa	27
2.4 Kylvä ja lannoitus.....	33
2.5 Rikkakasvit ja niiden torjunta	38
2.6 Tuholaiset ja niiden torjunta	41
2.6.1 Kirvat	41
2.6.2 Luteet.....	42
2.6.3 Vähäisemmät tuholaiset.....	43
2.7 Kasvitaudit ja niiden torjunta	44
2.7.1 Ruskealaikku (<i>Pleiochaeta setosa</i>).....	45
2.7.2 Rutto (<i>Colletotrichum gloeosporioides/acuteatum</i>).....	47
2.7.3 Phomopsis (<i>Phomopsis leptostromiformis/Diaporthe toxica</i>).....	48
2.7.4 Sclerotinia (<i>Sclerotinia sclerotiorum/minor</i>)	49
2.7.5 Vähäiset sienitaudit.....	50
2.7.6 Kurkun mosaiikkivirus, cucumber mosaic virus, CMV.....	54
2.7.7 Pavun keltainen mosaiikkivirus, bean yellow mosaic virus, BYMV...	56
2.7.8 CYVV, apilan keltainen suonivirus	58

2.7.9 Vähäiset bakteeritaudit.....	58
2.8 Kasvunsäätet	59
2.9 Ravinnepuutteet.....	59
2.10 Sadonkorjuu.....	60
3 RUOKINNALLINEN ARVO JA REHUKÄYTÖN ONGELMAT.....	62
3.1 Siemensadon laatu ja käyttökelpoisuus	63
3.1.1 Rehuarvo märehijöillä.....	65
3.1.2 Rehuarvo yksimahaisilla	66
3.2 Koko kasvi	69
3.2.1 Rehuarvo märehijöillä.....	69
4 REHULUPIININ VILJELYKOE ETELÄ-POHJANMAALLA 2010	72
4.1 Aineisto ja menetelmät.....	72
4.1.1 Paikka, maalaji ja viljavuustiedot	72
4.1.2 Kokeen perustaminen ja hoito.....	73
4.1.3 Koemenetelmät ja mittalaitteet.....	75
4.2 Lämpösumma ja sademäärät	81
4.3 Kasvien kehitys koeaikana.....	81
4.3.1 Toukokuu	82
4.3.2 Kesäkuu.....	83
4.3.3 Heinäkuu.....	85
4.3.4 Elokuu	86
4.3.5 Syyskuu	88
4.3.6 Lokakuu	89
4.4 Tulokset ja tulosten tarkastelu	89
4.4.1 Seoskasvustot	89
4.4.2 Puhdaskasvustot.....	95
4.5 Kokeen johtopäätökset	97
LÄHTEET	101
LIITTEET	106
Liite 1.....	106
Liite 2	106
Liite 3.....	107

Käytetyt termit ja lyhenteet

Abiotiittinen tuho	Eloton, joka ei liity eliöihin, kuten halla.
Andien lupiini	<i>Lupinus mutabilis</i> . Tunnetaan myös helmilupiinina. Vuosittuhansia vanha viljelykasvi, joka epätasaisen tuleentumisen johdosta sopii vain puutarhaviljelyyn.
Biotiittinen tuho	Eliön aiheuttaman tuho, kuten sieni.
Fungisidi	Kasvitautilien torjunta-aineen synonyymi.
Herbsidi	Rikkakasvien torjunta-aineen synonyymi.
Kitkerälupiinit	Yleensä luonnontilaisia lupiineja, joiden korkeat haitta-ainemäärät hankaloittavat hyödyntämistä, niin eläimillä kuin ihmisilläkin.
Koteloitiöt	Sienten suvullinen itiömuoto, joka syntyy kahden eri sienisukupuolen yhtymisen tuloksena.
Kuroumaitiöt	Sienten suvuton itiömuoto, joka muodostuu sienien tumaja solujakautumisen tuloksena.
Makealupiinit	Jalostuksen kautta vähän haitta-aineita sisältäviä lupiineja, jotka maistuvat vähemmän kitkeriltä.
Metaboliitti	Aineenvaihdunnassa syntynyt tuote, josta usein kehittyy muita aineita.

Proteoidijuuristo	Juuristossa esiintyviä juurikarvojen tihentymäkohtia, jotka voivat muodostaa yksittäisiä tai mattomaisia muodostelmia.
Resistentti	Synonyymi vastustuskyvylle.

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Sinilupiinilajike Sonet.	14
Kuva 2. Keltalupiinilajike Mister.....	16
Kuva 3. Valkolupiinilajike Lucid.	18
Taulukko 1. Lupiinia uhkaavat kirvalajit Suomessa.....	42
Kuva 4. Ruskealaikku lupiinilla.....	45
Kuva 5. Ruton oireita lupiinilla.....	47
Kuva 6. Phomopsiksen saastuttamat lupiininsiemenet	48
Kuva 7. Taimipolte lupiinilla.	53
Kuva 8. CMV:n oireet lupiinilla..	55
Kuva 9. Sinilupiinilla ilmenevä paimensauva-oire..	57
Taulukko 2. Herneen puinnin alkuasetukset Kiviniemen (1986) mukaan.....	61
Taulukko 3. Iso-Britannian lupiinilajien rehuarvot.....	63
Taulukko 4. Simojen (1988) niittoaikakokeet.	70
Taulukko 5. Simojen niittokokeet: varhainen niitto (15.7).	71
Taulukko 6. Koealueen maa-analyysin tiedot.	73

Taulukko 7. Lupiiniruutujen kylvösuunnitelma.....	79
Taulukko 8. Toteutunut kylvömäärä ja –ala.	80
Kuva 10. Koelohko ja koeruudut	80
Taulukko 9. Kokeen aikana kertynyt sade- ja tehoisa lämpösumma kuukausittain.	81
Taulukko 10. Lehtimäärän kehitys toukokuussa BBCH-asteikolla.	83
Taulukko 11. Lehtilukumäärä kesäkuussa BBCH-asteikolla.	85
Taulukko 12. Seoskasvustojen taimettuminen 1.6. mennessä.	89
Taulukko 13. Sinilupiini-vehnäseoksen tuoresadot kahdessa niitossa 11.7 ja 15.8.	90
Taulukko 14. Keltalupiini-vehnäseoksen tuoresadot kahdessa niitossa 11.7 ja 17.8.....	91
Taulukko 15. Seoskasvustojen tuoresatojen rikkakasvilajit 11.-12.7.....	91
Taulukko 16. Sinilupiini-vehnäseoksen tuoresato yhdellä niitolla 15.8.....	92
Taulukko 17. Keltalupiini-vehnäseosten tuoresato yhdellä niitolla 17.8.	93
Taulukko 18. Keltalupiini-vehnäseoksen tuoresato yhdellä niitolla 27.9.....	93
Taulukko 19. Seoskasvustojen yksittäisten kasvien rehuanalyysit.....	94
Taulukko 20. Kokoviljasäilörehun rehuanalyysit.....	94

Taulukko 21. Puhdaskasvustoisten lupiinien taimettuminen 1.6. mennessä..... 95

Taulukko 22. Puhdaskasvustoisten lupiinien biomassa- ja siemensato..... 96

JOHDANTO

Suomen valkuaisrehuomavaraisuudeksi lasketaan olevan 15-30 prosenttia, lähteestä riippuen. Karjataloutemme on siis merkittävin osin riippuvainen ulkomailta tuodusta valkuaisrehusta. Tilastojen mukaan vuonna 2008 rehun tuonti Suomeen oli 456 294 tn ja arvoltaan 205,8 miljoonaa euroa, kun vastaavat luvut vuonna 1995 olivat 200 048 tn ja arvoltaan 83,7 miljoonaa euroa (Vienti- ja tuontitilastot, 2.)

Yhtenä osana ratkaisua on uusien viljelykasvien löytäminen suomalaiseen viljelykulttuuriin. Vanhojen öljykasvien ja herneiden sekä uusvanhan härkäpavun rinnalle voidaan nostaa vähemmän tunnetut rehulupiinit.

MTT tutki vuosina 1984-1988 rehulupiinien soveltuvuutta Suomeen. Tutkimusta perusteltiin biologisen typensidonnan merkityksellä maataloustuotannolle. Viljelytekniikkaa tarkasteltiin rehuntuotannon kannalta (Simojoki 1988). Samoihin aikoihin (1984-1987) tutkittiin lupiinien siementuotantoa Pohjois-Suomessa (Aniszewski, 1988B). Virallisten tutkimusten jälkeen rehulupiini painui melko lailla unholaan.

Tämän työn tarkoituksena on esitellä lupiini viljelykasvina ja luoda karkeat viljelyohjelmit, jonka puitteissa lupiinien viljely onnistuu sekä arvioida lupiinien arvoa mahdollisena valkuaiskasvina Suomessa. Pyrin arvioimaan kasvia niin kokoviljasäilörehuna kuin siementuotantokasvina. Suomessa on erittäin rajatusti saatavissa olevaa tietoutta rehulupiinien viljelystä maatalousmittakaavassa, joten jouduin turvautumaan suurelta osin ulkomaiseen lähdeaineistoon.

1 LAJIT JA OMINAISUUDET

Rehulupiinit kuuluvat hernekasvien heimoon (*Fabaceae*) ja lupiinien sukuun (*Lupinus*), joka tunnetaan monimuotoisuudestaan (Gladstones 1998, 1). Sukuun kuulu noin 150-200 lajia, joista suurin osa on yrttimäisiä ja monivuotisia kasveja. Kasvukorkeus vaihtelee 0,3-1,5 metriin. Suvussa esiintyy myös yksivuotisia ja muutamia pensasmaisia, yli kolmen metrin kasvavia lajeja. Maataloustuotannossa olevat lupiinit ovat yksivuotisia. (Briggs 2008, 161.) Tienvarsilla kasvava koristelupiini (*Lupinus polyphyllus*) on suomalaisittain tunnetuin suvun edustaja. Koristelupiini sisältää huomattavan määrän haitallisia aineita, joista tärkeimmät ovat tanniineja ja alkaloideja. Alkaloidit tekevät kasvista kitkerän makuisen, jonka takia eläimet ja tuholaiset eivät halua syödä näitä kasveja. Rehulupiineista on jalostuksella saatu poistetuksi merkittävä osa alkaloideista. Siksi niitä kutsutaan makeiksi lupiineiksi erotuksena villoihin, kitkeriin lupiineihin.

Ensimmäisen maailmansodan (1914-1918) aiheuttama elintarvikepula kaupasaartoineen pakotti saksalaiset etsimään vaihtoehtoisia valkuaislähteitä, jolloin jalostuksen kautta saatiin aikaan makeampia lupiineja (Gladstones 1998, XI). Makea lupiini on erittäin nuori viljelykasvi pääviljalajeihin verrattuna. Ilmeisesti lukuun ottamatta *Lupinus albus* ja *Lupinus mutabilis*, lupiineja on käytetty pääasiassa ihmisravinnoksi vain köyhien ruokana ja laajemmin nälänhädän aikoina. Hippokrates (400-356 eKr) mainitsee myös lupiinin käytön lääke- ja kosmeettisena kasvina. Keittämällä ja huuhtomalla kyettiin poistamaan siemenistä alkaloideja, jolloin niitä voitiin rajoitetusti syödä. Lupiinin käyttö rajoittui pääasiassa viherlannoitukseen ja karjan rehuksi. Muuan muassa Antiikin ajan Rooman elintarviketuotanto lepäsi palkokasvien varassa ja valkolupiini (*Lupinus albus*) oli niiden joukossa tärkeässä asemassa. (Gladstones 1998, 24-27.)

Nykyäikää lähinnä on lupiinien viljely Saksassa. Merkittävässä määrässä viljely aloitettiin vuonna 1841 ja se jatkui aina kemiallisen typpilannoituksen markkinoille tuloon asti. Lajeina olivat valkolupiini (*Lupinus albus*) ja keltalupiini (*Lupinus lute-*

us), joista jälkimmäinen oli suosituin. Keltalupiinin kasvu-aika oli lyhyempi ja se pärjäsi heikoimmilla mailla. (Gladstones 1998, 27-29.)

Potentiaalisia viljelykasveja ovat lupiinisuvun edustajat *Lupinus mutabilis*, *Lupinus cosentinii*, *Lupinus atlanticus* ja *Lupinus pilosus*. Tällä hetkellä ne ovat liian jalostamattomia soveltuakseen laajamittaiseen mekaaniseen viljelyyn. Rehulupiineiksi maataloustuotantoon on tähän mennessä jalostettu kolme lajia; sinilupiini (*Lupinus angustifolius*), keltalupiini (*Lupinus luteus*) ja valkolupiini (*Lupinus albus*). (Buirchell ja Cowling 1998, 41-47.) Tosin rehulupiineissa on yhä muutamia viljejä piirteitä jäljellä. Niitä on esimerkiksi palko- ja siemenkuorien suurempi vahvuus kuin muilla, kauemmin viljellyillä palkokasveilla. Esimerkiksi palonkuoren osuus tuleentuneesta palosta, kuiva-aineesta laskettuna on sinilupiinilla 33 %, valko- ja keltalupiinilla jopa 46 % ja peltoherneellä vain 13 %. Siemenkuoren osuus kuiva-aineesta on sinilupiinilla 24 %, valkolupiinilla 18 %, keltalupiinilla 25 % ja soijapavulla vain 9 %. Tämä tarkoittaa sitä, että lupiini yhä hukkaa liikaa ravinteita ja energiaa rehutannon sekä varsinkin siementuotannon kannalta toisarvoisiin kasvinosiin. (Cowling, Huyghe & Swiecicki 1998, 98.)

1.1 Sinilupiini (*Lupinus angustifolius*)

Sinilupiini on monimuotoinen kasvi, jolla löytyy suuri määrä vaihtelevia tyyppisiä. Lehdet muodostuvat poikkeuksellisen kapeista lehdyköistä, jonka takia se tunnetaan maailmalla synonyymilla kapealehtinen lupiini. Nimestään huolimatta kukkien väri ei kerro kasvilajia, sillä väri vaihtelee valkoisesta siniseen (Briggs 2008, 162). Keskimääräinen tuhannen siemenen paino sinilupiinilajikkeilla on 113 g (Buirchell ja Cowling 1998, 49). Luonnollinen vaihtelu sinilupiinin siemenellä on 40-240 g tuhannella siemenellä, kun australialaisilla lajikkeilla vaihteluväli on 120-160 g (Perry, Dracup, Nelson, Jarvis, Rowland ja French 1998, 301).



Kuva 1. Sinilupiinilajike Sonet. Kuva on tekijän oma.

Sinilupiini on viljelykäyttöön jalostetuista lupiineista nuorin. Se jalostettiin 1960-luvulla Gladstonesin johdolla Länsi-Australiassa. Kuitenkin sitä on kitkerämpänä muotona viljelty Saksassa 1870-luvulta lähtien, ilmeisesti viherlannoituksessa. Lounais-Ranskassa sinilupiinia viljeltiin karjanrehuksi 1900-luvun alussa. Iso-Britannian Suffolksissa sinilupiinia käytettiin lammasaitana – lampaille kitkerä lupiini ei maistunut – ja kevyiden maiden parantamiseen. Nykyään sinilupiinia viljellään karjanrehuksi eniten Australiassa, jossa viljely on keskittynyt länsi- ja lounaisosiin. Syynä on kasvin soveltuvuus erittäin heikoille, karkeille ja happamille maille. Perry ym. (1998, 293) kertovat sinilupiinin selviävän kasvualustalla, jonka kationinvaihtokapasiteetti on alle 5 cmol/kg. Suomessa maannosprofiilien kationinvaihtokyky voi vaihdella 0,6-21 cmol/kg (Kerko 2005, 29). Maailmanlaajuinen viljely rajoittuu hiekoille tai hiekansekaiselle savelle, joiden pH vaihtelee 4-7,5 (Longnecker, Brennan ja Robson 1998, 122). Tosin yli kuuden menevän pH:n on todettu vähentävän juurien pituuskasvua sinilupiinilla. Lisäksi typensidontasymbioosi lopettaa toimintansa ja nystyröinti heikkenee sekä ilmenee raudan puutetta. Vapaan kalsiumin korkean määrän aiheuttamasta myrkyllisyydestä saadut tulokset ovat ristiriitaisia; osalla sinilupiinin suorituskyky heikentyi ja osalla vaikutusta ei todettu. Alumiinin sietokyky sinilupiinilla on keltalupiinia alempi. (Dracup ym. 1998, 237-240.)

Gladstones (1998, 27-29) mainitsee sinilupiinin sietävän hallaa ja kasvavan hyvin myös syksyllä, kun se kylvetään viljan puinnin jälkeen. Tosin kylmyys hidastaa

kukinnan aloitusta lupiineilla ja erityisesti tästä kärsii sinilupiini (Buirchell & Cowling 1998, 48-49). Cowling ym. (1998, 114) mainitsevat, että jalostuksesta huolimatta sinilupiinin kylmyyden siedossa, varsinkin syyskylvöisillä lajikkeilla, on parantamisen varaa. Jäätymisvauriot ja myös taudit pelottavat viljelijöitä ainakin Yhdysvalloissa ja näin estävät tai hidastavat lupiinin suosion kasvua.

Sinilupiinin parempi kylmyyden sieto ei siis suojaa kasvia kehityksen hidastumiselta kylminä kausina. Simojoen (1988) mukaan sinilupiini muodosti muita lupiineja vähemmän nystyröitä ilman ympäystä, joten sinilupiinin riippuvaisuus ympäystästä on suurempi kuin valko- ja keltalupiinin.

Simojoen (1988) kokeissa sinilupiini kykeni oikealla lajikkeella tuottamaan yli 7000 kg kuiva-ainetta hehtaarilla. Sinilupiinien typpi- ja rasvapitoisuudet olivat muita korkeampia. Lupiinin siemenet sisältävät valkuaista 220-320 g/kg ka (Jälkö 2006, 31). Sinilupiinilla on pienempi satopotentiaali kuin valkolupiinilla, mutta korjuu tapahtuu aikaisemmin (Briggs 2008, 164). Sinilupiinilla suurin satopotentiaalia rajoittava tekijä on kukkien ja palkojen abortoituminen sekä putoaminen. Ympäristötekijöistä johtuvista syistä jopa 94 % kukista ja epäkypsistä paloista putoaa, aiheuttaen korjuuindeksin suuren vaihtelevuuden (Atkins, Smith, Gupta, Jones & Caligari 1998, 85). Briggs (2008, 73) tarkastelee sinilupiinia luomutuotannon kannalta ja mainitsee etuina on erittäin hyvän typensidonnan, rehu- tai siemenkasvin potentiaalain, kevyiden hiekkamaiden suosimisen sekä hitaan alkukehityksen. Heikkouksina oli heikko biomassan tuotanto ja huono kilpailukyky. Hidas alkukehitys on kaksiteräinen miekka, sillä yhdeltä kannalta se sallii pitkän rikkaaestysajan, mutta toiselta kannalta kasvi on altis tuholaisille ja rikkakasveille. Sinilupiinin kasvusto on avoimempi ja matalampi kasvusto kuin valkolupiinilla. (Briggs 2008, 198-200.)

1.2 Keltalupiini (*Lupinus luteus*)

Kukkien väri on lajilla nimensä mukaisesti keltainen. Siemenen värityys on vaihteleva; vihertävän ruskealla taustalla vaaleampia täpliä ja silmän ympärillä vaalea rengas, aina valkoisella taustalla oleviin tummiin täpliin sekä enemmän tai vähemmän

värittömällä renkaalla silmän ympärillä. Siemenen koko vaihtelee luonnonkannoilla suuresti. Keskimääräinen tuhannen siemenen paino on 97 g (Buirchell & Cowling 1998, 49-50).



Kuva 2. Keltalupiinilajike Mister. Kuva on tekijän oma.

Gladstonesin (1998, XII) mukaan keltalupiinia viljellään eniten Saksan, Puolan ja entisen Neuvostoliiton alueella, jossa sitä käytetään eläinten rehuksi ja viherlannoituskasviksi. Suosiota lisää lupiinin kyky tuottaa huomattavan korkea typpipitoinen sato vähäravinteisilla, happamilla mailla. Tämä kyky on Cowlingin ym. (1998, 114) mukaan sinilupiinia parempi, sillä keltalupiini sietää jopa alumiinin myrkyttämiä, happamia maaperiä. Keltalupiini sietää 24 kertaa suuremman määrän alumiinia maaperässä kuin ohra tai härkäpapu, ennen kuin juuriston kasvu hidastuu (Dracup ym. 1998, 240). Keltalupiini on erittäin herkkä maaperän vapaalle, liukoiselle kalsiumille sekä yli 6,5 oleva pH johtaa kloroosiin nuorilla taimilla (Cowling ym. 1998, 114). Kalsiumin lisääntymisen on havaittu vähentävän lehtien kasvua, lehtien hengitystä ja nettoyhteyttämisastetta (Dracup ym. 1998, 240). Clementsin, Whiten ja Buirchellin (1993) mukaan keltalupiini kykeni ottamaan kuparia maaperästä enemmän kuin valkolupiini. Keltalupiini soveltuu viljeltäväksi lähellä merenpinnan tasoa, vaikka korkeus ei kukinnan aloitukseen vaikutakaan (Buirchell & Cowling 1998, 47-49).

Kylmissä oloissa runsaalla typpilannoituksella voidaan saada keltalupiini kasvaamaan hyvin ja kehittymään lannoittamattomia nopeammin. Simojoen (1988, 5-6) kokeissa 150 kg typpeä hehtaarille saanut keltalupiini kehitti muita nopeammin ensimmäisen sivuhaaran, joka ehti täydelle kukalle vain runsaasti typpeä saaneilla ruuduilla.

Lajikekokeissa 1980-luvulla, keltalupiinien sato oli vuodesta toiseen tasaisen korkea. Vain sinilupiinien tietyillä lajikkeilla kyettiin pääsemään samaan tasoon. Tosin joukosta löytyi lajikkeita, joiden sadontuottokyky ylitti sinilupiinien kyvyn (lajike Topaz 7340 kg ka/ha). Lisäksi keltalupiinien sadon typpi- ja rasvapitoisuudet hävisivät vain niukasti sinilupiineille. (Simojoki 1988, 11-15.) Briggs (2008, 73) tarkastelee keltalupiinia luomutuotannon kannalta ja mainitsee etuina on erittäin hyvän typensidonnan sekä rehu- tai siemenkasvin potentiaalin. Heikkouksina oli heikko biomassan tuotanto ja huono kilpailukyky. Keltalupiinien kasvusto on matalampi ja avoimempi kuin valkolupiinin kasvusto (Briggs 2008, 198-200).

Keltalupiini omaa kohtalaisen kylmänkestävyyden taimivaiheessa. Tämä -7 celsiusasteen kesto kuitenkin katoaa kasvin vanhetessa, sillä syksyllä sama astemäärä vahingoittaa lupiinia. Keltalupiini sietää muista lupiineista parhaiten kuivuutta välimeren ilmastossa ja omaa syvimmän juuriston. Ironista kyllä, lupiini on herkimmillään veden vähyydelle kukkimisen aikana ja palkojen muodostuessa, jolloin juuristo on laajimmillaan. (Cowling ym. 1998, 114.)

1.3 Valkolupiini (*Lupinus albus*)

Luonnontilaisissa valkolupiineissa kukkien väri vaihtelee sinertävän ja valkoisen välillä. Rehutuotannossa olevilla valkolupiineilla väritys vaihtelee samalla tavalla, joten kukkien värin perusteella kasvilajia ei voi tunnistaa (Briggs 2008, 162). Omaa rikkoutumattomat palot, jotka eivät avaudu tuleentuessaan itsenäisesti. Siemenet ovat pehmeät, suuret ja tasamuotoiset, sekä luontaisesti omaavat korkean alkaloidipitoisuuden. Tosin jalostuksella alkaloidipitoisuutta on saatu laskettua huomattavasti. Valkolupiinin keskimääräinen tuhannen siemenen paino on 317 g (Buir-

chell & Cowling 1998, 49-50).



Kuva 3. Valkolupiinilajike Lucid. Kuva on tekijän oma.

Suurisiemeninen valkolupiini on peräisin Välimeren ja Niilin laakson alueelta. Nykyisin valkolupiinia viljellään eniten Saksassa, Puolassa ja entisen Neuvostoliiton alueella eläinten rehuksi. (Gladstone 1998, XII.) Pohjoisempana ja Itä-Euroopassa suosio on kuitenkin laskenut korkeasatoisten viljakasvien kehittämisen ja laadukkaan siemensadon tuottamisen vaikeuden vuoksi, koska lupiinit tarvitsevat pitkän kasvuajan. Cowling, Huyghe ja Swiecicki (1998, 93) mainitsevat ensimmäisten makea lupiinien olleen liian myöhäisiä Pohjois-Euroopan kannalta, mutta toisen maailman sodan jälkeen jalostajat alkoivat kehittää soveltuvampia lajikkeita.

Valkolupiinilla on suurempi sadon muodostuspotentiaali kuin sini- ja keltalupiinilla, mutta vastaavasti pitempi kasvukausi. Muita lupiineja korkeamman kasvuston takia valkolupiinit kilpailevat paremmin rikkakasvien kanssa. (Briggs 2008, 163; 198-200.)

Valkolupiini soveltuu kohtuullisen happamilta aina neutraaleille savisille hiekoille, joiden ravinnepitoisuus on korkeampi, kuin sini- ja keltalupiinin vaatima (Longnecker, Brennan & Robson 1998, 122). Briggs (2008, 163) määrittelee pH siedon jopa 7,5 asti. Valkolupiinin juuristo kasvaa vielä pH 4 tasolla 90 %:n teholla (Dra-

cup ym. 1998, 241) Egan, Crouch ja Hawthorne (2007) kertovat valkolupiinin sietävän sinilupiinia paremmin vapaata kalsiumia, mutta sietävän heikosti köyhiä, syviä hiekkoja ja vesipeittoisia alueita. Maan tiivistymistä valkolupiini sietää paremmin kuin sini- ja keltalupiini (Briggs 2008, 164). Korkea vapaa kalsiumtaso heikentää valkolupiinin kasvua (Dracup ym. 1998, 240). Clements, White, Buirchell (1993) totesivat valkolupiinin juuriston kykenevän ottamaan enemmän fosforia, mangaania ja kobolttia maaperästä kuin sini- ja keltalupiini. Valkolupiinin proteoidijuuristo näyttää olevan muita lajeja tehokkaampi ravinteiden otossa.

Yleisesti proteoidijuuristo kehittyy pää- tai sivujuurten akselia pitkin, erillisinä juurikarvojen tihentyminä. Ominaista näille tihentymille on juurikarvojen kasvu vierekäisissä riveissä ja tasapituisuus. Proteoidijuuristo voi muodostua yksittäiseksi, kuten valkolupiinilla tai monimutkaiseksi, jopa mattomaiseksi. (Nemoy, ei aikaa.)

Syyskylvöinen, kitkerä lajike kesti makeaa paremmin Ranskan talven vähäisemmillä talvituhoilla. Valkolupiineista on olemassa kevät- ja syyskylvöisiä muotoja. (Cowling, Huyghe & Swiecicki 1998, 96.) Syysmuotoiset ovat satoisampia ja omaavat täten pitemmän kasvuajan, mutta ovat alttiimpia tuholaisille ja taudeille. Luomutuotantoon ne eivät sovellu heikon kilpailukyvyn takia. (Briggs 2008, 163; 198-200.)

Simojoen (1988) kokeissa kevätkylvöinen valkolupiini pärjäsi kohtuullisesti, saavuttaen noin 6500 kilon kuiva-ainesadon hehtaarilta kokoviljasäilörehuna (lajike Wat). Valkolupiini osoittautui sikojen ruokinnan kannalta mielenkiintoiseksi, sillä sen sadon valkuaispitoisuus oli korkea ja rasvapitoisuus alhaisin. Briggs (2008, 73) tarkastelee valkolupiinia luomutuotannon kannalta ja mainitsee etuina erittäin hyvän typensidonnan sekä rehu- tai siemenkasvin potentiaalin ja heikkouksina heikon biomassan tuotannon sekä huonon kilpailukyvyn rikkakasveja vastaan.

Valkolupiinilla on sinilupiinin tapaan ongelmia, jotka jalostuksesta huolimatta heikentävät tai estävät suosion lisääntymisen viljelijöiden keskuudessa. Näitä ovat kylmyyden sieto ja taudit, jotka vaivaavat ainakin syyskylvöisiä lajikkeita Yhdysvaltojen pohjoisosissa. (Cowling ym. 1998, 114.) Egan, Crouch ja Hawthorne (2007)

kuitenkin lisäävät, että valkolupiini on kestävä kurkun mosaiikkivirusta (CMV) vastaan ja sisältää olkijätteissä vähän *Phomopsis*-sienitautia, vaikka siemenet ja palot voivat saada tartunnan. Valkolupiinit ovat kuitenkin alttiita lupiinirutolle. Vanhat lajikkeet ovat alttiita *Pleiochaetan* aiheuttamalle juurimädälle.

2 VILJELYTEKNIikka

2.1 Kasvupaikkavaatimukset

Luontaisesti lupiinit kasvavat heikoilla, karkeilla mailla, joiden pH vaihtelee happamasta aina neutraaliin saakka ja harvoin emäksisillä tai kalkkipitoisilla mailla. Maaperän kuitenkin pitää omata hyvän vesitalouden, vaikka maakerroksen syvyyden suhteen lupiinit sallivat suuren vaihtelun, aina 20 sentistä jopa 450 senttiin asti. (Longnecker, Brennan & Robson 1998, 121; Gladstones 1998, 2.) Syitä huonoon kasvuun emäksissä maissa on etsitty korkeasta pH:sta, raudan puutteesta ja kalsiumin myrkyllisyydestä. Jalostuksen alla olevat *Lupinus pilosus*, *L. atlanticus* ja *L. cosentinii* soveltuvat kuitenkin emäksisille maille (Dracup ym. 1998, 237-240; Briggs 2008, 78). Rehulupiineista vesipeittoa parhaiten kestävät kelta- ja sinilupiini, valkolupiinin pitäessä kolmossijaa. Keltalupiinin vesipeiton sieto on samaa luokkaa kuin härkäpavun. (Dracup ym. 1998, 247-248.)

Lupiineilla on syvempi juuristo kuin monilla muilla maatalouskasveilla. Syvillä hiekkasavimailla sinilupiini on saavuttanut maksimissaan 2,2 metrin syvyyden, kun vehnä 1,3 m ja herne vain 0,5 m. Lupiineilla juuriston osuus yli 20 sentissä on suurempi (60 %) kuin muilla lajeilla (alle 30 %). Tämän vuoksi lupiini kykenee keräämään vettä ja ravinteita tehokkaammin kuin muut palkokasvit. Sinilupiini kykenee irrottamaan kaliumia paremmin kuin viljat ja voi kasvaa mailla, joissa kaliumin puute rajoittaa maa-apilan (*Trifolium subterraneum*) kasvua. (Longnecker, Brennan & Robson 1998, 121-122.) Lupiinit ovat suhteellisen kestäviä maan korkeita mangaanipitoisuuksia vastaan, sillä kun suurin osa palkokasveista kärsii man-

gaanimyrkytyksestä, haarojen sisältäessä 140-1600 mg mangaania/kg ka, niin sinilupiinilla raja on 2000 mg Mn/kg ka (Dracup ym. 1998, 241).

Proteioidijuurten avulla lupiini saattaa kerätä tehokkaammin kalsiumia, alumiinia, fosforia ja mangaania. Proteioidijuurten muodostuminen vähenee liukoisen fosforin lisääntyessä. (Longnecker, Brennan & Robson 1998 122-124.) Sinilupiinin huonompi selviytyminen hienorakenteisilla mailla voi johtua sivujuurten vähäisestä osuudesta. Sinilupiinin juurijärjestelmä sisältää dominoivan paalujuuren, monia ensisijaisia sivujuuria, mutta vain muutamia toissasijaisia ja alempia sivujuuria. Sini- ja keltalupiini omaavat suhteellisesti vahvemmat juuret kuin muilla lajeilla. (Clements, White & Buirchell, 1993.) Sini- ja valkolupiini omaavat korkean kapasiteetin vapauttaa karboksylaatteja maaperään, joka hapattaa maavettä sekä muuttaa ravinteiden liukoisuuksia (Perry ym. 314). Maan suolapitoisuutta lupiinit kestävät yhtä hyvin kuin härkäpapu (Dracup ym. 1998, 242).

Vähämultaisella hiesulla lupiini saattaa kärsiä kuivempina kesinä poutimisesta, mutta kykenee kestämään sen muita kasveja paremmin (Dracup, Turner, Tang, Reader & Palta 1998, 227). Suomalaiset tekivät havainnon, jossa kuivuudesta kärsivä lupiini ei jäänyt kitukasvuiseksi. Parhaiten lupiini pärjasi pioneeriluonteensa vuoksi vähäravinteisilla, karkeilla mailla. Lupiini ei kärsinyt happamasta maasta, eikä hyötynyt kalkituksesta. Kalkitus vaikutti epäsuorasti päinvastoin parantamalla rikkakasvien kilpailukykyä ja täten pienentämällä lupiinista saatavaa satoa (Simojoki 1988, 18.)

Australialaiset pitävät kuorettumista suurimpana uhkana lupiinin taimettumiselle (Perry ym. 1998, 295). Suomalaisten mukaan kuorettuminen vähämultaisella hiesulla ei aiheuta ongelmaa lupiinille (Simojoki 1988,18).

Kuriositeettina voidaan mainita, että typensidontaprosessi vaatii enemmän fosforia, rautaa ja kobolttia kuin kasvi omaan kasvuunsa. Erityisesti sinilupiini on herkkä koboltin puutteelle. Myös kuparin puute heikentää typensidontaan. Sinilupiinilla on kuitenkin havaittu harvoin kuparin puutetta, sen sijaan valko- ja keltalupiinilla useammin. Näin ollen pelkän typensidonnan varassa olevilla lupiineilla ravinnepuutok-

set näkyvät helpommin kuin mineraalityppeä saavilla. Sinilupiinin alkukehitys on herkkä ajoittaiselle typen puutteelle, joka näkyi kokeissa satokomponenttien muodostumisessa (vähemmän kukkia ja palkoja) ja pahimmillaan hidasti koko kasvin kehitystä. (Longnecker, Brennan & Robson 1998, 126-128.) Tämä havainto puolustaisi ainakin sinilupiinilla pientä starttityppimäärää keväällä, vaikka siemen ympättäisiin, jotta lupiinin kehitys lähtisi hyvin käyntiin.

Tärkein lupiinin kasvua ja tuotantoa rajoittava tekijä on fosfori (Longnecker, Brennan & Robson 1998, 128). Tämän ei Suomessa pitäisi muodostua ongelmaksi. Ainakaan pitkään viljellyillä pelloilla, joihin fosforia on kertynyt ajan mittaan hyvin runsaasti. Raivioilla fosforilannoituksesta voi olla hyötyä. Yksipuolisessa lupiinin viljelyssä saattaa tulla ongelmaksi maan köyhtyminen, varsinkin suuren biomassan tuottavilla lajeilla, joiden sato korjataan pois ilman korvaavaa lisälannoitusta.

Viljantuotantoon riittävä sinkkipitoisuus ei välttämättä riitä lupiineille, sillä Länsi-Australiassa tehdyssä kokeessa sinkkilannoitus lisäsi haarojen kasvua, sadon määrää ja sadon sinkkipitoisuutta. Lupiinilajien sinkin tarve myös vaihtelee, sillä valkolupiini on puutteelle herkempi kuin sinilupiini. Valkolupiinin kärsiessä voimakkaista sinkin puuteoireista, sato lisääntyi 40 % annetulla sinkkilannoitteella, kun sinilupiini ja härkäpapu eivät reagoineet annettuun vasteeseen. (Longnecker, Brennan & Robson 1998, 129-130.)

Suomessa 1980-luvulla tehdyissä kokeissa lupiinit kylvettiin kolmelle paikkakunnalle; pääosa Laukaalle hiesu- ja hietamaille, jotka olivat yleensä vähämultaisia. Osa toteutettiin liejumaalla, jonka pH oli 5-5,2. Pienehkö osa kylvettiin Vaalaan saraturpeelle ja Tohmajärvelle multavaan hietaan. Koemaiden viljavuusluvut olivat tyydyttävät. (Simojoki 1988, 4.) Aniszewski (1988B, 57) viljeli siementuotantokokeensa hietaisella hiesulla ja multavalla hiesulla, joiden pH-alue vaihteli välillä 4,8-6,0. Fosfori vaihteli 9,0-18,0 mg/l alueella ja kalium 30-150 mg/l.

Eklundin ja Simojoen (1988, 28) mukaan silloiset yksivuotiset lupiinilajikkeet olivat siementuotannon kannalta kyseenalaisen myöhäisiä. Aniszewski (1988A) vahvisti tämän ainakin kolmannen viljelyvyöhykkeen yli mentäessä, tekemällä Keski-

Suomessa ja Kainuussa kylvöaikakokeita sinilupiinilla. Näissä kokeissa saadut sadot olivat liian pieniä (vaihtelualue 50-470 kg/ha) siemenpanokseen ja tavoiteltuun minimisatoon, 1000 kg/ha nähden, jotta siementuotanto lupiinilla pohjoisemman Suomen alueella olisi järkevää. Jälkö (2006, 31) pitää sinilupiinin siementuotantoalueena eteläisintä Suomea. Aniszewski (1988B) varmisti saman asian tekemällä vertailevan siementuotantokokeen samoilla koepaikoilla eri lupiineilla. Tulosten perusteella sinilupiini osoittautui valtavan epävarmaksi, sillä sato vaihteli 100-1500 kg/ha välillä, keltalupiini tuotti keskimäärin 500 kg/ha ja valkolupiini 150 kg/ha. Lupiinin pitkä kasvu-aika, varhaisten lajikkeiden puute – ainakin pohjoisemman Suomen olosuhteisiin ja siemensadon vaihtelevuus aiheuttavat ongelmia. Edellä olevista seikoista johtuen, siementuotantoalueena voidaan pitää ensimmäistä ja toisen viljelyvyöhykkeen eteläisiä osia. Tällöinkin viljelyyn pitää valita jalosteista kaikkein varhaisimpia lajikkeita.

Kokoviljasäilörehu- ja viherlannoituskasvina lupiinin viljelyalue on laajempi, mutta optimaalisin hyöty siitä saadaan kolmanteen viljelyvyöhykkeeseen asti. Tällöin lupiini ehtii muodostaa tarpeeksi palkoja ja valkuaispitoisia siemeniä sekä kuiva-ainetta korjattavaksi, jotta kasvin kylvö olisi taloudellisesti perusteltavissa. Pohjoisempana on viisaampaa käyttää muita palkokasviseoksia kuin lupiinia.

Alhainen maan lämpötilakaan ei tuota ongelmia, sillä lupiinin itäminen ei onnistu alle 0 celsiusasteessa, mutta siemen sietää kylmää. Tosin harvaa kasvia kylvään jäätyneeseen maahan. Optimaalisissa oloissa lupiinin siemen itää 1-1,5 päivässä, kun kenttäkapasiteetti on optimaalinen ja maan lämpötila on 20 celsiusastetta. (Perry ym. 1998, 294.) Näin ollen nopea taimettuminen lupiineilla vaatii lämpimän ja kostean maan, mikä on suomalaisittain mahdotonta.

Gladstonesin (1998, 2) mukaan kaikki lupiinit viihtyvät aukeilla ja aurinkoisilla paikoilla, jonka vuoksi lupiini ei siedä liiallista varjostusta. Buirchell ja Cowling (1998, 47-49) toteavat Australiassa tehtyjen kokeiden perusteella, jossa olivat kaikki viljelty lupiinilajikkeet, että kasvupaikan korkeus merenpinnasta ei vaikuttanut kukinnan aloitusajankohtaan. Sade aikaisti kukinnan aloitusta. Samassa kokeessa huomattiin asia, joka on jo aiemmin mainittu, että kylmyys hidasti kukinnan aloitus-

ta, erityisesti sinilupiinilla. Lupiini on pioneeriluonteestaan huolimatta hyvin tarkka olosuhteistaan, sillä eräässä kokeessa, jossa vallitsi epäedulliset olosuhteet, sinilupiini tarvitsi ohralle ja vehnälle annettuun fosforimäärään nähden kolme kertaa suuremman määrän saavuttaakseen sigmoidisessa vasteessa saman sadon, kun verrataan viljojen eksponentiaaliseen vasteeseen. Kasvit kuitenkin saavuttivat oman maksimisatonsa samalla fosforimäärällä. (Longnecker, Brennan & Robson 1998, 134.)

Lupiinit kärsivät lievät ravinnepuutteet oireita ja ne ovat havaittavissa vain kemiallisella analyysillä. Akuutit puutteet kuitenkin näkyvät selvästi. Esimerkiksi mangaanin puute johtaa siementen halkeamishäiriöön, jolle altein on sinilupiini. Erityisesti vähän alkaloideja sisältävät sinilupiinimuodot ovat herkimpiä puutteelle, ilmeisesti suuremman mangaanin tarpeen takia. Valko- ja keltalupiini ovat tehokkaampi mangaanin ottajia, joten niillä puute ilmenee harvemmin. (Longnecker, Brennan & Robson 1998, 135-136;138-139.) Ongelmaksi tulee piilevien ravinnepuutteiden satoa vähentävä vaikutus.

Cowling, Huyghe ja Swiecicki (1998, 95) kirjoittavat villilupiinien aiheuttamasta ongelmasta makeille lupiineille Espanjan, Portugalin ja Italian seuduilla. Heidän mukaansa villien, kitkerien muotojen yleinen esiintyminen hankaloittaa makeiden viljelyä, koska hyönteispölytyksen ja rikkakasvilupiinien takia makeat lupiinit saastuvat kitkerillä muodoilla. Tämä ongelma koskettaa kaikkia kolme viljeltyä lupiinilajia; *L. luteusta*, *L. angustifoliusta* ja *L. albusta*. Siemenväriytyksen vaihtelevuus tekee siementen lajittelun värin perusteella mahdottomaksi. Tarkka kontrolli makealupiinien jalostuksessa ja tuotannossa on Australian sekä Puolan onnistumisen takana. Tämä tarkoittaa sitä, että Suomessakin lupiinien kylvölohkon ympärillä tai läheisyydessä ei saisi kasvaa villedä lupiineja ja jos näin on, niin viljelijän tulisi niittää villit muodot ennen kukintaa, jottei sekoittumista tapahtuisi. Ongelmaksi tulevat vaaditun suoja-alueen koko, sillä pölyttäjähyönteiset kykenevät lentämään kauas pesäpaikoistaan. (Gladstones, Atkins & Hamblin, 1998.)

2.2 Esikasviarvo

Lupiinia voidaan pitää hyvin tehokkaana typensitojakasvina, sillä se jättää kasvu-kauden jälkeen maahan paljon vapaata typpeä. Lupiinin typensidonta kuitenkin estyy jos sen käytettävissä on paljon mineralisoitunutta typpeä. Tämän vuoksi, mitkään typensitojakasvit eivät ole soveliaita esikasveja lupiinille, jos pyrkii hyödyntämään kasvin typensidontakykyä. (Gladstones, Atkins & Hamblin, 1998.) Lupiini viljakierron katkaisijana lisää viljasatoja. Sadonlisäys perustuu jäännöstyppeen ja kierron katkeamiseen (Perry ym. 1998, 322). Vihantalannoituksessa lupiini lisäsi seuraavan ohran satoa selvästi (Simojoki 1988). Lupiini kykenee sitomaan maahan typpeä 145-208 kg/ha/vuosi, keskimäärin 176 kg/ha/vuosi. Tosin sidonnan ja maaperätypen osuus kasvulla on riippuvainen maan viljavuudesta, jolloin viljavassa maassa lupiini saattaa ottaa maaperästä tarvitsemansa typen, johtaen näin maan typpivarantojen nettovähennykseen. (Perry ym. 1998, 324.)

Briggsin (2008, 54-55; 165) mukaan lupiinit kuuluvat mykorrhitsasta riippumattomien kasvien ryhmään, jolloin ne vähentävät maasta mykorrhitsaa ja tätä kautta heikentävät riippuvaisten kasvien satoa. Mykorrhitsasta riippuvaisia ovat esimerkiksi maissi, auringonkukka, soija, sipulikasvit ja pellava. Kierrossa lupiini on hyvä sijoittaa lähelle viljaa, mutta varottava herneitä, papuja, rapsia ja pellavaa tautien isäntä- tai ylläpitäjäominaisuuden takia.

Lupiini kykenee nostamaan syvemmältä liikkuvaa kaliumia ja rikastamaan sen pintakerrokseen viherlannoituksessa. Ominaisuuden vuoksi lupiineja kutsutaan kaliumpumpuiksi. Lupiinin siemen sisältää suuren määrän kaliumia (viljoilla 0,4-0,44 % kuiva-aineesta kaliumia, kun lupiinilla 0,85-0,95 % kuiva-aineesta), joten kaliumköyhät maat voivat lupiiniviljelyssä ilman kaliumin lisäystä tyhjentyä tehokkaasti. Lupiini myös happamoittaa maata nopeammin kuin viljan monoviljely tai laidun-vehnä-kierto karkeilla, happamilla mailla. Syynä on korkeampi typensitomiskyky. (Perry ym. 1998, 327-329.)

Lupiinin viljely auttaa viljojen tautien ja heinämaisten rikkakasvien torjunnassa. Heiniä isäntänä ja ylläpitäjänä käyttävä mustatyvitauti (*Gauemannomyces*

graminis var. tricici) voidaan torjua rikkakasviaineilla lupiinin joukosta. Lupiini vaikuttaa myös maaperään, sillä sen on todettu vähentäneen mustatyvitautia enemmän kuin peltoherne. Palkokasvit vähentävät sieniä, kuten *Rhizoctonia solanin* esiintymistä enemmän kuin kesanto tai yksipuolisesti viljelty vehnä. (Perry ym. 1998, 324-325.) Briggs (2008, 100) suosittelee lupiinivuorojen väliksi kolmesta neljään vuotta viljelykierrrossa, sillä lupiineilla on vaihteleva toleranssi tauteja vastaan. Lupiineilla saattaa olla myös alleopatisia vaikutuksia maaperään, sillä valkolupiinin on huomattu estävän peltohatikan (*Spergula arvensis*), puisto-, kylä-, ja tarhahierakan (*Rumex obtusifolius*) sekä jauhosavikan (*Chenopodium album*) kasvua pelloilla (Briggs 2008, 291).

Vahvan ja laajan juuristonsa ansiosta lupiinit ovat biologisia auroja, jotka voivat vähentää maan tiivistymisen vaikutuksia viljaan nähden. Lupiini ei juuri itse hyödytiivistymien rikkomisesta. (Perry ym. 1998, 326.) Lupiini reagoi maan tiivistymiseen vähentämällä juuriston laajuutta, samalla kasvattaen juurten halkaisijaa (Dracup ym. 1998, 250-251).

Lupiinit vaikuttavat toimivan maaperän puhdistajina raskasmetalleista, sillä niistä on raportoitu muita palkokasveja suurempia määriä mangaania, kadmiumia, lyijyä ja elohopeaa. Valkolupiinista on löydetty mangaania jopa 4 g/kg. Keltalupiinilta on raportoitu kadmiumia keskimäärin 0,36 mg/kg. Lyijyä keltalupiini keräsi 1-1,6 mg/kg ja elohopeaa 0,036-0,088 mg/kg. (Allen 1998, 424.)

Kokeessa sinilupiini kykeni hyödyntämään 30-60 % tehokkaammin edeltävälle vehnälle annettua fosforilannoitusta kuin suoraan lupiinille annettuna. Sijoituslannoitus oli aina 10-90 % tehokkaampi kuin siemenen kanssa samaan vakoon laitettu lannoite. Sinilupiinilajike ja maan fosforipitoisuus ei vaikuttanut lannoitteen levitystavan eroihin. Pintalevitys oli heikoin tapa, sillä se oli 30-60 % vähemmän tehokas kuin siemenen kanssa samaan vakoon laitettu lannoite. (Longnecker, Brennan & Robson 1998, 137.)

2.3 Lupiinien kasvutapa

Lupiinin siemenen itää optimaalisissa oloissa 1 – 1,5 päivässä, kun maan lämpötila on 20 celsiusastetta. Lupiinin siemenen dormassivaihe on erittäin lyhyt ja korjattu siemen fysiologisessa aikuisuudessa itää heti. Lisäksi lupiini sietää veden puutetta paremmin itäessään kuin taimettumisvaiheessa. (Perry ym. 1998, 294.) Kuivuus ja kylmyys hidastavat itämistä. Keltalupiini sietää taimivaiheessa heikkoja pakkasia, sen sijaan valko- ja sinilupiinilla on vain muutamia, pakkasta paremmin sietäviä genotyyppisiä. Taimen kasvu rajoittuu 2-5 celsiusasteessa, mutta nystyröinti heikkenee merkittävästi 7 celsiusasteessa. (Dracup ym. 1998, 234-235.) Lisäksi Briggs (2008, 165) suosittelee kylvää lämpimään maahan, jolloin seurauksena on nopea ja tasainen taimettuminen. Tämä kannustaisi siirtämään kylvää lähemmäksi kesäkuuta, jollei ongelmaksi nousisi kuivuus ja lupiinin vaatima pitkä kasvukausi. Päätös täytyy tehdä tilakohtaisesti, tavoitellaanko tuleentunutta siementä (varhainen kylvä) vai kokoviljasäilörehua (myöhästetty kylvä). Lupiinin pioneer- ja selviytyjäluonnetta heijastaa kasvin viljaa nopeampi sadon aleneminen optimikylvöpäivän viivästyessä ja kasvukauden lyhentyessä (Perry ym. 1998, 303).

Siemenjuuret kasvavat nopeammin kuin alkeisvarsi. Kuivuuden koittaessa alkeisvarren kehitys hidastuu enemmän kuin siemenjuurten. Näin taimettuminen hidastuu, kun kasvi suosii juuriston veden etsintää. (Perry ym. 1998, 294.) Veden puutteen vaikutus sadon muodostukseen riippuu lupiinin kasvuvaiheesta, sillä valkolupiinilla veden puute vegetatiivisessa vaiheessa ei vähennä siemensatoa, mutta kukinnan aikana näin käy (Dracup ym. 1998, 231-233).

Lupiinin alkeisvarren noustessa maan pintaan, se muodostaa koukun, joka rikkoessaan maan pinnan, suojaa samalla sirkkalehtiä ja kasvupistettä hankaumilta. Sirkkalehtien ja alkeisvarren koko vaativat suuren ylösnousualueen, jolloin maan kovuudella eli kuorettumisella on suuri merkitys lupiinien taimettumiselle. Alkeisvarren ja sirkkalehtien tunkeuduttua maan pinnalle sekä altistuessaan auringon valolle, alkeisvarsi lopettaa pidentymisen ja muuttuu sirkkalehtien kanssa vihreiksi yhteyttämisen käynnistyessä. Sirkkalehdet laajentuvat ja avautuvat sekä niiden välistä alkaa kasvaa uudet nuoret lehdet. Lupiinin kasvupiste on maan pinnan ylä-

puolella, joten se on erityisen altis abiotiittiselle tai biotiittiselle tuholle. Halla on suomalaisittain mahdollinen abiotiittinen tuhoaja, joka voi vahingoittaa lupiinin hallalle arinta kasvukudosta. Keväthallan uhka on todellinen. Tosin päätteettömillä lupiineilla on laaja kukkien muodostusjakso, jonka kautta lupiini voi korvata syntyntä vahinkoa. (Perry ym. 1998, 294-297.) Samaan aikaan halla kukinnan ja siemenen täyttymisen aikana johtavat abortioon, sillä erilaistuvat solut siemenissä ja siitepölykammiossa ovat herkempiä kylmälle kuin vegetatiiviset solut (Dracup ym. 1998, 234-235). Toisin sanoen, lupiini kestää taimivaiheessa enemmän kylmää, kuin kukintavaiheessa.

Ensimmäinen lehtipari alkaa avautua kasvupisteen kärjestä heti sirkkalehtien avauduttua ja seuraavat lehdet ilmestyvät 33-42 tehoisen celsiusasteen kuluttua. Australialainen sinilupiini saavuttaa aikuisuuden, kun kylvösiemenestä on kasvanut viidestä kuuteen kasvulehteä. Uusia lehtiä ilmestyy kasvupisteen kärkeen, jota jatkuu aina kukkimisen aloitukseen. Länsi- Australiassa lupiinilla on tällöin noin 20 lehteä, kuitenkin lehtien lukumäärä riippuu kylvöajasta ja paikasta. Lehdet ovat tähtimäiset ja omaavat 5-9 lehdykkää, sijoittuen kiertävästi korren ympärille, jolloin varjostus omille lehdille on mahdollisimman vähäinen. (Perry ym. 1998, 296.)

Lupiini kiirehtii myöhään kylvettäessä sadontuottoa, jolloin kukinta-aika on lyhyempi ja haarautuminen vähäisempää, josta seuraa sadon alentuminen aikaisin kylvettyihin verrattuna. Kunnon sadontuoton kannalta aikainen lupiinin kylvö on Australiassakin tärkeää. Kukka on valmis pölytykseen yhtä tai kahta päivää ennen "auennut kukka"-vaihetta, josta seuraa se, että sinilupiinit ovat melkein aina itsepölytteisiä. Vain pieni osa kukista muodostaa palkoja, joka ei kuitenkaan ole yhteydessä heikkoon hedelmällisyyteen. Palkojen pudotusaika on voimakkaimmillaan niiden ollessa alle 8-10 mm:n pituisia, jonka jälkeen abortoituminen vähenee. Myöhemmin suhteellisen kehittyneet palot voivat abortoitua, mutta saattavat pysyä tyhjinä palkoina korjuuseen saakka. Eräessä kokeessa eri lajeilla 10-98 % muodostuneista paloista abortoitui ennen aikuisuutta. Lupiini suosii pää- ja ylempiä haaroja alempien kustannuksella sadon tuotannossa. Toimintamalli korostuu epäedullisissa olosuhteissa. (Perry ym. 1998, 296-297; Dracup ym. 1998, 231-233.)

Palon ja siementen muuttuva väritys ilmaisee niiden kehitysasteen. Palon aikaisessa kehitysvaiheessa, sen seinämät vahvenevat ja pidentyvät. Tällöin ristiseinämät kehittyvät palon sisällä siementen väliin. Paksut seinämät palvelevat ravinnereservinä siemenille, saavuttaen maksimipainon ennen kuin siemenet ovat edes puoliksi täyttyneet. Palon kuorten saavuttaessa maksimipainonsa, niiden väritys muuttuu vihreästä ruskehtavasta, aina kalpean ruskeaksi. Tänä aikana kuorten paino vähenee ja siementen paino lisääntyy, kun liikkuvat ravinteet ja yhteyttämistuotteet siirtyvät siemeniin. Vastaavasti siemenet pysyvät vihreinä, kunnes fysiologisen aikuisuuden (maksimipaino) saavuttaessaan, muuttuvat keltaisiksi ja lopulta ominaisväriseksi. Fysiologisessa aikuisuudessaan lupiinin siemenet sisältävät 62 % vettä, jonka jälkeen passiivinen tuleentuminen alkaa. (Perry ym. 1998, 296-297.)

Lupiinin pioneeri- ja opportunistinen luonne tulee esille lähinnä voimakkaassa reagoinnissa muuttuviin ympäristökijöihin. Terminen kuivuus nopeuttaa lisääntymiskasvua ja kasvin aikuistumista, jolloin vegetatiivinen kasvu jää vähemmälle (Perry ym. 1998, 297). Maaperän vapaan veden saatavuuden heikentyessä lupiinit vähentävät lehtien kasvua, fotosynteesiä ja haihuttamista. Genotyypin luontainen kasvupaikka vaikuttaa muutosten voimakkuuteen, sillä aavikkoperäiset lupiinit reagoivat nopeammin kuin viileämmän ilmaston lupiinit. (Dracup ym. 1998, 229-231.) Korkeat lämpötilat kukinta ja siementen täyttymisvaiheessa voivat vaikuttaa epäsuotuisasti satoon. Esimerkiksi Australiassa korkeat lämpötilat vähentävät siementen täyttymistä, koska palkojen sisällä on noin 5 celsiusastetta korkeampi lämpötila kuin ulkoilmassa ja yhdessä veden puutteen kanssa nopeuttaa lehtien ikääntymistä, jolloin yhteyttämistuotteita virtaa vähemmän ja hitaammin siemeniin. (Perry ym. 1998, 297.) Sinilupiinilla yli 20 celsiusasteen menevät lämpötilat heikentävät itämistä ja taimettumista. Palkojen ja kukkien abortoituminen voimistuu lämpötilan noustessa päivällä 33 ja yöllä 13 celsiusasteeseen. (Dracup ym. 235-237.) Veden puute kukinnan, palkojen muodostuksen ja täyttymisen aikana vaikuttaa voimakkaasti satoa rajoittavasti, varsinkin päätteettömällä lupiinilla. Lupiini rajoittaa stressin aikana sadonmuodostusta suosimalla fysiologisesti vanhempia palkoja uudempien kustannuksella. Esimerkiksi sinilupiinilla veden puute kukinnan aikana vähensi satoa 47 %. (Dracup ym. 1998, 231-233.)

Kasvin kehitys ja rakenne, joka vaikuttaa kuiva-aineen muodostumiseen ja jakautumiseen sekä lopulta siemensatoon, ovat samanlaiset kaikilla viljeltävillä lajikkeilla. Suurin osa maatalouden lupiinilajeista kasvaa epämääräisesti, moduulirakenteisesti, jossa jokainen moduuli pää- ja sivuhaarassa on päättyvä kukintoon. Jokainen moduuli voi tukea uusien moduulien muodostumista ja tämän epämääräistä ilmenemistä kutsutaan päätteettömäksi kasvuksi. (Cowling 1998, 103.) Näitä kasvutapoja, jotka ratkaisevat kasvin käyttötarkoituksen pellolla on kolme: päätteenen, puolipäätteinen ja päättymätön (Briggs 2008, 163).

Päättyvä soveltuu parhaiten siementuotantoon, sillä se kukinnan aloituksen jälkeen keskittyy tuottamaan vain päähaarassa ne siemenet, eikä pyri kasvattamaan uusia haaroja ja niihin kukintoja. Tuleentuminen on tasainen. Cowlingin ym. (1998, 106) mukaan päätteellisyys muuntaa kasvutapaa niin, että kaikki silmut tuleentuvat tietyssä kasvuvaiheessa, jolloin estyy uusien vegetatiivisten elinten muodostumisen. Samalla kuitenkin heikkenee lupiinin kyky kilpailla rikkakasveja vastaan biomassan aiheuttamalla varjostuksella. Puolipäätteisellä kasvutavalla sivuhaaroja kehittyi yhdestä neljään, mutta samalla tuleentumiseen tarvittava kasvuaika pidentyy. (Perry ym. 1998, 294; Briggs 2008, 163.) Päätteellisyydestä on hyötyä Pohjolan viileissä oloissa.

Päättymätön tyyppi soveltuu säilörehu- ja viherlannoituskasviksi, sillä se ei varsinaisesti tuleennu koskaan. Kasvi muodostaa jatkuvasti uusia haaroja ja kukintoja, jolloin tuleentuminen on epätasainen. Perry ym. (1998, 294-296) kuitenkin huomauttavat vain ylimpien haarojen tuottavan kukkia ja siemeniä. Kuiva-ainesadot ovat suurempia kuin päättyvässä. Päättymättömän tyyppin kasvutapa johtaa suureen lehtipinta-alaindeksiin ja korkeaan potentiaaliin biomassan tuotannossa. Esimerkkeinä voidaan mainita kevätkylvöisen valkolupiinin yli 10 tonnin ja syyskylvöisen yli 15 tonnin kuiva-ainesadot Ranskassa. Yhteyttämistuotteiden jakautuminen kasvavien haarojen ja palkojen kesken on erittäin epätasaista, josta seuraa heikko tasapaino siemensadossa. Vahva korrelaatio on usein havaittu siemensadon ja satoindeksin välillä, kun taas korrelaatio siemensadon ja biomassan välillä ovat harvoin merkittäviä. Tämä korostuu erityisesti hyvin voimakkailla syyskylvöisillä genotyypeillä. Jakautumisen epäyhtenäisyys on suoraa seurausta kilpailusta vege-

tatiivis- ja lisääntymismoduulien välillä sekä vegetatiivisen moduulien koon vaihtelevuudesta. (Cowling ym. 1998, 107.) Perry ym. (1998, 294) vahvistavat päättömän kasvutavan johtavan suureen vegetatiiviseen ja uudelleentuotanto kasvuun, jolloin kasvin sisäinen kilpailu ravinteista on ankara. Kun rajallista ravinne määrää pienentävät samanaikaisesti ympäristöstressit, kuten kuivuus, kuumuus ja pakkanen, niin seurauksena on huomattava kukkien, palkojen ja siemenien abortoituminen. Normaalisti jopa yli 90 % potentiaalista. Päättömän sinilupiinin siemensatopotentialin määrää päähaaran kukintoa seuraavien sivuttaishaarojen kukinnot (Perry ym. 1998, 303). Voimakkaasti haarautuva kasvutyyppi kykenee paremmin kilpailemaan rikkakasveja vastaan kuin päättävä tyyppinen lupiini (Briggs 2008, 163).

Päähaara on ensimmäinen moduuli, jonka lehtisolmujen lukumäärä vaihtelee genotyypin, paikan ja kylvöpäivämäärän mukaan. Enemmän lehtisolmuja päähaaraan ilmaantuu syys- kuin kevätmuodoilla. Lehtisolmujen lukumäärä on riippuvainen lehtien muodostumisnopeudesta, kasvupisteen vegetatiivisessa kasvuvaiheesta, jolloin se muuttuu kukinnoksi, lopettaen lehtien muodostamisen. Kasvupisteen vegetatiivisen vaiheen aikana muodostuvien lehtien määrää säätelee termien kasvuaika kylvöstä ja siemenen koko. (Cowling 1998, 103.)

Kasvupiste alkaa kukkia heti, kun genotyypin vernalisaatio vaatimukset täyttyvät. Minimimäärä kylmäästeita, jonka kasvupisteen tarvitsee kokea ennen kukintaan virittymistä, on keskimäärin syyskylvöisellä 1-14 celsiusastetta ja kevätkylvöisellä 1-17 celsiusastetta. Vernalisaation vaatimukset ovat genotyyppi riippuvaisia ja luonnollisesti suurempia syys- kuin kevätkylvöisillä. Termoneutraalit lajikkeet poistavat nämä ongelmat. Vähän aikaan sitten, kaikki eurooppalaiset lupiinilajikkeet tarvitsivat vernalisaation, jolloin kevätkylvöiset piti kylvää aikaisin ja näin altistaa lupiinit kylmälle. (Cowling ym. 1998, 104.)

Lupiineilla on genotyypin määräämä minimimäärä lehtiä. Tämä minimimäärä voidaan käsittää nuoruusvaiheena, jonka aikana kasvupiste kerää kylmyyksiä vernalisaatioon. Tänä aikana kasvupiste ei kykene virittäytymään kukintaan. Genotyypeillä, joiden vernalisaatioaika on pidempi, omaavat enemmän lehtiä. Pi-

demmän vernalisaatioajan omaavat kasvit muodostavat enemmän lehtiä, kun sää on kylvön jälkeen lämmin, riippumatta kylvöajankohdasta (syksy tai kevät). Myös ensimmäisten sivuhaarojen lukumäärä on yhteydessä päähaaran lehtien lukumäärään. (Cowling ym. 1998, 104.) Toisin sanoen, mitä enemmän lehtiä, sitä enemmän sivuhaaroja.

Päähaaran rakenne ja sivuhaarojen määrä vaikuttaa kuiva-aineen sijoittumiseen ja kasvin sisäiseen kilpailuun yhteyttämistuotteista, joidenka mukaan yhteyttämistuotteet jaetaan kukkimisen jälkeen (Cowling ym. 1998,105). Satoisimpien australialaisten sinilupiinien rakenne sallii parhaimmillaan päähaaran lisäksi kolmesta neljään sivuhaaraa muodostaa kukkia ja siemeniä, kun tätä alemmat haarat jäävät heikoiksi (Perry ym. 1998, 294).

Cowlingin ym. (1998, 106) ja Perryn ym. (1998, 294) mukaan pää- tai ensimmäisen tason haarat kasvavat päähaaran ylälehtien solmuista sivuttaisiin. Nämä haarat tuottavat termisen kukinnon, jonka alla olevista lehtien solmuista kehittyy seuraavan tason haara. Haaran pitää saavuttaa tietty kuiva-ainemäärä, jotta seuraava haara kehittyisi. Sivuhaarojen lukumäärä on suhteessa kasvin kasvunopeuteen pituuskasvun alussa. Sivusilmujen lukumäärä sivuhaaroissa kuvaa potentiaalisen sivuhaarojen määrää seuraavalla tasolla ja on suhteessa lehtien määrään.

Tällainen kehitystapa aiheuttaa voimakkaan kilpailun uusien haarojen ja palkojen kiinnittymisen välillä. Se voi johtaa pitkään kasvusykliin, jonka kesto riippuu sivuhaarojen määrästä, jolloin tuleentuminen voi keskeytyä viileissä ja märissä oloissa. Keskiertosisykli (yli +5 celsiusasteen ylittävä osa laskettuna) kevätkylvöisillä valkolupiineilla on noin 1700 astetta ja syyskylvöisillä 2600 astetta. (Cowling ym. 1998, 106.) Etelä-Suomen tehoisa lämpösumma on 1200-1400 celsiusastetta.

Lupiineilla rakenteeseen vaikuttaa myös kääpiöivyyys, joka lyhentää solmuvälejä, esimerkiksi valkolupiinilla. Kääpiöivyyys vähentää kasvin korkeutta ja estää lakoonumista, etenkin syyskylvöisillä lupiineilla. (Cowling 1998, 107.)

2.4 Kylvö ja lannoitus

Kylvö voidaan tehdä normaalilla kylvökoneella, kunhan huolehditaan siemenpuolella syöttöaukkojen väljyydestä, varsinkin suuri siemenisellä valkolupiinilla. Näin vältetään aukkoinen kylvös. Australiassa on onnistuttu suorakylvämään lupiineja (Perry ym. 1998, 303). Kylvöalustaksi sopii samanlainen muokkaus kuin herneillä, ylimuokkausta ja tiivistämistä välttäen. Jyräyksellä voidaan kuitenkin helpottaa mekaanista rikkakasvien torjuntaa, säilyttää maakosteutta ja auttaa itämistä. Kylvösyvyydeksi soveltuu maalajin mukaan 3-5 cm; kevyillä syvempään ja raskailla matalampaan (Briggs 2008, 165-166). Kuorettumisriskin omaavilla hienorakenteisilla ja raskailla mailla kannattaa lupiini kylvää matalaan taimettumisen varmistamiseksi. Australialaiset ehdottavat jopa 1-2 cm, kun viljat kylvetään 4-5 cm. Etunästä on nopeampi taimettuminen, jolloin tuleentuminen nopeutuu. Ongelmaksi tulee voimakkaiden maavaikuteisten kasvinsuojeluaineiden aiheuttamat vioitukset sekä suorakylvössä että yksipuolisessa viljelyssä juurimätä (*Pleiochaeta setosa*). (Perry ym. 1998, 309.) Suomalainen käytäntö voi noudattaa muiden palkokasvien, kuten herneen ja härkäpavun kylvösyvyyttä, noin 5-6 cm. Syvempää kylvöä on syytä varoa keveimmillä mailla, sillä tällöin lupiinin alkeisvarsi altistetaan pitkäksi aikaa taimipolteelle. Raskaimmille maille matalampi kylvösyvyys on perusteltua, mutta kuorettumista on varottava.

Simojoki (1988, 7-8) suositteli kylvötiheydeksi 100 kpl/m², jossa saavutetaan paras tulos. Kylvettäessä 50 kpl/m², harvempi kasvusto täytti tilan hitaasti ja selvästi heikompi sato muuttivat tuloksen negatiiviseksi suhteessa säästettyyn kylvösiemenkustannukseen nähden. Harva kasvusto kilpailee heikosti rikkakasveja vastaan. Australialaisten kokemuksen mukaan lupiinit alhaisemmassa tiheydessä muodostavat enemmän palkoja kasvia kohti. (Perry ym. 1998, 304-306.) Tosin espanjalaiset eivät valkolupiinilla saaneet nelivuotisessa kokeessa kolmella eri kylvötiheydellä (20, 40 ja 60 kpl/m²) siemensato eroja aikaan. Tämä johtui ilmeisesti lupiinin tapaan reagoida lisääntyneeseen kilpailuun, vähentämällä sivuhaaroja ja suosimalla päähaaraa (López-Bellido, Fuentes & Castillo 2000, 200). Kylvettäessä 150 kpl/m², ei tuotto vastannut arvoltaan panostusta ja ruokinnallinen laatu heikkeni; varsien osuus ja kuitupitoisuus kasvoivat sekä typpipitoisuus aleni (Simojoki 1988,

7-8). Ylitiheään kylvetyt lupiinikasvustot ovat alttiina heikon varren takia lakoontumiselle, ainakin pellon kulmissa ja päissä. Kaiken lisäksi ylitiheä kasvusto suosii sienitauteja. Tosin tiheä kasvusto estää saderoiskeiden avulla leviäviä ruskealakun (*Pleiochaeta setosa*) itiöitä pääsemästä lehdille ja varjostaa siemensyntyisen CMV-tartunnan (Cucumber Mosaic Virus eli kurkun mosaikkivirus) saaneita kasveja, jolloin tartuntalähteet vähenevät. Lisäksi tiheä kasvusto kykenee kompensoimaan jossain määrin tautien ja hyönteistuhojen vahinkoja (Perry ym. 1998, 304-306.) Briggs (2008, 166) vahvistaa korkean siemenmäärän hyödyn, puhuen 185-225 kg/ha, jolla kompensoitaisiin myös lintujen ja jänisten aiheuttamia tuhoja. Siemenpainojen erotessa raskaasti, siemenmäärää ei kuitenkaan voi ilmaista kilogrammoissa, sillä Briggsin (2008, 166) tarkoittamalla kilomäärillä lupiinien kylvötiheydet vaihtelevat 35 – yli 100 kpl/m². Alin tiheys on päättymättömällä lupiinilla ja ylin tiheys päättävällä, siementuotanto lupiinilla. Lupiinilla kylvötiheys (kpl/m²) on tärkeämpi tekijä kuin siemen määrään perustuva (kg/ha). Tiheämmät kasvustot kukkivat aikaisemmin, olivat korkeampia, niin sadoltaan kuin kasvultaan. Siemenlajittelu painon mukaan ei vaikuta satoon. Tiheä kylvös suurentaa siemensadon siemenpainoa, joka on viljoilla päinvastainen reaktio. Todennäköisesti se johtuu pää- ja sivuhaarojen välisestä siemenmäärästä. (Perry ym. 1998, 307.)

Suomalaisen kokeen perusteella hyvä riviväli voi olla 12,5-25 cm, jolloin vihersadon määrässä ei ole vaihtelua, kun korjuu tapahtuu sadon ollessa runsaimmillaan eli syyskuussa. Pienempi riviväli (12,5 cm) on hyvä sadon korjuu tapahtuessa varhaisemmin. Ilmeisesti tiheämpi kylvö auttaa rikkokasvitorjunnan helpottamiseksi 25-30 cm:n riviväliä. Varauksellisemmin voidaan suhtautua 50 cm:n riviväleihin mahdollisissa edullisissa oloissa, koska rikkakasvien aiheuttaman paineen ja ongelmien takia tämä tuskin on viisasta. Tosin lupiinilajikkeet reagoivat eri tavoin kasvutilan muutoksiin; osa hyödyntää sen ja osa ei. Kuitenkin tiheässä kylvössä lupiini kehittyi ylöspäin suuntautuva, varsipitoinen ja kuituinen, kun harvassa kylvössä sivuhaarat hakeutuivat tyhjän tilaan (Simojoki 1988, 7-8). Australialaiset ovat todenneet lupiinin sadon pysyvän samana rivivälistä huolimatta (käytetty riviväli 18-19 cm ja 27-38 cm). Tosin kapeammassa riviväleissä pintalevitetty väkilannoite on tehokkaampi kuin suuremmissa riviväleissä. (Perry ym. 1998, 308.)

Egan, Crouch ja Hawthorne (2007) mainitsevat, että kylvösiemen saattaa vahingoittaa varastoinnin, käsittelyn ja kylvön aikana, jolloin seurauksena on huono taimettuminen. Lisäksi he pitävät mahdollisena, että eri lajikkeilla saattaa olla eroja vahingonsiedossa.

Lupiinien typensidonnan alkamisen perusta on symbioosiin muodostaminen typensidontabakteerien kanssa. Pellossa, jossa ei ole aiemmin viljelty lupiinia, ei ole myöskään olemassa symbioosiin tarvittavaa sopivaa bakteerikantaa. Lupiinin juurinysträbakteerit kuuluvat *Bradyrhizobium*- sukuun, joka on harvinainen Suomessa. Koko nimi on *Bradyrhizobium lupinus/lupinii*. (Eklund & Simojoki 1988, 25; Gladstones, Atkins & Hamblin, 1998.) Suomalaiset havaitsivat ymppäyksen suurentavan satoa. Tosin Eklund ja Simojoki (1988, 26) tekivät havainnon, että multavalla ja happamalla hiesulla ymppäys ei tuottanut lisähyötyä. Tämän tulkittiin johtuvan kahdesta asiasta, maaperässä on jossain määrin lupiinin kanssa symbioosiin pystyviä bakteerikantoja ja toiseksi annettu starttityppi riitti saamaan voimakkaan kasvun, jonka aikana juuriston eritteet rikastuttivat vähäisiä symbioosibakteerikantoja. Kuitenkin sadon onnistumisen kannalta ymppäystä voidaan pitää vakio-toimenpiteenä aina kun lupiinia kylvetään lohkolle, jossa sitä ei ole aiemmin ollut tai edellisestä kerrasta on aikaa.

Käsitys ymppäyksen uusimisajasta vaihtelee kirjallisuuden mukaan melkoisesti. Briggs (2008, 166) mainitsee ympäripyöreästi: ”huomattavan ajan kuluttua”, kun taas australialaiset (Gladstone, Hamblin 1998) ovat tehneet havaintoja bakteerin säilymisestä maassa muutamasta vuodesta aina 20 vuoteen asti, riippuen pellon olosuhteista bakteerin kannalta. Perry ym. (1998, 303) suosittelevat ymppäystä, jos lupiinia ei ole viljelty 4-5 vuoden aikana. Turveympin yhdistäminen metyyliiselloosaliimaan, jonka jälkeen sekoittaminen siemeniin, kuivaus ja kylvö, toimii hyvin. Säilyvyys riippuu pellon olosuhteista ja bakteerikannasta, sillä *Bradyrhizobium lupinus* säilyy hyvin happamassa maassa (Eklund & Simojoki 1988, 26). *Bradyrhizobium*-bakteeri selvisi hyvin pH 3,5-4, mutta on altis korkealle pH:lle ja kalsiumpiitoisuudelle (Howieson, Fillery, Legocki, Sikorski, Stepkowski, Minchin & Dilworth 1998, 150).

Suomalaiseksi menettelytavaksi voinee siis suositella ympypäystä aina kun kylvetään lupiinia kasvin kannalta uudelle lohkolle ja kun lupiini ei kuulu pysyvästi tilan jatkuvaan viljelykiertoon. Vastakkaisissa tapauksissa ympypäykseen ei ole tarvetta. Simojoen (1988) mukaan typensidonnan epäonnistuminen tulee ilmi typen puutteena; lupiini jää pieneksi ja muuttuu kalpean keltaiseksi. Eklund ja Simojoki (1988, 27) katsoivat sopivaksi suhteeksi viisi grammaa ympypipreparaattia yhtä lupiinikiloa kohti, sillä suuremmilla määrillä ei saatu lisää satoa.

Lupiini on typpiomavarainen kasvi, eikä tarvitse sitä lisättynä kuin mahdollisesti keväällä starttityppenä. Kemiallinen typpilannoitus häiritsee lupiinien nystyröintiä. Lisäksi liukoisen typen lisäys hyödyttää rikkakasveja, joiden kasvu nopeutuu (Simojoki 1988, 18). Voimassa oleva ympäristötuki sallii savi-, hiesu- ja karkeille kivennäismaille enintään 45 typpikilon lannoituksen hehtaarille, niin Etelä- kuin Pohjois-Suomessakin. Eloperäisille maille sallitaan enintään 30 kg typpeä hehtaarille (Nummela & Tuononen 2009). Määriä on syytä pitää lähinnä hallinnollisena ohjeena, eikä käyttää niitä käytännössä, ennen kuin tarpeeksi tehokkaita toimenpiteitä rikkakasvien torjuntaan saadaan. Typpilannoitus on hyödytön kukinnan tai sen jälkeen annettuna, sillä satotaso ei lupiineilla kasva. Kylvön yhteydessä pienet määrät ovat lisänneet satoa (Longnecker, Brennan & Robson 1998, 137-138). Suomalaiset käyttivät 1980-luvun kokeissa PK-lannoitusta, tuotenimiltään Suometsien PK ja Hiven PK. Hehtaarille annettiin 600 kg sijoittamalla (Simojoki 1988, 4). Ravinnesisältö hehtaarille oli edellisessä vähintään 54 kiloa fosforia ja kaliumia vähintään 78 kiloa (Hynönen, Hämäläinen & Laukkanen 2002) sekä jälkimmäisessä 18 kiloa typpeä, 72 kiloa fosforia ja 84 kiloa kaliumia (Kukkonen, Uosukainen & Rökköläinen 1999). Voimassa olevan ympäristötuen mukaan sallittu enimmäismäärä fosforia palkokasveilla vaihtelee maan viljavuuden mukaan 0-32 kg/ha ja kaliumin 0-90 kg/ha. Kokoviljasäilörehuksi korjattavalla sadolla lannoitus on hie- man voimakkaampi, sillä fosforia annetaan maan viljavuuden mukaan 0-40 kg/ha ja kaliumia 0-120 kg/ha. Tosin avomaavihannes-luokittelussa suurimmat sallitut typpi- ja fosforimäärät ovat palkokasveilla suuremmat, mutta niiden hyöty lupiineille on kyseenalainen, niin ympäristöllisesti kuin taloudellisestikin tarkasteltuna. (Nummela & Tuononen 2009.) Briggsin mukaan (2008, 166) fosforin ja kaliumin tarve rehulupiineilla on minimaalinen. Lupiinit tarvitsevat kuitenkin vehnää enem-

män fosforia (Perry ym. 1998, 314). Fosforimyrkytyksen välttämiseksi lannoitetta ja siementä ei kannata kylvää samaan vakoon, sillä jo 10 kg fosforia/ha (P) vähentää taimitiheyttä (Perry ym. 1998, 315). Suomalainen suositus voi noudattaa muiden palkokasvien fosfori ja kalium suosituksia. Ilman tarkempia tutkimuksia asiaa ei voida tarkentaa lajikohtaiseksi. Tämän lisäksi Longnecker, Brennan ja Robson (1998, 121) mainitsevat ongelmaksi tulevan lupiinien syväjuuriset lajikkeet, sillä pinta- ja pohjamaan erotessa toisistaan ravinnepitoisuudeltaan, vaikeuttaa huomattavasti fosfori- ja kaliumlannoituksen suunnittelua. Länsi-Australiassa tehdyssä kokeessa maan kaliumtason ollessa 30 – 40 mg kaliumia/kg vaste väkilannoitekaliumiin riippui pohjamaan kaliumpitoisuudesta. Maan sisältäessä yli 40 mg kaliumia/kg väkilannoitteesta ei saatu hyötyä.

Maan ravinnetalous vaikuttaa ravinteiden kertymiseen ja osuuksiin siemenissä. Tällä on suora seuraus ruokinnalliseen arvoon. Lupiinilajeilla on eroavaisuuksia ravinteiden kertymisessä ja suurimmat erot tulevat esiin hivenravinteiden kanssa. Näistä kupari, mangaani, sinkki ja molybdeeni on tutkimuksissa nostettu esiin. Valkolupiinien siemenissä on enemmän mangaania ja kuparia, kuin sinilupiinien siemenissä. Keltalupiinien siemenissä on eniten molybdeenia ja kuparia. Sinilupiinien siemenissä on enemmän sinkkiä kuin valkolupiinien. Pääravinteissä tasot ovat samankaltaiset, ainakin fosforin osalta. (Longnecker, Brennan & Robson (1998, 125-141.)

Lisäksi Longnecker, Brennan ja Robson (1998, 137) korostavat hyvälaatuisen kylvösiemenen merkitystä, sillä enemmän kobolttia sisältäneet siemenet eivät reagoineet annettuun kobolttia sisältävään hivenlannoitteeseen. Sinilupiinilla kobolttipitoisuuden rajana on 128 mg/kg, jonka yli mentäessä lisälannoitehyöty on olematon. Suurempi mangaanipitoisuus vaikuttaa positiivisesti sinilupiinien satoon. Perryn ym. (1998, 300) mukaan alhainen mangaanipitoisuus on 7-8 mg/kg, joka heikentää taimettumista lisälannoitteesta huolimatta. Samoin vaikuttavat pääravinteet. Kylvösiemenen alhainen (alle 2,1 g fosforia/kg) fosforipitoisuus heikensi varhaiskasvua. Tätä ei voitu korjata fosforilannoituksella. Tosin Perryn ym. (1998, 300) mukaan tämä ilmenee vain kasvihuoneissa, mutta ei merkittävästi peltoviljelyssä. Vähän fosforia sisältävällä maalla (37 mg bikarbonaattiliukoista fosforia/kg) tällai-

nen siemen tuotti heikomman sadon kuin korkeamman fosforipitoisuuden kylvösiemenessään omaava lupiini. Maan liukoisen fosforimäärän ja siemensadon suhde ainakin sinilupiinilla on kokeissa ollut samansuuntainen eli matalalla vähän ja korkealla paljon, mutta vuosivaihteluiden takia yleispätevän suosituksen tekeminen on vaikeaa.

Maaperän ravinnetilanne ja lannoitus vaikuttavat myös lupiinien toksisuuksien pitoisuuteen siemenissä. Lupiini näyttää hyödyntävän typensidontasymbioosiaan typpirikkaiden, toissasijaisten metaboliittien tuotannossa, joita ovat alkaloidit ja ei-proteiniset aminohapot. Korkea typpilannoitetaso nostaa sinilupiinin alkaloidipitoisuutta 0,9 prosentista aina 1,3 % ennen kukintaa. Samoin vaikuttaa fosforilannoituksen lisääntyminen. Myös vähäinen kalium määrä kohottaa alkaloidipitoisuutta, ilmeisesti stressitilan takia. Boorin, molybdeenin, mangaanin ja kuparin lisäys alensi alkaloiditasoja kaikilla kolmella lupiinilajilla. Mangaanin ruiskutus aikaisessa palkojen täyttymisvaiheessa vähentää siementen halkeamista. (Longnecker, Brennan & Robson 1998, 140-141.) Pääravinteista typen ja fosforin luksusaanti nostaa lupiinien myrkyllisyyttä, kun taas kaliumin puute nostaa myrkyllisyyttä. Hivenravinteiden saanti vaikuttaa tasapainottavasti kasvin ravinnetalouteen.

2.5 Rikkakasvit ja niiden torjunta

Rikkakasvien torjunta lupiinikasvustosta on hankalaa. Lupiini on herkkä monille rikkakasvien torjunta-aineelle ja jonkinasteiset kasvustovauriot pitää hyväksyä kemiallisten torjunta-aineiden käytössä. Simojoen (1988, 15-16) mukaan metatsaklori-niminen tehoaine (kauppavalmisteen Butisan) oli tehokkain. Toinen ongelma on, että sitä viljellään yksinkertaisesti liian vähän ja sen taloudellinen merkitys muiden kasvien rinnalla on vähäinen, jotta aineiden kehittäjät kiinnostuisivat tarjoamaan laajempaa ainevalikoimaa. Lähinnä kysymykseen tulee Off-label käyttö jo markkinoilla olevilla tuotteilla. Ideaali herbsidi olisi nopeavaikutteinen, käyttövarma ja valikoiva.

Simojoki (1988, 5-6) teki myös havainnon, jonka mukaan lupiinin hidas alkukehitys

ja kemiallinen typpilannoitus paransivat rikkojen kilpailukykyä. Myös lupiinien kasvu-aika vaikutti asiaan, sillä monet aikaiset lajikkeet peittivät syyskesällä rikkakasvit alleen. Yksistään lupiinit eivät ole kovin kilpailukykyisiä rikkakasveja vastaan, mutta seoksissa tilanne paranee. Rikkakasvien määrä myös vaikuttaa kierron pituuteen. Luomutuotannossa lupiini on sijoitettava mahdollisimman lähelle viljaa, jolta rikkojen torjunta on helpompaa (Briggs 2008, 78; 165).

Lupiinilla kasvinsuojeluongelmia aiheuttavat eniten yksivuotiset siemenrikkakasvit ja monivuotiset leveälehtiset rikkakasvit. Peltoviljelyn yleisistä ongelmarikoista saunakukka, pelto-ohdake ja peltovalvatti vaivaavat myös lupiineja. Juolavehänä pystytään torjumaan kasvustosta valikoivilla aineilla, jolloin niiden kasvu pysähtyy ja lupiini kykenee kasvamaan ylemmäs sekä varjostamaan heinämäisiä rikkoja, tukahduttaen ne hengiltä. Kuitenkin nyrkkisääntönä voidaan pitää ongelmarikkojen torjuntaan lupiinia edeltävänä kesänä.

Simojoen (1988) mukaan metatsaklori (kauppavalmiste Butisan) ja trifluraliini (kauppavalmiste Super Treflan) saivat sadon lisäystä aikaan eli kykenivät vähentämään rikkojen määrää vertailuruutuun nähden, jolloin lupiinille tuli lisää tilaa ja ravinteita sadon muodostukseen. Linuroni (kauppavalmiste Afalon) alensi lupiinin satoa selvästi, heikentämällä kasvua. Lisäksi pienemmät annokset eivät taasen tehonneet rikkoihin mitenkään. Usein palkokasveilla käytetty rikkakasvien torjunta-aine, bentatsoni (kauppavalmiste Basagran SG), vahingoitti lupiinia, joten sen käyttö ei ole suositeltavaa. Egan, Crouch ja Hawthorne (2007) mainitsevat metributsiinin (kauppavalmiste Mistral ja Senkor) soveltuvan kylvön- ja taimettumisen jälkeen ruiskutettavaksi tietyillä lajikkeilla. Lisäksi he mainitsevat metributsiinin ja diflufenikaanin seoksen käytön tietyillä lajikkeilla sekä alueilla. Suomessa diflufenikaania on kauppavalmiste Zeppelin-valmisteessa, jota ei voi käyttää kasvustoon, koska seoskumppanina on glyfosaatti. Hormoniperustaiset torjunta-aineet (MCPA) vahingoittavat lupiineja (Perry ym. 1998, 316). Samoin bromoksiiniili (kauppavalmiste Oxitril), 2,4-D (kauppavalmisteet Cantor, Optica MP/D ja Ei voi-kukkaa nurmikossa) ja metsulfuroni-metyyli (kauppavalmisteet Ally 50 T, Ally Class 50 WG, Isomexx, Maatilan M-Sulfuroni/Duo) sekä klorsulfuroni (ei kauppavalmisteita) (Perry ym. 1998, 320). Karkeilla maalajeilla glyfosaattin (kauppavalmisteita

useita, esimerkkeinä Rambo360 ja RoundUp Gold) käyttö ennen kylvöä lisää jonkin verran *Rhizoctonia solani*-sienen aiheuttamia juuri- ja sirkkalehtimätää lupiinilla (Perry ym. 1998, 318).

Käytännössä siemen- ja leveälehtisiä rikkoja vastaan on tarjolla vain metributsiini (kauppavalmistee Mistral ja Senkor) ja linuroni (Afalon), joita voi käyttää kylvön tai taimettumisen jälkeen torjunta-ainetta kestäville lupiineilla.

Lupiinin suorakylvö ja maavaikuteisten aineiden käyttö yhdistettynä yksipuoliseen viljelyyn on huono yhdistelmä. Lämpimimmissä ja tuulieroosioherkissä maissa (esimerkiksi Australia) asiaa voidaan perustella kasvipeitteisyyden eroosion torjunnalla ja lämmön hajoamisnopeutta lisäävällä vaikutuksella torjunta-aineilla (Perry 1998, 310). Suomessa tilanne on toisenlainen: kasvijätteet ja torjunta-aineet hajoavat hitaammin sekä torjunta-ainevalikoima on kapeampi. Viljelykierto rikkakasvien hillitsemiseksi on ehdoton menetelmä. Viljoilla on paljon suuremmat torjunta-ainevalikoimat käytettävissä, joten viljavuosina tulisi lohko puhdistaa lupiinin ongelmarikoista.

Sinilupiinilla siemenen joukkoon varastoinnissa eksyneet peltoretikan (*Raphanus raphanistrum*) palot heikentävät siemenen itämiskykyä. Eräässä varastointikohteessa 10 % peltoretikan palkomateriaali alensi viikossa sinilupiinin itävyyden 100 prosentista 25 prosenttiin. Tämä johtui ilmeisesti paloista vapautuvasta isothiosyanaateista. Tekniset ratkaisut ovat puhdas kylvösiemen, kuivaus, lajittelu ennen varastointia ja litistys. (Perry ym. 1998, 299-300.)

Rikkaäestyksen vaikutus satoon oli alentava (Simojoki 1988, 15-16). Voidaan kuitenkin spekuloida, oliko äestysajankohta oikea lupiinin kannalta? Brittien tulokset rikkojen äestyksestä lupiinilla ovat huomattavasti rohkaisevampia kuin suomalaisten. Lupiinit kestävät nelilehtivaiheessa ja alle 15 cm:n pituisena rikkaharausta, joka toistetaan seitsemästä kymmenen päivänä ajoin, kunnes kasvuston sulkeutuminen estää käytön. Ensimmäinen haraus tehdään lupiinin ollessa 5 cm:n pituinen, kun kasvissa on kolmesta neljään kasvulehteä. Rikkaharaus tehdään kevyellä haralla 45 asteen kulmassa riviin nähden ja seuraava kerta vastakkaisesta

suunnasta. Haraussuunta voi peittää kasveja multaan, jos ajonopeus on liian suuri. Lupiinien vahingoittumisen takia ajonopeus on hiljaisempi kuin herneellä ja pavuilla. (Briggs 2008, 166; 291.)

2.6 Tuholaiset ja niiden torjunta

Selkärankaisista tuholaisista, jänikset aiheuttivat hieman tuhoa syömällä taimias-teella lupiineja. Syönti kuitenkin tapahtui valikoiden, koska lupiinien kitkeryydessä oli eroavaisuuksia; makeat maistuivat ja kitkerimmät jäivät rauhaan (Simojoki 1988, 19). Cowling ym. (1998, 97) mukaan kitkerien lupiinien korkea alkaloidipitoisuus on haitallinen kasvinsyöjille, mutta ne näyttävät lisäävän lupiinien ympäristöstressin sietoa ja muutamissa tapauksissa myös tuhohyönteisten sekä tautien sietoa.

Myös varislinnut näyttävät pitävän makeista lupiineista, sillä vuonna 2009 tehdyn kylvön jälkeen huomattiin niiden syövän pintaan jääneitä tai muusta syystä matalaan kylvettyjä siemeniä. Varsinkin valkolupiinin siemenet kelpasivat. Todennäköisesti suuri ja valkea siemen oli helpompi löytää kuin pienemmät ja kirjavammat keltalupiinin siemenet. Taimettuessaan lupiinit ovat altteimillaan tuhoille. Briggs (2008, 342) pitää taimettumisen pääuhkana lintuja ja jäniksiä.

Lupiinien tauteja ja tuholaisia tunnetaan vielä heikosti, koska aikaisemmin lupiineja viljeltiin vain korsirehuksi ja viherlannoitteeksi, jolloin siemensadolla ei ollut suurempaa merkitystä. Vasta siemensadon merkityksen kasvaessa, kun matala alkaloidiset lupiinit otettiin viljelyyn, tautien ja tuholaisten taloudellinen merkitys kasvoi. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 263.)

2.6.1 Kirvat

Kirvat ovat ryhmänä suurin tuholaisjoukko lupiinilla. Suomessa on tehty havaintoja kuudesta kirvalajista, jotka voivat levittää virustauteja lupiiniin sekä joiden on todet-

tu levittäneen maailmalla CMV:tä ja BYMV:sta. Alla olevassa taulukossa on kirvoista tarkemmat tiedot (Taulukko 1).

Taulukko 1. Lupiinia uhkaavat kirvalajit Suomessa.

Lat. nimi	Suom. nimi	Esiintymisaika	Havainnot 1999 - 15.6.2010
Aphis fabae	Juurikaskirva	Touko-lokakuu	187
Acyrtosiphum pisum		Kesä-lokakuu	77
Aphis craccivora		Touko-kesäkuu	2
Brachycaudus helichrysi		Kesä-lokakuu	9
Macrosiphum euphorbiae	Ansarikirva	Touko-lokakuu	16
Myzys ornatus		Sisätiloissa	0
Myzys persicae	Persikkakirva	Touko-lokakuu	3

Lähteet: Suomen kirva-atlas, 2010; Sweetingham, Jones & Brown 1998, 277-278.

Kirvojen aiheuttama tuho syntyy kasvinesteiden imemisestä ja virusten levityksestä. Lupiineihin erikoistuneet kirvat kestävät niiden tuottamia alkaloideja, jopa kitkerä muotoisten. Samalla niistä on tullut kirvoja saalistaville pedoille vähemmän maittavia. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 282.)

Jalostuksella voidaan kehittää lajike, jolla on matala alkaloidiset siemenet, mutta korkean alkaloidipitoisuuden omaava kasvusto. Esimerkiksi *Lupinus cosentinii* Australiassa. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 282.)

Kemiallisen torjuntaan käy pyretriinit (kauppavalmisteet Bioruiskute S, Spruzit, Spruzit RTU ja Ötökkä-torjunta-aine). Tosin itse kirvojen torjunnassa ei ole selvää taloudellisuutta tiedossa, mutta siemenlevintäisten virustautien takia työ saattaa olla kannattavaa. Viljelytekniisiä keinoja ovat houkutuskaistat, suojaväyhykkeet ja tiheä kylvö. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 279; 282.)

2.6.2 Luteet

Luteet (*Lygus spp.*) aiheuttavat imemällä nuorten palkojen abortoitumista valkolupiiinilla Euroopassa. Kemiallinen torjunta voidaan tehdä pyretriineillä (kauppaval-

misteet Bioruiskute S, Spruzit, Spruzit RTU ja Ötökkä-torjunta-aine). Torjunta-aineiden käyttö palkojen muodostusvaiheessa lisää satoa (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 283).

Portugalissa kannustetaan kylvämään kitkeriä lupiineja makeiden sijasta, koska makeiden kasvatusta on erittäin vaikeaa tuholaisten takia. Sama ongelma ilmenee myös Espanjassa ja Italiassa. (Cowling, Huyghe & Swiecicki 1998, 95.) Ilmastonmuutos muuttaa kuitenkin tuholaisten levinneisyysalueita, joten vakavien tuholaisvahinkojen yleistyminen muuallakin on todennäköistä lupiinien viljelyn levitessä. Edes kitkerien lupiinien korkea alkaloidipitoisuus ei auta ongelmaa, sillä nekin ovat alttiita hyönteisille, kuten lupiinikirvalle (*Macrosiphum albifrons*) (Cowling ym. 1998, 97). Taloudellisen kynnsarvon ylittyessä tuholaisaineet ovat suhteellisen halpoja ja tehokkaita keinoja. Lupiineja ravinnonlähteenään suosii laaja valikoima tuholaisia, joista muutamat punkit ja nilviäiset kykenevät aiheuttamaan vahinkoa. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 263-264.) Lupiinien kylvö tiheää näyttää vähentävän kirvojen mielenkiintoa kasvustoon, joten asianmukaisen kasvuston perustaminen vähentää mahdollisia kuokkavieraita (Perry ym. 1998, 306).

2.6.3 Vähäisemmät tuholaiset

Viljasepän toukat (*Agriotes spp.*) voivat syödä alkeisvarren maan alla ja näin tappaen taimen. Uhka on suurin kylvettäessä lupiinia nurmien tai laitumien jälkeen (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 281). Kemiollista torjuntakeinoja ei ole, joten ainoa keino hallita tuholaisia on viljelykierron noudattaminen.

Muita vähäisempiä tuholaisia lupiinien taimilla laitumien ja nurmien jälkeen ovat **vaaksiaisten** (*Tipula spp.*) ryhmän edustajat. Lupiinien taimet maistuvat **Valepeltoetanalle** (*Deroceras reticulatum*) ja **tarhaetanalle** (*Arion hortensis*) (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 282). Kemiollinen torjunta vain vaaksiaisia vastaan on kallista ja hyödytöntä, sillä viljelykierrolla voidaan tuholaismäärää hallita. Etanoita vastaan ovat metiokarbi-pohjaiset kauppavalmisteen olemassa, mutta ne ovat erityistutkintovaatimuksen takana ja turhankin myrkyllisiä aineita käyttää.

Briggs (2008, 343) toteaa **hernekääriäisten** (*Sitona spp.*) merkityksen vähäisenä. Suomessa yleisin on **juovahernekärsäkäs** (*Sitona lineatus*) (Farmit.net 2010). Kemialliseen torjuntaan soveltuvat pyretriinit (kauppavalmisteet Bioruiskute S, Spruzit, Spruzit RTU ja Ötökkä-torjunta-aine).

Ripsiäiset (*Thysanoptera*) vahingoittavat lupiinia taimivaiheesta aina kukintaan asti, jolloin kukun nuput ja lehdet kärsivät. Lehtien epämuodostumista seuraa tyyppillisesti lehtien pronssiintuminen. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 283.) Kemiallinen torjunta taloudellisesti kyseenalaista.

2.7 Kasvitaudit ja niiden torjunta

Maailmanlaajuisesti lupiineja kiusaavat eniten sieni- ja virustaudit. Tosin bakteerien merkitystä ei vielä tunneta ja vain muutamia merkittäviä tuhoja on raportoitu. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 264.) Perry ym. (1998, 303) suosittelevat välttämään yhtä aikaista ympäystä ja siemenen peittausta torjunta-aineilla, sillä nystyröinti saattaa kärsiä.

Simojen (1988, 20) mukaan kosteat syyskesät ja syksyt paljastivat lupiinien olevan altis fusariumille. Tuuheissa lupiinikasvustoissa esiintyi märkinä syksyinä myös harmaahome (*Botrytis cinerea*). Tämä johtui siitä, että märissä oloissa osittain tuulentuneet palot mädäntyivät helposti. Fungisidien käyttö on peittausta lukuun ottamatta harvoin taloudellisesti kannattavaa lupiininviljelyssä (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 264).

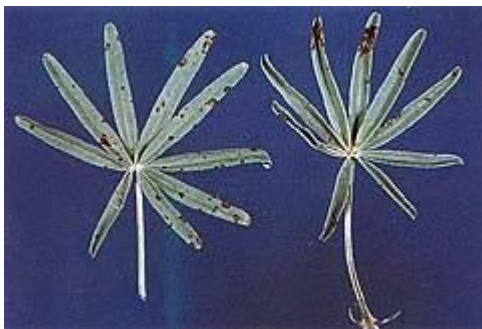
Buirchell ja Cowling (1998, 53) luettelevat lupiinien taudeiksi ruosteen (*Uromyces lupinicolus*), juurimädän (*Pleiochaeta setosa*) ja sienitaudin (*Colletotrichum gloeosporioides*). Lisäksi he mainitsevat, että valkolupiinin (*Lupinus albus*), joillakin muodoilla saattaa olla jonkinasteinen resistenssi tauteja vastaan.

Korkea alkaloidipitoisuus ei suojaa kitkeriä lupiineja ruskealaikulta, *Phomopsis*-aiheuttamalta varsirutolta ja *Pleiochaetan* aiheuttamalta juurimädältä. Tämä tar-

koittaa sitä, että makeita ja kitkeriä lupiineja ei voi vuorotella samalla loholla luottaen korkean alkaloidipitoisuuden suojaavaan vaikutukseen viherlannoituksessa (Cowling ym. 1998, 97). Egan, Crouch ja Hawthorne (2007) pitävät taudintorjunnassa ensimmäisenä ehtona puhdasta kylvösiementä. Laadukkaan sadon voi tuottaa vain, jos kylvösiemen on puhdas vieraista lajikkeista, lupiinirutosta ja kurkumosaiikkiviruksesta, CMV:stä. Lehtisairauksien, kuten ruosteen ilmaantuminen kukkimisen jälkeen voi pienentää siemensatoa, koska lehtipinta-alaindeksi supistuu (Cowling ym. 1998, 109).

2.7.1 Ruskealaikku (*Pleiochaeta setosa*)

Esiintyy kaikilla mantereilla, joissa lupiinia viljellään. Merkitys vaihtelee viljelyalueittain, se on Australiassa tuhoisin sairaus sini- ja valkolupiinilla, aiheuttaen myös juurimädän. Euroopassa se aiheuttaa merkittäviä tuhoja syyskylvöisillä valkolupiineilla Ranskassa. Syynä todennäköisesti lajivalinnat, sillä sinilupiinilla on vähiten luontaista resistenssiä ja keltalupiinilla eniten, valkolupiini sijoittuu puoliväliin. Peryn ym. (1998, 301-303) mukaan tauti voi levitä siemenen välityksellä sini- ja valkolupiinilla, joka tosin sinilupiinilla ei tarttuessaan tuota elinkelpoisia siemeniä, mutta valkolupiinilla tarttuneista siemenistä voi sairaita taimia kasvaa. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 264-265.)



Kuva 4. Ruskealaikku lupiinilla. Kuva Hannaford 2010.

Ruskealaikun oireina on kulmikas tai verkkomainen, tumman ruskea haava. Lehdet vääristyvät ja käpristyvät usein, jos ne sairastuvat ennen täysi-ikäisyyttään. Varsiin ja palkoihin voi kehittyä suuria laikkuja. Valkolupiinin palkojen sairastuminen aiheuttaa epämuodostuneita ja ruskeaksi värjäytyneitä siemeniä. Siementar-

tunta on harvinaisempaa sinilupiinilla. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 264-265.)

Elinkierto: sadepisarat levittävät kestoitiöitä lupiin alalehdille, jossa tapahtuu 2-3 päivässä itäminen, josta kaksi viikkoa myöhemmin seuraa tartunnan saaneen lehden kuolema, jolloin itiöitä päätyy maahan. Aikainen tartunta voi heikentää lupiinia voimakkaasti, jopa tuhota sen kasvupisteen. Myöhemmin kehittyvä tartunta vähentää satoa yhä merkittävästi. Juurimädässä tartunta tapahtuu hyvin pian siemenen itämisen jälkeen ja tumman ruskeat juurihaavaumat kehittyvät kolmessa neljässä viikossa. Paalujuuri voi mädäntyä kokonaan pois, jolloin taimi kuolee. Osittain mädäntyneet juuriverkot heikentävät lupiinin kasvua (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 264-265, 274.)

Lyhyt kasvukausi, kylmä ilmasto ja ravinnetaloudellisesti köyhä maa aiheuttavat suuremman riskin isommalle satotappiolle, kun lupiini kasvaa hitaasti taimivaiheen ohi, eikä ehdi kompensoimaan menettämiään lehtiään. Saatavissa olevan fosforin niukkuus pahentaa tilannetta, sillä lupiini jää lyhyemmäksi ja lehtipeite muodostuu heikoksi. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 265.)

Ruskealaikkusieni säilyy maassa ja kasvijätteissä kestoitiöiden avulla. Siemenen kautta sieni leviää uusille alueille. Kasvijäte on suhteellisen rajallinen uhka tekijä. Viljelykierron ylläpito on perustoimenpide ruskealaikun hallinnassa. Australiassa minimitauko on 1-3 vuotta lupiinien välillä, riippuen ilmastosta ja maaperätyypin riskistä. Juurimädän hallinnassa muokkaamattomuus lisää tautiriskiä, koska itiöt rikastuvat pintakerrokseen. Alkeisvarsi on kuitenkin resistentti *P. setosa* tartuntaa vastaan, joten syvemmälle kylvö voisi olla ratkaisu, ellei samalla lisättäisi *R. solanin* aiheuttamaan taimipolte uhkaa. Kyntö laimentaa itiömääriä sekoittamalla maata (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 265, 274-275). Suomessa suositus voinee olla kolme vuotta, sillä kylmässä ilmastossa kasvijäte lahoaa hitaammin kuin lämpimässä. Kylvösiemenen peittäminen dikarboksimidilla (Ei kauppaalvistetta Suomessa) antaa taimivaiheessa tehokkaan suojan. Suorakylvössä viljan kasvijätteen poistaminen lisää tautitapauksia, koska kate vähentäisi sadepisaroiden roiskeita maasta (Gladstones, Atkins & Hamblin, 1998).

2.7.2 Rutto (*Colletotrichum gloeosporioides/acutatum*)

Tavattiin ensimmäisen kerran Yhdysvalloissa sinilupiineilla vuonna 1939 ja Euroopassa aikaisin 1970-luvulla. Nykyään sitä pidetään vakavimpana tautina valkolupiinilla Ranskassa ja Chilessä. Jonkinasteinen merkitys taudilla on Brasiliassa, Venäjällä ja Kanadassa. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 268.)

Rutosta on olemassa kaksi tyyppiä, jotka tunnetaan maailmalla VCG-1 ja VCG-2 lyhenteinä. Molemmat tyypit esiintyvät Euroopassa ja niistä VCG-2 on taudinaiheuttajakykyisempi. Peryn ym. (1998, 301) mukaan Australiassa on havaittu taudista korkeasti tartuntakykyisempiä kantoja, jotka muodosta lupiinin tuotannolle uhkan. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 268.)



Kuva 5. Ruton oireita lupiinilla. Kuva Hannaford 2010.

Kuvaavat oireet ovat varsien ja lehtiruotien taittuminen haavaumista. Nämä haavaumat voivat muodostaa ”vyön” ja katkaista varren tai vääntää ja epämuodostaa palkoja. Haavaumat ovat purppuran tai ruskean värisiä ja niissä on vaaleanpunaisten kuroumaitiöiden muodostama keskusta. Palkot ovat usein vääntyneitä ja niissä on suuria, syviä haavaumia, jotka ovat vaaleanpunaisen itiömassan täyttämiä. Siemen voi saada tartunnan, rypistyen ja haalistuen ruskeaksi. Joskus vaaleanpunaiset itiöt ovat näkyvissä. Oireet ovat samankaltaiset kaikilla lupiinilajeilla, mutta valkolupiinin lisäksi myös *Lupinus mutabilis* on altis. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 268-269.)

Rutto on siemenlevintäinen, joten siemenen siirrot ovat syynä maailmanlaajuiseen levinneisyyteen. Taudinaiheuttajan pitkäikäisyyttä maaperässä ei tunneta, mutta sen sukulainen papurutto (*Colletotrichum lindemuthianum*) ei selviä kasvinjätteissä kanadalaisen talven yli. Kuroumaitiöt leviävät suhteellisen lyhyen matkan, muutamia metrejä, sateen roiskeen avulla. Ensitartunnan jälkeinen kehitys on nopeaa ja toinen tartunta on mahdollinen kahden viikon sisässä. Lupiini toimii ruton isäntänä

sinimailaselle, mansikalle ja persikalle. Torjunta tapahtuu ennaltaehkäisevästi viljelykierrolla ja terveellä kylvösiemenellä. Viljelykatkon pituutta ei arvioitu taloudellisesti, mutta se vaihtelee alueittain ja viljelykulttuureittain. Peittauksena voidaan käyttää karbendasimiinia (Ei hyväksytty Suomessa) ja iprodionia (kauppavalmis- teet Rovral ja Rovral 75 WG). Lupiineista luontaista resistenssia esiintyy sini- ja valkolupiinilla, mutta ei keltalupiinilla. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 269.)

2.7.3 Phomopsis (*Phomopsis leptostromiformis*/*Diaporthe toxica*)

on sieni, joka tuottaa lupiineissa karjaa tappavaa sienimyrkkyä. Aiheuttaa kuolet- tavan lupinoosin. Euroopassa esiintyy varsitartuntana. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 270-271.)



Kuva 6. Phomopsiksen saastuttamat lupiininsiemenet. Ku- va Pretorian Yliopisto 2010.

Kasvukaudella tartunnan voi todeta kutikulan alla korallimaisena rihmastona, jotka aiheuttavat tumman purppuraisia haavaumia varsissa ja paloissa kasvin vanhe- tessa. Abiotiittisen stressin kärsiminen voi tuoda oireet aikaisemmin ilmi, jolloin päävarsi katkeaa ja siemensato vähenee. Palkohaavaumien ilmestyminen ennen sadonkorjuuta mahdollistaa sientartunnan. Tällöin siemenen väritys muuttuu haalistuneeksi kullaksi tai ruskeaksi. Tartunnan saaneissa on myös alhainen mää- rä sienimyrkkyä. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 271.)

Tauti säilyy satojätteissä, niin kotelo- kuin kuroumaitiöinä, joista koteloitiöt leviävät tuulessa ja kuroumaitiöt saderoiskeiden mukana. Sieni pysyy elossa noin kahden vuoden ajan satojätteissä. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 271.)

Resistenssin jalostus ja viljelykierto ovat ainoat käytännölliset torjuntakeinot. Lupiinilajien välillä ei ole suuria eroja, sillä kaikilla löytyy alttiutta ja resistenssikykyä. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 271.)

2.7.4 Sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum/minor*)

Havaittiin ensi kerran varsimätänä lupiineilla Saksassa 1927. Tautia on Euroopassa havaittu sini- ja valkolupiineilla. Sclerotinia voi tarttua yli 300 kasvilajiin, mutta ei viljoihin. Yleensä vähämerkityksinen, paitsi kun lupiineja kylvetään alttiin isännän jälkeen. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 271.)

Kukinnan jälkeen lakastuvat kasvit erottuvat joukosta, jolloin niiltä havaitaan suuria, ruskeita, märkiä haavaumia varsissa. Varsiin kehittyy runsas valkoinen rihmasto ja mustia kalkkeutuma pahkoja. *S. sclerotiorum* kehittyy 30-60 cm:n matkalle pitkin vartta ja päävarren palot kantavat usein tautia. Rihmasto tunkeutuu myös kasvin ydinonkaloon ja muodostaa mustia, epämuotoisia kalkkipahkoja, joiden halkaisija on 4-8 mm. Pahkoja voi kehittyä myös sairastuneissa paloissa ja saastuttaa korjattavan siemensadon. Haavaumat tappavat korren yläpuoleltaan, mutta tyvihaarat voivat selvitä. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 271.)

S. minor rajoittuu korren tyveen, lähelle maanpinnan tasoa. Pahkat ovat pienempiä (tyypillisesti 1-2 mm halkaisijaltaan) ja pyöreämpiä. Haavaumat tappavat koko kasvin. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 271.)

Lämpimässä ja kosteassa sieni kasvattaa itiöpesäkkeen, josta koteloitiöt leviävät tuulen mukana. Sieni kykenee myös tuottamaan kuroumaitiöitä, joita saderoiskeet levittävät. *S. minorin* suosima tapa on levitä maaperässä pahkojen kasvattamalla rihmastoilla suoraan kasvin tyvelle. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 272.)

2.7.5 Vähäiset sienitaudit

Harmaalehtilaikku (*Stemphylium botryosum/solanii*) aiheuttaa pieniä ympyrämaisiä laikkuja lehtiin ja joskus suurempia varsiin sekä palkoihin. Valko- ja keltalupiinit eivät ole alttiita sienelle. Alttiit ja myöhäiset sinilupiinit menettävät täydellisesti lehensä. Jalostuksen myötä sinilupiinista on saatu resistentti sientä vastaan, joten nykyisin epidemiat ovat vähäisiä. Vaikutusta on myös varmasti aikaisempien lajikkeiden käytöllä. (Sweetingham, Jones & Brown, 1998, 265-266.)

Lisäksi on kolme lehtilaikkutautia, joiden merkitys on vähäinen: *Phoma sp.*, *Cladosporium sp.* ja *Ascochyta lupinicola*. **Phoma sp.** aiheuttaa punaruskeita lehti- ja varsilaikkuja valkolupiinille Kanadan rannikkoseuduilla. *Phoma lupini* on löydetty Perusta ja Yhdysvalloista, mutta ei Euroopasta tai Australiasta. **Cladosporium sp.** aiheuttaa tummanharmaita pisteitä kukkiin, nuoriin lehtiin ja kasvupisteisiin lämpimissä ja kosteissa oloissa. Se ei vaikuta satoon, sillä kasvi kykenee kompensoimaan ilmenevän vahingon. Tartunnan saaneen kylvösiemenen käyttö alentaa taimettumista. Tautia on tavattu vain Länsi – Australiassa. **Ascochyta lupinicola** on yhden ainoan kerran raportoitu Saksasta, eikä ole tavattu myöhemmin. (Sweetingham, Jones & Brown, 1998, 266.)

Verticillium-home (*Verticillium sp.*) aiheuttaa samankaltaisia oireita kuin fusarium, mutta on huomattavasti vähämerkityksellisempi. Esiintymisalueina mainitaan Saksa ja Iso-Britannian Wales. Viljeltyjen auringonkukkien sienikannat voivat myös siirtyä lupiineihin. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 268.)

Jauhemainen home, jonka aiheuttaa *Erisiphe polygoni* ja *Microsphaera diffusa*, ilmenee kaikilla lupiinilajeilla, joista villilupiini (*Lupinus polyphyllus*) on alttein. *Erisiphe polygoni* jaetaan kahteen alalajiin, joista *Erisiphe martii* keskittyy *Lupinus polyphyllukseen* ja *Erisiphe pisi* ilmenee laajemmin useilla palkokasveilla. Lehdet, korret ja palot peittyvät tyypilliseen valkoiseen jauhemaiseen homeeseen, kasvun koostuessa rihmastosta ja runsaasta kuroumaitiöistä. Paha tartunta johtaa kuolemaan. Länsi- ja Itä-Euroopassa home yleensä ilmenee niin myöhään kasvukaudesta, että voisi aiheuttaa merkittävää tuhoa. Välimeren ilmastossa home on va-

kavampi sairaus, kuin muissa ilmastoissa. Iso-Britanniassa *Cleistothecia* talvehtii *Lupinus polyphylluksen* kasvijätteissä ja näistä keväällä vapautuu tuuleen koteloitiöitä. Epidemiat ovat riippuvaisia suvuttomista kuroumaitiöistä, jotka leviävät uusiin kasvustoihin. Nämä itiöt vaativat korkean ilmankosteuden, mutta eivät vapaata vettä itääkseen ja tarttuakseen. *Microsphaera diffusa* tarttuu hyvin sinilupiiniin ja heikommin valko- ja keltalupiiniin. Fungisideja käytetään koristelupiineilla, mutta ei rehukäyttöön tarkoitetuilla siemenkasveilla. Luontaista resistenttiä esiintyy lupiineilla. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 266.)

Ruoste (*Uromyces lupinicolus/renovatus*) raportoitiin ensi kerran Saksassa, jolloin ilmeni identtisiä oireita lupiineilla. Aiheuttajat tunnistetaan uredoitön seinämän vahvuuden perusteella. Oransseja märkärakkuloita muodostui lehtiin ja varsiin, tavallisesti kasvien lähestyessä tuleentumisvaihetta. Vakavia sadon menetyksiä ilmenee vain, jos tartunta tapahtuu lupiinin aikaisessa kehitysvaiheessa. Merkitys on vähäinen Länsi – ja Itä-Euroopassa, mutta on hyvin yleinen sini- ja keltalupiinilla Marokossa sekä Iberian laaksossa. Kasvitautia ilmenee myös Etelä-Amerikassa, mutta ei pohjoisessa, eikä Australiassa. Systeeminen triazoli-ruiskutus on tehokas, mutta ei taloudellinen torjuntakeino. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 266.)

Fusarium-home (*Fusarium oxysporum sp. lupini*) kuvattiin Saksassa 1906 *Fusarium vasinfeetum*-nimellä ja uhkasi 1930-luvulle saavuttaessa Saksan keltalupiinin tuotantoa. Itä-Euroopassa on edelleen tärkeänä tautina lupiineilla. Taudista on kolme tyyppiä Euroopan alueella. Tyyppi 1 aiheuttaa taudin kelta- ja joillekin valkolupiinilajikkeille, mutta ei ole ongelmana sinilupiinilla. Tyyppi 2 suosii kelta- ja valkolupiineja, mutta karttaa sinilupiinia. Tyyppi 3 ilmenee sini- ja valkolupiinilla, mutta karttaa keltalupiinia. Tartunta tulee ilmeiseksi vegetatiivisessa vaiheessa, lehtien alkaessa tummentua. Selvät oireet alkavat nupulle tulon tai kukinnan aikana, kun lehdet homehtuvat, lakastuvat ja putoavat. Tässä vaiheessa tartunnan saaneet juuret ovat melkein oireettomat, lukuun ottamatta ruskeaa vyöhykettä epidermisen alla. Suonikudoksen ruskeaviivaisuus on joskus nähtävissä ylimmissä varsissa ja kosteissa oloissa, vaaleanpunainen itiömassa kehittyy suonijuoviin. Sairastunut kasvi lopulta kuolee. Yhdysvalloissa huomattiin eräiden keltalupiinilajikkeiden

olevan alttiina puuvillalla ja lehmänpavulla (*Vigna unguiculata*) ilmenevillä fusariumhomeille. Ainoa tehokas torjuntakeino on viljelykierron noudattaminen. Puolassa tehdyssä kokeessa viiden vuoden kierrolla saatiin maaperän itiöpitoisuutta laskettua voimakkaasti. Kiertoon kuuluivat ruis, peruna, kaura ja maissi. Kasvijäte toimii päätartuntalähteenä, mutta myös siemen voi levittää sientä. Tämän takia puhtaita alueita ei pitäisi saastuttaa huonolla siemenellä. Luontaista resistenssiä ilmenee viljelyssä lupiinilajikkeissa. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 267-268.)

Torjuntakeinona on viljelykierron noudattaminen, jotta itiöiden ja pahkojen määrää kyetään hallitsemaan. Resistenssistä ei ole tietoa. Valkolupiini vaikuttaa olevan sinilupiinia alttiimpi palkotartunnalle. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 272.)

Harmaahome (*Botrytis cinerea*) voi Euroopassa aiheuttaa huomattavia tuhoja valkolupiinikasvustoissa. Se tarttuu kukkiin ja palkoihin, johtuen lopulta niiden abortoitumiseen. Tosin sään on oltava tällöin hyvin kostea. Tautia on tavattu silloin tällöin myös sinilupiinilla. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 272-273.)

Tartunta näkyy suurina, hieman syvinä haavaumina haaroissa, jotka home rengastaa ja tappaa. Ominaisesti sieni etsiytyy vanhoihin haavoihin, joihin saattaa ilmesytyä suuri musta pahka samaan tapaan kuin Sclerotianilla. Suosii tiheitä kasvustoja ja heikkoa peltokuivatusta. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 272-273.)

Laajan ylläpitäjä- ja isäntäryhmän sekä sopeutuvan kykynsä takia viljelykierto on heikkotehoinen. Ei tunnettua resistenssiä. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 273.)

Taimipolte (*Pythium spp.*, *Fusarium spp.* & *Rhizoctonia spp.*) uhkaa lupiinia taimettumisen aikoina, jolloin taimi saattaa kuolla juuren tai alkeisvarren tartunnan takia. Aiheuttavat sienet ovat yleisiä kaikissa maatalousmaissa ja kasviin voi vaikuttaa useampi sieni samanaikaisesti. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 273.)



Hannaford.

Kuva 7. Taimipoltetta lupiinilla. Kuva

Alkeisvarsiin ja juuriin voi kehittyä molempia sekä kuiva että märkä haavaumia. Haavaumien väri vaihtelee punertavasta ruskeaan ja aina mustaan asti riippuen taudinaiheuttajasta sekä maan oloista. Tartunnan saanut taimi kuihtuu ja kuolee tai kasvu pysähtyy, jolloin kuolema seuraa myöhemmin kasvukaudella. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 273.)

Lupiinin kylvö syvään heikentää taimia, altistaen enemmän alkeisvarsien kudosta tartunnalle ja lisäten kuolleisuutta *R. solaniin*. Peittäus iprodionilla (kauppavalmisteet Rovral ja Rovral 75 WG) antaa jonkin asteisen tautisuojaan. Keltalupiini on alttiimpi kuin sinilupiini. Valkolupiini omaa kohtalaisen resistanssin. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 273.)

Charcoal rot (Puuhiilimätä) (*Macrophomina phaseolina*) raportoitiin ensikerran lupiineilla Euroopassa 1964 Bosniassa ja Hertsegovinassa, jossa tauti aiheutti huomattavaa tuhoa. Läntisessä Australiassa suuret alueet sinilupiinia joskus lakastuvat ja vanhentuvat nopeasti myöhäiskevällä. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 276.)

Sairastuneen kasvin paalujuuren leikkaus paljastaa mikrokalkkeumien (0,25 mm kooltaan) olemassaolon läpi johto- ja ydinsolukon, jolloin kokonaisuus antaa puuhiilimäisen ilmeen. Mikropahkat säilyvät kuivassa maassa pitkään. Ne itävät juuren pinnalla, tunkeutuvat johtosolukkoon ja lopulta katkaisevat sen. Siemenen täyttyminen heikkenee ja sadot alentuvat. Ranskassa valkolupiinilla on tartunnan todettu

johtavan pieniin ja epämuodostuneisiin siemeniin. Tautia on vaikea erottaa kii-
vuuden aiheuttamasta stressistä. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 276.)

Sienellä on yli 500 isäntäkasvia, mutta viljat eivät kuulu niihin. Sienen optimilämpö-
tila on 28-35 celsiusastetta ja vesistressi yleensä edeltää tartuntaa. (Sweetingham,
Jones & Brown 1998, 276.) Viljelykierto viljan kanssa soveltuu taudin hallintaan.

Thielaviopsis (*Thielaviopsis basicola*) on Euroopassa merkittävänä ongelmana
vain alueilla, joilla valkolupiinia viljellään tupakan, herneiden tai tomaattien kanssa
läheisessä viljelykierrossa. Tartunta tapahtuu taimivaiheessa, jolloin juuret muuttu-
vat etenevästi haavaumille kasvukauden aikana. Juuriin kehittyneet haavaumat
ovat tumman ruskeita, melkein mustia väritykseltään. Maan päällä ilmiselvää oirei-
ta ei näy, mutta lupiinit menettävät elinvoimaa. (Sweetingham, Jones & Brown
1998, 276.)

2.7.6 Kurkun mosaiikkivirus, cucumber mosaic virus, CMV

Tunnistettiin lupiinin ruskettumistaudiksi sini- ja keltalupiinilla 1935. Australiassa
sitä esiintyy pääasiassa sinilupiinilla ja Itä-Euroopassa keltalupiinilla. (Sweeting-
ham, Jones & Brown 1998, 278.) Kaikki kolme lupiinilajia omaavat jonkinasteisen
luonnollisen resistenssin virusta vastaan (Atkins ym. 1998, 82). Perry ym. (1998,
302) huomauttavat, että CMV voi olla siemenlevintäinen myös valkolupiinilla, vaika
toisaalta sanotaan, ettei CMV tartu valkolupiiniin.

Australiassa CMV:tä pidetään lupiiniviljelyn pääuhkana, sillä tuhot vaihtelevat yk-
sittäisten kasvien sadonmenetyksistä, aina laaja-alaisiin tuhoihin. Päätartuntaläh-
teenä toimii kylvösiemen, josta kasvaa virusta kantavia lupiineja. Vektoreina toimi-
vat kirvat siirtävät virusta imemällä kasvinesteitä sairaasta lupiinista ja siirtymällä
terveisiin yksilöihin (Atkins ym. 1998, 81-83).

Keltalupiinilla CMV:n oireet näkyvät nuorien lehtien kloroosina (klorofyllin puutteena),
heikkona kirjavuutena, niputtautumisena ja alaspäin kiertymisena. Pienenty-

neenä lehtikokona ja varren ruskeajuovaisuutena. Tartunnan saaneiden kasvien kasvu pysähtyy, mutta yleensä alalehdet pysyvät normaaleina. Sinilupiinin oireet ovat samanlaiset, vaikkakin hieman lievemät ja varsiin kehity ruskeajuovaisuutta. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 278.) Sairastuneet kasvit kykenevät tuottamaan siemeniä, jolloin virus säilyy ja leviää eteenpäin (Atkins ym. 1998, 81-83). Molemmilla lupiineilla siemenlevintäisyys on mahdollista, vaikka alttius onkin genotyyppiin riippuvainen, vaihdellen 5-75% viruksen siirtymävarmuuteen (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 278).



Kuva 8. Vasemmalla on kasvukauden aikana sairastunut lupiini ja oikealla siemensyntyisen taudin sairastuttama lupiini. Kuva Jones, Coutts & Kehoe.

Keltalupiinilla siemensyntyinen tartunta oirehtii kolmella tavalla: taimiin tulee kuoliota ja ne kuolevat pian taimettumisen jälkeen, heikosti kloroottisten taimien epämuodostuneet lehdet kuolevat 6-8 viikon kuluttua tai taimien, joilla on kalpeat alaspäin kiertyneet lehdet kasvu pysähtyy jossain vaiheessa ja kasvit tuottavat muutamia kukkia sekä siemeniä. Sinilupiinilla siemensyntyiset oireet näkyvät taimien kloroottisuutena ja pysähtyneenä kasvuna, joissa esiintyy heikkoa kirjavuutta ja niputtautumista. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 279.)

Ongelmaa voidaan hoitaa ja hallita neljällä eri keinolla: sientarkastuksella, kirvan torjunnalla, viljelykierrolla ja resistenssin lajikkeen jalostuksella (Atkins ym. 1998, 81-83). Sinilupiinilla tiheä kylvö auttaa, vaikka teho riippuukin kirvojen saapumisajankohdasta (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 279). Suomen olosuhteissa nousee kysymys siitä, voiko virus säilyä tai olla villilupiineissa (*Lupinus po-*

lyphyllus) tai muissa kasveissa? Onko mahdollista, että Suomi olisi vapaa-alue kyseisestä viruksesta? Siementartunnan saanut lupiinit ovat päälähde kirvojen levittäessä virusta, kun rikkakasvit toimivat toissasijaisena (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 279).

Egan, Crouch ja Hawthorne (2007) korostavat viljelykierron lisäksi, välimatkaa muihin lupiineihin sekä viljelytekniistä hygieniaa eli koneiden ja laitteiden perusteellista puhdistusta lupiinierien välillä, sekä että menetelmää, jossa lajikekohtaisesti kylvetään, hoidetaan ja puidaan yksi lajike kerrallaan.

2.7.7 Pavun keltainen mosaiikkivirus, bean yellow mosaic virus, BYMV

Tunnetaan maailmalla myös lupiinin kapealehti viruksena, lupiinin mottle viruksena, lupiinin mosaiikkiviruksena tai lupiiniviruksena (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 276). Sitä esiintyy kaikilla kolmella rehulupiinilla. Pääuhan se kuitenkin muodostaa kelta- ja valkolupiinille, koska vain näillä muodostuu sairastuneista kasveista siemeniä. Sinilupiinilla tauti leviää vain vektorien välityksellä, käytännössä kirvojen tuomana, sillä siemeniä ei muodostu kasvin kuoleman takia. (Atkins ym. 1998, 81-83.)

Oireet hieman vaihtelevat lupiinilajeilla, sillä keltalupiinilla nuoret lehdet kapenevat ja muuttuvat kalvakoiksi, samalla kun johtosuonet korostuvat heikon mosaiikin kuvioissa lehtiä. Lehtilavat käpertyvät rullalle keskisuonten mukaisesti ja lehtiasento pysyy terävässä asennossa ylöspäin. Täysi-ikäisillä lehdillä saattaa ilmetä johtosuonten korostumista. Erittäin aikainen tartunta voi johtaa täydelliseen sadon menetykseen. Kukinta-aikainen tartunta vähentää satoa noin 20 %. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 276-278.)

Valkolupiinilla johtosuonet korostuvat nuorissa lehdissä, jonka jälkeen tartunta leviää koko kasviin. Lupiinilla näkyy tällöin vakavaa kirjavuutta, lehtien epämuodostumista ja pudottamista sekä kasvun pysähtymistä. Nuorimmat lehdet saattavat kuolla. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 277.)

Tartunnan tapahtuminen vanhemmissa kasveissa kelta- ja valkolupiinilla sallii joillakin yksilöillä siementuotannon ja täten viruksen siirron (Atkins ym. 1998, 81-83). Siemenlevintäisenä syntyneen taudin oireet vaihtelevat. Keltalupiinilla esiintyy kasvun pysähtymistä, hienoa kirjavuutta, kalpeita ja kapenevia lehtiä, epämuodostumia ja kuolioisuutta kukinnoissa sekä lisääntyntä nopea sivuhaaromista. Valkolupiinilla esiintyy nuorissa lehdissä vakavaa johtosuonten korostumista, kirjavuutta, lehtien epämuodostumista ja pysähtynyttä kehitystä. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 277.)

Sinilupiinilla oireet kehittyvät siten, että nuorissa lupiineissa kuolioinen juovaisuus näkyy ensimmäiseksi nuorimmissa haaroissa ja päähaara normaalisti taipuu alas, jolloin muodostuu taudille tyypillinen ”paimensauva-oire”. Kasvava kärki kuolee, lehdet vaalentuvat, lakastuvat ja lopulta putoavat pois. Koko kasvi mustuu ja kuolee. Vanhemmissa kasveissa virus voi pysyä paikallisena muutamissa sivuhaaroissa, tuottaen samanlaisen kuolion ja mustumisen. Tällöin paimensauvaa ei kehity. Tartunna tapahtuessa palkojen muodostuksen jälkeen, haarojen kärjet kuolevat ja palot mustuvat sekä jäävät tyhjiksi. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 277; Atkins ym. 1998, 81-83.)



Kuva 9. Sinilupiinilla ilmenevä paimensauva-oire. Kuva Jones, Coutts & Kehoe.

Tartunnan saaneet palkokasvit, niin viljellyt kuin villitkin, toimivat ylläpitäjäkasveina virukselle, joista kirvat siirtävät niitä eteenpäin. Maailmalla apilat, erityisesti puna-

ja maa-apila, toimivat sinilupiinin tartuntalähteenä. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 277.)

Tärkein torjuntakeino on puhdas kylvösiemen, jonka lisäksi voidaan vaikuttaa viljelytoimenpiteillä. Aikainen tiheä kylvö auttaa perustamaan aikaisin varjostavan kasvuston, jolloin estetään kirvojen pääsy kääpiöville ja sairaille lupiineille. Viljan kylvö suojavaikokkeeksi tai houkutuskaistaksi kirvoille vähentää pellon ulkopuolelta tulevaa BYMV painetta. Sini- ja keltalupiineilla esiintyy jonkin asteista resistenssiä, mutta immuniteettia ei tunneta. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 278.)

2.7.8 CYVV, apilan keltainen suonivirus

Muista virustaudeista vain CYVV, Apilan keltainen suonivirus on taloudellisesti merkittävä uhka lupiineille. Tämä kirvoväläinen virus kykenee tarttumaan kaikkiin kolmeen lupiinilajiin. Vakavimmat oireet ovat kuitenkin kelta- ja valkolupiinilla, jopa BYMV:tä vakavammat. Sinilupiinilla oireet pysyvät samankaltaisina kuin BYMV:n. CYVV elää valkoapila-laitumilla ympäri maailmaa ja on uhka läheisille lupiineille. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 279-280.)

2.7.9 Vähäiset bakteeritaudit

Fytoplasmat ovat soluseinättömiä mollikuuttibakteereja, jotka aiheuttavat noidan luuta-häiriöksi kutsuttua tuulenpesäkasvua lupiineilla. Tšekki ja Slovakian alueilla tautia on tavattu koristelupiineilla. Oireina on sivuhaarojen ja laakaruotien nopea lisääntyminen sekä vähentynyt palon muodostus. Samankaltaisia oireita on tavattu sinilupiinilla Länsi-Australiassa, jossa sairastunut kasvi pysyy vihreänä kasvukauden loppuun saakka, kun muut tuleentuvat ja kuivuvat. Tauti sekoitetaan mangaanipuutokseen, vaikka se ei muodosta haljenneita siemeniä. Yleensä vain muutamia kasveja sairastuu, joten taloudellista merkitystä ei ole. (Sweetingham, Jones & Brown 1998, 280.)

2.8 Kasvunsäätet

Sytokiinin ruiskutus kukkivaan kasvustoon estää kukkien ja palkojen ennenaikaisen abortoitumisen (Atkins ym. 1998, 85-86). Samankaltainen tulos saavutetaan ruiskuttamalla kukinnan alkaessa etyleeniä kasvustoon. Cowling ym. (1998, 108) osittain kumoavat havainnon sinilupiinilla kukinnan aikaan tehdyn sytokiiniruiskutuksen perusteella. Ruiskutus lisäsi palkojen muodostusta, mutta palkojen painavuudesta ja siementen abortion vuoksi siemensato pieneni. Kasvunsäätet (sytokiini, gibberelliini ja auksiini) eivät kuitenkaan lisänneet kasvin kasvua tai satoa palkojen muodostusvaiheessa annettuna. Lupiineilla on pieniä sadonlisäyksiä saavutettu paklobutratsolilla (kauppavalmiste Bonzi) ja kyklopyraliinilla (ei hyväksytty Suomessa). Palonmuodostusvaiheessa annettu kasvunsäädö ruiskutus suurensi palkojen kokoa, mutta osoittautui taloudellisesti kannattamattomaksi, sillä sadonlisäys ei kyennyt peittämään aine- ja työkustannuksia. (Gladstones, Atkins & Hamblin, 1998.) Näin ollen oikea-aikaisella kasvunsäädö ruiskutuksella voidaan tavoitella suurempaa satoa, kunhan tätä ei tehdä liian myöhään – ruiskutusajanjakso on kuitenkin hyvin pieni, jolloin sääolojen aiheuttama riski on suuri.

Cowling ym. (1998, 107) toteavat, että gibberelliinillä voi vaikuttaa lupiinin pituuskasvuun lyhentämällä kasvin solmuvälejä. Kasvunsäätöillä käsittely ei vaikuta päähaaran lehtien määrään, kokoon tai lehtipinta-alaan (Gladstones, Atkins & Hamblin, 1998). Tuloksena on lyhyempikortinen lupiini, joka ei lakoudu. Tosin käsittely kasvunsäätöillä voi olla tarpeeton, sillä moniin rehulupiineihin on jalostettu kääpiöivvyys.

2.9 Ravinnepuutteet

Longneckerin, Brennanin ja Robsonin (1998, 137-141) mukaan lupiineilla tärkein hivenravinnepuute on mangaanin aiheuttama. Mangaanin puutetta esiintyy eniten sinilupiineilla, valko- ja keltalupiini ovat kestävämpiä. Puutosoireet ilmenevät sinilupiinilla harvoin vegetatiivisessa vaiheessa, vaan painottuvat siementen täyttymiseen, jolloin ne halkeilevat. Keltalupiinilla oireita ilmenee lehdissä, mutta siemenet

halkeilevat vähemmän. Syyt, miksi sinilupiinilla mangaanin puutetta esiintyy herkemmin, ovat kasvin heikko mangaanin otto ja ravinteen huono mobilisaatio lehdistä siemeniin. Palkojen sisällä kypsyttömien siementen kuori halkeaa kohdasta, joka on kauimpana palon kiinnittymiskohdasta ja sirkkalehdet jatkavat kasvamistaan pullistuen siemenkuoresta ulos. Monet epäkypsät siemenet, jotka eivät halkea, lopettavat kehityksen ja kuivuvat sekä kutistuvat pois. Muut siemenet jatkavat kehittymistään normaalisti ja omaavat suuremman mangaanipitoisuuden kuin haljenneet tai värittömät siemenet. Mangaanin puutetta voi estää lannoituksella kylvön yhteydessä, kasvustoruiskutuksella ($MnSO_4$) päähaaran palkojen ollessa 2 – 3 cm pitkiä tai kylvösiemenen kuorruksella. Kuorruhteissa MnO_2 on vähemmän myrkyllinen itämiselle, kuin MnO_4 , joka viivästyttää taimettumista, vaikka ei vähennä lopullista taimettumismäärää.

2.10 Sadonkorjuu

Suomalaisessa kokeessa saavutettiin suurin kuiva-ainesato syyskuun alussa (5860 kg/ha), jonka jälkeen sadon laatu ja määrä pysyivät pitkään samoina (Simojoki 1988, 9-11). Kokeessa kasvusto korjattiin kokoviljasäilörehutyypillisesti koeruu-
tupuumurilla, joten varsinainen käytännön korjuuta tilatason koneilla ei ole tehty. Briggs (2008, 167) suosittelee kokoviljasäilörehun tekoa kun kasvuston kosteus saavuttaa 30 %:n kosteuden.

Egan, Crouch ja Hawthorne (2007) pitävät myöhästynyttä siemensadonkorjuuta uhkana sadolle ja laadulle. Ongelmat aiheutuvat palkojen halkeamisena, tautien ja korjuuvaurioiden lisääntymisenä. Siemen tulisi siksi korjata tuleentuneena ja välttää ylituleentumista, jolloin mekaaninen vahinko syntyy helpommin. Oikea ajankohta puinnille on siementen kosteuden ollessa mahdollisemman matala ja lupiinien alempien haarojen ollessa vielä hieman vihreitä (Perry ym. 1998, 320).

Vahingoittuneiden siementen käyttö kylvösiemenenä johtaa suurempaan määrään epänormaaleja taimia. Vahingoittuneilla taimilla esiintyviä ongelmia ovat yhden tai molempien sirkkalehtien irtoaminen sekä alkeisvarren tai siemenjuurten katkeami-

nen. Ongelmaa lisää vielä se, että tämän tyyppistä vahinkoa ei siemenkuoresta voi nähdä. Viljaan verrattuna lupiinin siemen on suhteellisen suurikokoinen ja lajeittain vaihtelevan muotoisia, jotka altistavat siemenen vahingoittumiselle puinnissa, kuljetuksessa ja muussa käsittelyssä. Lupiinit voidaan korjata normaaleilla puimureilla, jolloin korjuutappiot ovat noin 5-10% sadosta. Tämä johtuu tuleentuneen lupiinin jäykästä ja kovasta rakenteesta, josta leikkuuterä ja syöttörumpu irrottavat palloja sekä siemeniä. Puinnissa kuitenkin menetetään korkean sulavuuden omaavat pienet siemenet ja palkomateriaali. (Perry ym. 1998, 297-320.) Kokoviljasäilörehukorjuussa nämäkin komponentit saataisiin mukaan.

Puinnissa pitää käyttää hellävaraista tekniikkaa: alhainen puintikelan pyörimisnopeus ja suuri puintiväli (Perry ym. 1998, 297). Herneen viljelystä saatujen kokemusten mukaan alkuasetukset puimurissa kannattaa asettaa seuraavasti (Taulukko 2):

Taulukko 2. Herneen puinnin alkuasetukset Kiviniemen (1986) mukaan.

Kohde	Säätö
Puintikelan kehänopeus	15-20 m/s
Varstasillan poistoväli	12-15 mm
Varstasillan syöttöväli	20-30 mm
Siemenseulan läppäväli	10 mm
Siemenseulan reikäkoko	12-16 mm
Ruumenseulan läppäväli	12-15 mm
Puhaltimen ilmamäärä	Suuri

Tosin käytännöllisemmät alkuasetukset käyvät myös, kuten härkäpavulla (*Vicia faba*) käytetyt: varstasilta ja seulasto täysin auki, puintikelan kierrokset mahdollisimman alas sekä tuuli täysille (Huhtaniemi 2009, 18). Puintia helpottaa kylvö tiheään, sillä kasvustot ovat korkeampia, yhtenäisempiä ja tuleentuvat tasaisesti (Perry ym. 1998, 306). Jyräys kylvön jälkeen helpottaa puintia, sillä lupiinit herneen tapaan kasvavat lähellä maanpintaan.

Kuivaus tehdään 14 prosentin kosteuteen (Briggs 2008, 167). Lupiinien kuivauksessa voidaan soveltaa herneelle ja härkäpavulle tehtyjä ohjeita. Herneellä kylmäilmakuivaus lisälämmöllä on lämminilmakuivausta parempi. Kylmäilmakuivurissa on varottava lisälämpöä käytettäessä puhallusilman yli 35 celsiusasteen nou-

sua. Lämminilmakuivauksessa jatkuvatoiminen kuivaus ja varsinkin kierrätys saattaa vahingoittaa hernetä. Yli 20 %:n kosteudessa kuivauslämpötila ei saisi olla nousta yli 40 celsiusasteen. Alle 20 % 45 celsiusastetta on hyvä. Herneellä voidaan myös käyttää vaihekuivatusta, jossa herne-erää kuivataan 3-4 prosenttiyksikköä kuivemmaksi ja jäähdytetään vähintään neljä tuntia ennen jatkamista. (Kiviniemi 1986, 7-8.)

3 RUOKINNALLINEN ARVO JA REHUKÄYTÖN ONGELMAT

Alkaloidit ovat yksi rajoite lupiinien rehukäytölle. Lupiinien alkaloidipitoisuutta on vähennetty jalostuksella, silti niitä riittää edelleen. Cowling, Huyghe ja Swiecicki (1998, 95) pitävät kitkerien lupiinien ongelmana sitä, että markkinoilla ei ole selvää tarvetta tai arvoa alkaloidisille tuotteille. Toiseksi huoleksi nostettiin rehuteollisuuden kiinnostuksen loppumisuhka, jos huonoja siemeneriä ilmaantuisi. Teknisesti on mahdollista käsitellä kitkerien lupiinien siemeniä, jolloin niistä voidaan erottaa valkuainen ja kuitu sekä puhdistaa alkaloidit.

Cowling ym. (1998, 112) mukaan jalostuksessa keskitytään alkaloidipitoisuuksien laskemiseen. Esimerkiksi Australiassa uusien lajikkeiden rajana on 0,02 %, joka mahdollistaa lupiinien käytön ihmisravinnoksi suurempina annoksina. Lähes kaikissa lupiineissa on kuitenkin korkea oligosakkaridipitoisuus, joka voi estää laajan käytön ihmisravinnoksi. Jalostuksellisesti lupiineiden laadussa on siis vielä paljon parantamisen varaa. Tosin uusimmissa lajikkeissa on enemmän valkuaista kuin herneessä ja pavuissa (Taulukko 3) (Briggs 2008, 163).

Longnecker, Brennan ja Robson (1998, 130) kertovat rehulupiinien kuparipitoisuuden olevan korkein keltalupiinilla, matalin valkolupiinilla ja sinilupiini sijoittuu näiden kahden väliin. Lupiineilla on kaikkien palkokasvien tapaan hyvin vähän rikkipitoisia aminohappoja, jotka heikentävät valkuaisen laatua eläinten kannalta. Lupiinien käyttöä rehuna hankaloittaa myös ristipölytys.

Varsinkin Australiassa lupiini on laajasti käytetty valkuais- ja energialähde karjalla. Palkokasvina, lupiini on hyvä valkuaislähde niin märehitijöille kuin yksimahaisillekin. Raakavalkuaista on kuiva-aineesta 20-45 %. Alhainen tärkkelys ja korkea käymäkelpoinen hiilihydraatti tekevät lupiinista hyvän rehukasvin märehitijöille, josta seurauksena on matalan asidoosin yleisyys ja erinomainen mikrobien käymisen lisääjä. Raakakuitua lupiineilla on 10-15 %, josta on hyödynnettävissä olevaa ruokakuitua (oligosakkaridit ja ei-tärkkelyspitoiset polysakkaridit) yli 40 %. (Edwards & van Barneveld 1998, 385; Briggs 2008, 162;164; 391; Partanen 2001, 74).

Taulukko 3. Briggsin (2008, 164) mukaan Iso-Britannian lupiinilajien rehuarvot.

Kuiva-aineesta	Valkolupiini	Sinilupiini	Keltalupiini
Valkuais-%	36-40	31-35	34-42
Öljy-%	10	6	4
Energia ME (MJ/kg)	15,5	13,5	13
Sato (tn/ha)	3,5	2,5-3	Ei tietoa
pH:n sieto	5-7,9	5-7,0	4,8-7

Lupiinien energiapitoisuudet vaihtelevat lajikkeittain (Edwards & van Barneveld 1998, 391).

3.1 Siemensadon laatu ja käyttökelpoisuus

Lupiinien korkea raakakuitupitoisuus johtuu vahvasta siemenkuoresta. Keltalupiineilla siemenpainosta on noin 30 % raakakuitua, sinilupiinilla 25 % ja valkolupiinilla 15 %. Siemenissä on vaihteleva öljypitoisuus sekä lisäksi oligosakkarideja ja ei-tärkkelys polysakkarideja. Huomattavaa on, etteivät lupiinien siemenet sisällä tärkkelystä. Valkolupiinilla on huomattu genotyypin ja viljelypaikan vaikuttavan öljypitoisuuteen, jolla on negatiivinen vaste valkuaispitoisuuteen ja oleiinihappoon. Sinilupiinilla samanlaista vaikutusta öljypitoisuuteen ei ole saatu. (Pettersson 1998, 354-356.)

Lupiinin valkuainen koostuu globuliinista, jonka osuus on 85 % ja albumiinista, jota

on 15 %. Lupiinilla on puute lysiinistä ja metioniinista (Pettersson 1998, 354-356). Lupiinin fosforipitoisten aminohappojen taso on suhteellisen matala. Rikkipitoisista vähiten on metioniinia ja kysteiniä. Arginiinin määrä on korkea (Edwards & van Barneveld 1998, 385; 387).

Fosforia (3-5,1 g/kg), kaliumia (8,1-9,8 g/kg) ja kalsiumia (1,5-2,2 g/kg) lupiinissa on saman verran kuin herneessä, mutta vähemmän kuin soijassa. Magnesiumia lupiinissa on 1,4-2,1 g/kg. Mineraalisältöön vaikuttaa genotyyppi, mutta myös viljeltävä pelto. (Pettersson 1998, 358-361.)

Alkaloideista valkolupiinilla on lupaniini ja 13-hydroksilupaniini sekä muutamissa eurooppalaisessa lajikkeessa sparteiinia. Sinilupiinilla on kahden ensimmäisen lisäksi angustifoliini. Keltalupiini sisältää lupaniinia, kytosiinia ja graminiinia. Allenin (1998, 412-413) mukaan sparteiini ja lupaniini ovat lupiinin myrkyllisimpiä alkaloideja. Rehulupiineissa on hyvin vähän alkaloideja, sillä sinilupiinissa on alle 200 mg alkaloideja, kun villimuodoilla on 5-40 g, riippuen lajista ja kasvuoloista (Pettersson 1998, 361-363). Lupiinien alkaloidipitoisuudet sisällöltään ja suhteelliselta osuudeltaan voivat vaihdella lajikkeiden, kasvukausien ja kasvupaikan välillä. Kokonaispitoisuudet voivat vaihdella 0,01-4 % riippuen kasvilajista ja kasvin osasta. Pääsynteesipaikkana alkaloideilla on juuristo, josta johtosolukko siirtää alkaloidit kasvin ylempiin osiin. Suurimmat keskittymät ovat täysi-ikäisissä siemenissä. Luonnollisissa oloissa lupiinin aiheuttamia myrkytyksiä on todettu lampailla, hevosilla, naudoilla, vuohilla, sioilla ja hirvillä. Alkaloidimyrkytyksen oireet vaihtelevat lajeittain: lampaiden kuolemasta aina sikojen ruokahaluttomuuteen ja oksenteluun. (Allen 1998, 411-412.)

Antiravinteista lupiineissa on vielä phytaattit, tanniinit, saponiinit, inhibiittorit ja lektiinit. Phytaatti muodostaa kalsiumin, kuparin, koboltin, magnesiumin ja sinkin kanssa imeytymättömiä yhdisteitä, jolloin kyseiset ravintoaineet eivät ole käytettävissä. Phytaattia voidaan kuitenkin käsittelyllä vähentää. Lisäksi phytaasia on lupiinissa vähemmän kuin vehnässä, ohrassa tai soijapavussa. Tanniinit aiheuttavat lupiineissa kitkerän maun ja kykenevät suojaamaan valkuaista, estämällä mahaentsyymien toiminnan. Eniten tanniineja on lupiinin siemen kuorissa, joten kuorimalla

niiden määrää saadaan vähennettyä. Saponiinit ovat pahanmakuisia ja aiheuttavat punasolujen tuhoutumista. Lupiineilla saponiineja on vähemmän kuin monilla muilla lajeilla. Inhibiittoreista lupiinilla on trypsiini ja kymotrypsiini, joita esiintyy erittäin vähän sinilupiinilla. Yleensä inhibiittoreita esiintyy lupiineissa muita palkokasveja vähemmän. Trypsiiniä on alle 0,01-0,28 mg/g sinilupiinilla, kun valkolupiinilla on 0,1-0,2 mg/g. Kymotrypsiinia sinilupiinilla on alle 0,01-0,59 mg/g. Lektiinit eivät ole pienen määränsä takia ongelma. (Pettersson 1998, 364-365; Allen 1998, 422-423.)

3.1.1 Rehuarvo märehijöillä

Lupiinin siemen on erityisen hyödyllinen märehijöille, sillä se omaa korkean valkuais- ja energiapitoisuuden sekä matalan riskitason vaihtoehtoisiin täydennyksiin verrattuna. Lupiineilla ohitusvalkuaisen määrä vaihtelee siemenen käsittelyn ja ruokintatavan mukaan. Monessa tapauksessa ohitusvalkuaisen määrä on matala ja aminohappokoostumus on vaatimaton verrattuna soijaan. (Edwards & van Barneveld 1998, 398-399.)

Huolimatta tärkkelyksen vähäisyydestä, hiilihydraatit tarjoavat helpon energialähteen. Jälkön (2006, 31) mukaan sinilupiinissa on tärkkelystä alle 100 g/kg ka. Nämä hitaammin käyvät hiilihydraatit eivät johda niin herkästi happamaan pötsiin. Lupiinia voidaan syöttää vapaasti laiduntavalle karjalle. Viljan korvaaminen lypsylehmillä ja lihakarjalla onnistuu hyvin seoksissa viljan kanssa, vaikka lupiini onkin liian arvokasta rehua lihakarjalle. Nuorelle lihakarjalle annettuna korkeat lupiinimäärät voivat johtaa korkeaan viljan syöntiin, ilman hitaampaa kasvun vaihetta. Lupiinin määrä ruokinnassa riippuu valkuaisen saatavuudesta muista rehuista ja eläimen tarpeesta sekä kustannustehokkuudesta. Käytettävyyden takia, nautakarjalle kannattaa siemenet jauhaa tai rikkoa, vaikka lampaille syötetään kokonaisia siemeniä ilman ongelmia. Lampaille voidaan lupiinin siementä käyttää täydentämään matala arvoista korsirehua. Ruokintavaste vaihtelee korsirehun laadun mukaan. Elopainon lisäys 1 grammalla lupiinin kuiva-ainetta on 0,2-0,8 g. Tuotosvasteet ovat viljaa parempia. Lupiini on kaikkein käyttökelpoisin lammastuotannossa vieroitetuilla karitsoilla, kasvavilla lampaila, lihotuseläimillä, kantavilla ja

imettäville lampaille. Laiduntaville lampaille lupiinia annetaan myös hedelmällisyyden ja lisääntymiskyvyn parantamiseksi. Pässeille 200 g/pv kahdeksan viikkoa ennen parittelua kasvattaa kivesten kokoa ja hedelmällisyyttä, kun uuhilla 400-500 g/pv kaksi viikkoa ennen ja jälkeen parittelun omaavat korkeamman karitsoimisasteen. (Edwards & van Barneveld 1998, 400-403.)

Siementen laadussa tärkeitä tekijöitä ovat pehmeys, fyysinen ehjyys, ravintosisältö, siemenen koko, itävyys ja vapaus siemen levintäisestä sieni- tai virustaudista. Erikoisin kohta koskee siemenen kokoa, josta Perry ym. (1998, 301) toteavat, että sadon muodostukseen ei merkittävästi vaikuta siemenen koko (Perry ym. 1998, 297). Ilmeisesti siemenlähde vaikuttaa lupiinin kasvuun ja voi vaikuttaa siemensaatojen eroihin ravintosisällössä, virus- tai sienitautien esiintymisessä tai vahingoituneiden siementen itämisessä. Tosin kokeissa siemenlähteellä ei ole saatu käytännöllistä arvoa (Perry ym. 1998, 301).

Vuohilla lupiininsiemenen ja öljyrapsin yhteiskäyttö ruokinnassa tyrehtyi kasvua (Allen 1998, 424). Lupiinin tärkeimmät rajoitteet märehijöiden ruokinnassa on suhteellinen hinta, lupinoosi ja ravinteiden epätasapaino; fosforin, kalsiumin, metioninin ja ohitusvalkuaisen puute. Lupiini täydentää hyvin tilanteissa, joissa energia ja/tai käymiskelpoinen typpi ovat päärajoitteet. (Edwards & van Barneveld 1998, 404.)

Lupiinin siemenen tärkkelyksen vähäisyys tai puute on hyvä märehijöiden kannalta, sillä happaman pötsin mahdollisuus on pienempi. Kuitenkin lupiinia kannattaa lisätä märehijöille hitaasti, koska nopeat ruokintamuutokset ovat aiheuttaneet kuolemantapauksia naudoilla ja lampaille. (Allen 1998, 425.)

3.1.2 Rehuarvo yksimahaisilla

Lupiinin siemenkuori rajoittaa ravintoarvoa yksimahaisilla. Kuoriminen tilatasolla ei kuitenkaan kannata taloudellisesti, ellei kuorijätettä voida syöttää märehijöille. Si-oilla lupiinin ydin on arvokkain valkuaisen ja energian lähde. Kuoriminen lisää ly-

siinin ja bruttoenergian sulavuutta. Kuumennuksella ei ole saavutettu hyötyä. Myös siipikarja hyötyy lupiinin prosessoinnista. Alkaloidit ovat tärkein antiravinnollinen tekijä yksimahaisten lupiiniaruokinnassa, vaikka nykylajikkeet sisältävät niitä luonnontilaisiin verrattuna hyvin vähän. (Edwards & van Barneveld 1998, 394; 397.) Partasen (2001, 74) mukaan lupiinin kuitu sulaa hyvin ainakin sioilla.

Yksimahaisille tuottaa ongelmia myös lupiinin sisältämät oligosakkaridit, joita ne eivät pysty sulattamaan. Oligosakkarit aiheuttavat ruuansulatusvaivoja. Allenin (1998, 422) mukaan huuhtelukäsittelyllä ongelma voidaan poistaa. Sikojen osalta on vähän tietoa ei-tärkkelyspitoisten polysakkaridien vaikutuksesta. Korkeat määrät voivat haitata ruuansulatusentsyymejä, heikentämällä lysiniin ja energian sulavuutta. (Edwards & van Barneveld 1998, 391.)

Sinilupiinia voidaan turvallisesti antaa porsaalle, kasvavalle ja täysi-ikäiselle sialle 10-40 % ruokavaliosta, annoksen noustessa lisääntyvän iän myötä. Emakoille annoksesta voi olla 10-30 % lupiinia. Annosten alkaloiditasot ovat tällöin 10-80 mg/kg. Lupiini ei vaikuta negatiivisesti teuraslaatuun. (Pettersson 1998, 365-367.) Edwards ja van Barneveld (1998, 386) huomauttavat, että Australiassa sini- ja valkolupiinia ei käytetä sikojen ruokintaan, koska yli 15 % annoskoot vähentävät sikojen syöntiä. Hieman myöhemmin he kuitenkin kirjoittavat tutkimuksista, joissa soijapapu korvattiin sinilupiinilla vehnäperustaisessa ruokinnassa. Tässä kokeessa porsaat (6-20 kg) pystyivät sietämään yli 43 % lupiinin siemen annosta, ilman kasvun heikentymistä. Yli 25 kilosta aina teurasikään asti sinilupiinia voitiin antaa yli 37 % ilman ongelmia. Lisäksi sikojen kasvutulokset parantuivat, kun korkeilla lupiinimäärillä mukaan annetaan helposti sulavaa energiaa. (Edwards & van Barneveld 1998, 394-395.) Partasen (2001, 74) mukaan porsaiden ja emakoiden rehusa voi olla lupiinia 10-15 % asti, mutta lihasioilla määrä voi olla 20 %:n asti. Suomalainen suositus lihasioille on valtavan korkea, kun verrataan sitä edellä esitettyyn ja McDonald ym. (2002) antamaan suositukseen; vain 5 % lupiinia ruokannoksesta. Tämä voi johtua lupiinin siementen muita korkeammasta öljypitoisuudesta, sillä suuret käyttömäärät pehmentävät silavaa ja heikentävät teuraslaatu, altistamalla hapettumiselle (Partanen 2001, 74; Jälkö 2006, 31). Tosin myöhemmissä suomalaisissa julkaisuissa suurin suositeltu sinilupiinimäärä oli 10 % ja pie-

nin 5 %, joka tarjottiin yli 55 kg lihasioille sekä tiineille emakoille (Jälkö 2006, 31).

Allenin (1998, 413) mukaan sikojen ruokahaluttomuus näkyi, kun alkaloideja oli 0,033 % koko annoksesta. McDonaldin ym. (2002) mukaan alkaloidipitoisuuden pitää olla alle 0,6 g/kg kuiva-ainetta, jotta siitä ei aiheudu eläimille vaaraa. Myös mangaanipitoisuuden ollessa 500 mg/kg alensi ruokahalua ja tätä kautta kasvunopeutta. Varsinkin valkolupiinilla ja niistä matalan alkaloidipitoisuuden omaavilla on taipumus kerätä tehokkaasti mangaania siemeniinsä. (Allen 1998, 424.) Mangaanimyrkytys voi johtaa sioilla ruokahalun menetykseen, lievään myrkytykseen ja alentuneeseen kasvuun. Sama vaara piilee myös keltalupiineissa, jotka ovat myös hyviä mangaanin ottajia. Sinilupiini kerää heikommin mangaania, joten sian kannalta mangaanin liiallinen kertyminen sinilupiiniin on epätodennäköisempää. Pääasia on tuntea rehukasvi ja välttää antamasta liian suurta kerta-annosta. (Longnecker, Brennan & Robson 1998, 138.)

Australiassa lupiineja käytetään kaikilla muilla eläinlajeilla. Aminohappo metioniinin lisäys vaikutti kasvuun suotuisasti 21-35 kiloilla sioilla vilja-lupiiniruokinnassa. Lysiinin käyttökelpoisuus sioilla on 55-70 %, jopa 80 %, mutta ongelmana on luku- ja viljelylajikkeet. (Edwards & van Barneveld 1998, 387-388.)

Siipikarjalle lupiinin aminohapot ovat hyvin hyödynnettävissä, varsinkin lysiini. Metabolista energiaa lupiineilla on vähemmän (9,6-7,2 MJ/kg ka) kuin peltoherneellä (10,8 MJ) ja härkäpavulla (11 MJ), kun annosmääränä on 475 g/kg. Lupiinien oligosakkaridien tai polysakkaridien antiravinteellisuudesta on vähän kirjallisia todisteita, vaikka viljojen polysakkaridien tiedetään olevan vahingollisia broilereille. Syötettäessä lupiineja 100, 200 ja 300 g/kg sorgumi-kaseiini ruokavaliolla siipikarjalle, ei saatu energiatuloksiin eroja. Alkaloidit aiheuttavat siipikarjalle vähemmän ongelmia kuin sioille. Munituskanoilla sinilupiiniannos 10-30 % metioniinilla täydennettynä ei aiheuttanut munintatappioita. Valkolupiinia annettiin yli 30 %, eikä merkittävää vaikutusta havaittu tuotannossa tai laadussa. Häkkimunittamossa voidaan käyttää ruokinnassa 25-35 % lupiineja. Vaikka broilerit sietävät aina 22 yli 25 % lupiineja ruoka-annoksessaan, niin yli 10 % ei pitäisi mennä. Tämä johtuu ulosteiden muuttumisesta märiksi ja tahraavaksi ilmeisesti polysakkaridien takia. Tästä

aiheutuu terveystriski kuivikkeeseen kostumisen, ammoniakkin lisäävän hengitysongelmien ja kokkidioosin kautta. Myös teuraslaatu saattaa kärsiä. (Edwards & van Barneveld 1998, 388; 390; 393-396.)

Sinilupiinilla on 272-376 g raakavalkuaista kilossa, kun valkolupiinilla on 291-403 g raakavalkuaista kilossa (Edwards & van Barneveld 1998, 386). Lupiinit sisältävät bruttoenergiaa 12,3-15,3 MJ/kg, kun siemenet ja siemenytimet sisältävät 15,4-16,6 MJ/kg. Polysakkaridien takia bruttoenergia ei ole sopiva mitta, joita on varsinkin siemen ytimessä. (Edwards & van Barneveld 1998, 389-390.)

Phomopsiinien aiheuttama lupinoosi siemenien kautta saatuna tarjoaa minimaalisen uhan, sillä vasta erittäin voimakkaasti saastuneet siemenet ovat aiheuttaneet lampaiden kuolemia. Myrkyllisyys on huomioitava, kun koko siemensadon väriytyminen on normaalia vaaleampi. (Allen 1998, 415-416.)

3.2 Koko kasvi

Iso-Britanniassa lupiineja pidetään typensidontaan ja rehukasviksi sopivina. Rehukasvina käyttömuoto on säilörehu. Viljan ja lupiinin seos kokoviljasäilörehuna on myöhäisissä sekä kosteissa oloissa varmempi vaihtoehto. (Briggs 2008, 69-70; 165.) Suomen oloissa lupiinin tarkastelu säilörehukasvina saattaa olla realistisin ajatus.

3.2.1 Rehuarvo märehijöillä

Australiassa *Phomopsis* on pääsääntöinen ongelma lupiinipelloilla laiduntavilla lampaille, joilla voi aiheutua kuolemaan johtava olotila. Lupinoosiksi kutsuttua sairautta on raportoitu myös naudoilla, vuohilla, hevosilla, sioilla ja koeluontoisesti kanoilla sekä ankoilla. Luettelomaisesti alimmasta eläinlajista kestävimpiin ovat lampaat, vuohet, naudat ja siat. Sienen myrkytys sitoo tubuliinin, joka johtaa maksan rasvan suodatuksen peittämiseen ja usein kuolemaan. Myrkytys on myös ha-

vaittu liittyvän myöhäisen raskauden aikoihin keskenmenoihin lampailla ja naudoilla sekä uuhilla alkioden kuolemaan aikaisessa raskauden vaiheessa. Sairaudella on yhteys villan tuotannon heikkenemiseen ja nälkiytymisketoosiin naudalla. Myös valoherkkyttä on usein naudoilla havaittu, mutta harvemmin lampailla. Keinoina voivat olla resistenssin jalostus ja lajittelu, sairaat siemenet pienempiä ja kevyempiä. (Petterson 1998, 368-370; Allen 1998, 414.)

Kokoviljasäilörehu. 1980-luvulla tehdyissä viljelykokeissa vertailtiin kokoviljasäilörehusatoja härkävavun, herneen, italianraiheinän ja lupiinin kesken. Onnistuessaan lupiini kykeni kokonaissadossa kilpailemaan härkävavun kanssa, mutta yleensä lupiinisadot jäivät muita alhaisemmaksi. Sadon aleneminen oli rikkakasvien aiheuttamaa. Raakavalkuaista raiheinässä oli eniten, noin 23 % kuiva-aineesta. Härkävavu ja lupiini sisälsivät yli 20 % raakavalkuaista, kun herne jäi noin 15 %. Raakakuitua lupiinit sisälsivät muita enemmän. Raakarasvaa lupiineissa oli enemmän kuin herneessä ja härkävavussa, mutta vähemmän kuin raiheinässä. (Simojoki 1988, 19.)

Simojoki (1988, 9-11) havaitsi kokoviljasäilörehun sadon tyyppipitoisuuden laskevan syksyä kohti, mutta kokonaisvalkuaissadon lisääntyvän kasvavan kuiva-ainemäärän ansiosta. Samalla kuitenkin raakakuitupitoisuus nousee voimakkaasti (Taulukko 4).

Taulukko 4. Simojoen (1988) niittoaikakokeet.

Niitot	Tyyppi-%	Raaka- kuitu-%	Valkuaissato, kg/ha	Kuiva-ainesato, kg/ha
1. Niitto	3,39	20	66	1800
2. Niitto	3,17	25,5	98	2990
3. Niitto	2,83	30	179	5860

Simojoki (1988, 9-11) päätteli, että tuoresato kannattaa korjata vasta, kun pää- ja sivuhaarat muodostavat palkoja. Palkojen osuus sadosta on yli 50 %, jonka ansiosta syöntilaatu heikkenee hitaasti. Tällöin korjuu tapahtuu syyskuun puolella, jolloin peltolohkon kuivatuksen toimivuus on tärkeää. Lupiinien erilainen kehitysrytmi tuli kokeissa esille, sillä valkolupiini (lajike Wat) osoittautui sini- (lajike Turkus) ja

keltalupiinia (lajike Topaz) nopeammin kehittyväksi. Lisäksi lupiinien kyvyssä sie-
tää varhaista korjuuta oli selvä ero (Taulukko 5).

Taulukko 5. Simojen niittokokeet: varhainen niitto (15.7).

Kasvit	Ensimmäinen niitto, kg/ha	Odelma, kg/ha	Kokonaissato syyskuussa, kg/ha
Sinilupiini	1190	570	4770
Keltalupiini	600	3320	5690

Gladstones (1998, 27-29) mainitsee saksalaisten kokemusten perusteella, lupinoosin uhkatekijänä lupiinikasvuston rehukäytössä. Longnecker, Brennan ja Robson (1998, 138) varoittavat matalan alkaloidipitoisuuden omaavista valkolupiineista, joiden korkea mangaanipitoisuus saattaa lampailla aiheuttaa ruokahalun menetyksen, lievän myrkytyksen ja alentuneen kasvun. Kun vältetään liian suurta kerta-annosta, niin ongelmia ei pitäisi syntyä.

4 REHULUPIININ VILJELYKOE ETELÄ-POHJANMAALLA 2010

Koe toteutettiin kaikilla kolmella rehulupiinilajilla, joista kuitenkin kyettiin saamaan vain kolme lajiketta. Alla oleva koekuvaus ei missään tapauksessa kerro koko totuutta lupiinilajien kyvyistä, ainoastaan yleispiirteitä lajeista ja yksityiskohtia lajikkeista.

4.1 Aineisto ja menetelmät

4.1.1 Paikka, maalaji ja viljavuustiedot

Koe toteutettiin Etelä-Pohjanmaalla Ylihärman Kosolan kylässä, nykyisessä Kauhavan kaupungissa, kesän 2010 aikana. Koealaksi valittu lohko on pinta-alaltaan 1,06 ha ja sen esikasvina oli riistalaidun, joka täytyi keväällä kyntää. Tilakeskuksesta noin kolmen kilometrin päässä sijaitseva, hankalan muotoinen lohko on tilan peltoja. Aikaisemmin loholla on viljelty ohraa (2008) ja kauraa (2007).

Lohkolta otettiin 2.5.2010 liukoisen typen näyte, joka analysoitiin Proagria Etelä-Pohjanmaan toimitiloissa, Seinäjoella. Näytteen mukaan maassa oli 11 kg nitraattityppeä hehtaarilla. Ammoniumtyppeä ei löytynyt.

Lohkoa on kalkittu dolomiitilla kahteen otteeseen vuosina 2007 5 tn/ha ja 2008 4 tn/ha. Viljavuusanalyysin tulos lievensi pelkoa lupiinille liian korkeasta pH:sta, sillä pH ja kalsium olivat pysyneet maltillisina lupiinin kannalta (Taulukko 6).

Kalsiumköyhyys johtuu todennäköisesti kalkin sisältämän kalsiumin vähäisyydestä. Toinen asia mikä yllätti, oli kaliumin heikko tilanne. Tässä syynä voi olla liian vähäinen kaliumlannoitus useana vuonna saatuun satoon nähden, jolloin maa yksinkertaisesti köyhtyy kaliumista, kun sitä ei lannoiteta tasapainoisesti.

Taulukko 6. Koealueen maa-analyysin tiedot.

Taipale	Sarake1	Arvosana
Maalaji	mHHt	
Johtoluku	1,3	
pH	6	Tyydyttävä
Fosfori	9,1	Tyydyttävä
Kalium	36	Huono
Kalsium	966	Välttävä
Magnesium	129	Tyydyttävä
Kupari	7,5	Hyvä
Mangaani	19	Välttävä
Sinkki	4,4	Tyydyttävä
Rikki	14	Tyydyttävä

4.1.2 Kokeen perustaminen ja hoito

Lohko kynnettiin 13.5.2010 Kuhnin nelisiipisillä paluuauroilla, joka oli varustettu esiauroin ja veitsileikkurein. Kylvömuokkaus tehtiin 14.5.2010 Väderstadin 5,8 metrisellä jousipiikkiäkeellä, jossa oli etulata ja jälkihara. Äestys tehtiin kolmeen kertaa, jotta maa muokkautui hyvin ja tasaisesti.

Kasvinsuojelu. Lupiinin puhdaskasvustot ruiskutettiin Ylön 12 metrisellä ruiskulla, jossa oli violetit, 025, matalapainesuuttimet. Suuttimien kärjissä on välilevy, joka poistaa viuhkasta hienomman pisarakoon pois. Tällöin viuhkan pisarakoko muuttuu karkeammaksi, kestäen näin paremmin tuulta, vähentämällä tuulikulkeumaa ja antaen ruiskuttajalle enemmän ruiskutusaikaa.

Puhdaskasvustot ruiskutettiin rikkakasveja vastaan 18.5.2010 Senkorilla, jonka tehoaine on metributsiini. Ruiskutettu annos oli varovainen, vain 75 g/ha ja vettä 150 l/ha. Seoskasvustot jätettiin ruiskuttamatta, koska torjunta-aineen ohjeissa kiellettiin käyttämästä seosrehukasvustoihin. Valittuun varovaiseen annokseen oli syynä australiaisten suositus metributsiinin käytöstä vain kestäville lupiinilajikkeille (Perry ym. 1998, 319; Egan, Crouch & Hawthorne 2007, 1). Tosin varoitus koski vain kasvustoon ruiskutettavaa tehoainetta, sillä australialaisten ainevalikoimissa

on tehokkaampia maavaikutteisia torjunta-aineita, joita ei Suomessa ole hyväksytty markkinoille. Heillä ei ollut täten tarvetta käyttää heikompaa metributsiinia. Toisena painavana syynä oli oma pelkoni kokeen myttyyn menemisestä liian suuren torjunta-aineannoksen takia.

Noin kuukausi kylvön jälkeen, 16.6. mennessä oli käynyt selväksi, että ennakoiva ruiskutus oli täysin epäonnistunut. Rikkakasveihin, joista määrällisesti eniten oli jauhosavikkaa, ei ollut mitään vaikutusta. Vähäisen torjunta-aineen tehottomuutta korosti riistakesantoon kylvetyt ja kynnöstä selvinneet muutamat valkoopilamättäät, joiden kasvulehtien reunoihin ilmestyi vahingoittunut alue, mutta muuten niiden kasvu jatkui ongelmitta. Toisaalta kuitenkin pystyttiin huomaamaan, että lupiinit olivat säilyneet vahingoittamattomina, joten annosmäärän nostamiseen tulevaisuudessa ei ollut esteitä.

Ilmeisesti torjunta-aineen tehottomuuteen voitiin yhdistää kaksi asiaa; maan multavuus ja pieni annoskoko. Multava maa kykeni puskuroimaan torjunta-aineen vaikutuksen, jota pieni annoskoko vahvisti. Tätä päätelmää tukee havainto, joka tehtiin koealueen ulkopuolelta, kasvinsuojeluruiskun säätöalueella. Tälle alueelle oli tullut suurempi annos torjunta-ainetta, eikä rikkakasveista, erityisesti jauhosavikasta ollut mitään ongelmia. Alueella kasvoi vielä sinilupiineja, joista ei havaittu ulkoisia torjunta-aineaurioita. Varovaisestikin arvioiden alalle tuli kaksinkertainen määrä torjunta-ainetta. Näin ollen voisi ajatella, että kylvön jälkeen tehty ruiskutus voisi olla ainakin 100 g metributsiinia/ha puhtaassa kasvustossa. Samanlainen viljelytekniikka tulee ilmi esimerkiksi perunalla, jolle Senkor on tarkoitettu. Perunapenkit ruiskutetaan suurella annoksella istutuksen jälkeen, jolloin torjunta-ainesuoja riittää aina taimettumiseen ja penkin multaukseen asti. Kun peruna taimettuu, niin tämän jälkeen rikkakasviaineiden käyttö on hyvin rajoitettua.

Vasta 28.6 tehtiin suoraan puhtaisiin kasvustoihin toinen ruiskutus metributsiinilla. Annosmäärää kohotettiin 80 grammaan ja vettä käytettiin 150 litraa hehtaarilla. Viikon kuluttua jauhosavikat olivat lehdiltään vaalenneet voimakkaasti, mutta varsinkin valkolupiinilla olivat lehdet palaneet pahoin. Sinilupiinilla esiintyi myös torjunta-aineaurioita, mutta huomattavasti heikommin kuin valkolupiinilla. Keltalu-

piinilla oireita ei näkynyt. Myöhemmin vahingoittuneet kasvustot toipuivat kasvatamalla uusia lehtiä, mutta niin teki myös jauhosavikkakin. Tuloksen perusteella torjunta olisi pitänyt tehdä aikaisemmin, jotta jauhosavikka olisi kuollut, mutta alemmalla annoksella valkolupiinin takia. Voidaan vain arvioida minkä takaiskun kesäkuun lopun ruiskutus teki kukintaan valmistautuvalla valkolupiinilla. Tosin kukkan nappuja ei ruiskutusaikana ollut vielä näkyvissä.

Elokuun alussa (1.8) ilmestyivät peltoluteet kukkiviin kasvustoihin ja vioittivat pahasti erityisesti valkolupiinia, jonka kasvupisteet tuhottiin noin kahden kuukauden ajaksi. Valkolupiinin kasvustossa oli runsaasti luteita ja hernekirvoja harvaksen. Lehdissä oli keskellä ja reunoissa syötyjä reikiä. Lisäksi lehdillä esiintyi kiemurtelevia syöntijälkiä. Vasta syyskuun lopulla uutta kasvua alkoi näkyä valkolupiinilla. Kelta- ja sinilupiinilla esiintyi myös luteita ja varsinkin keltalupiinilla ilmeni näihin aikoihin päähaarassa voimakas kehittyvien palkojen abortoituminen, joka voi olla yhteydessä luteisiin. Sinilupiinilla ei vaurioita juurikaan näkynyt, muuten kuin lehdissä syöntijälkiä. Kaikissa kasvustoissa esiintyi myös ripsiäisiä paloilla ja lehdissä muutamia hernekirvoja. Ongelmaksi luteet tulevat siksi, että niiden aiheuttama tuho on laaja ja niiden kasvustoon ilmestymisaika on keskellä kukinta-aikaan. Tällöin ei kukkivia kasvustoja voi ruiskuttaa tuholaisten torjunta-aineilla ja lisäksi luteet ovat hyvin arkoja häirinnälle eli lentävät vähäisestäkin syystä pakoon.

4.1.3 Koemenetelmät ja mittalaitteet

Siementen painon selvitys. Kolmesta lupiinista oli saatavissa vajavaiset tiedot; sinilupiini Sonetista puuttui tuhannen jyvän paino grammoina ja itävyysprosentti. Keltalupiini Misteristä uupui vain tuhannen jyvän paino, kun itävyys ilmoitettiin. Valkolupiini Lucidilla molemmat tiedot puuttuivat. Sini- ja keltalupiinin tuotanto-
maaksi ilmoitettiin Puola ja valkolupiinin Ranska.

Tämän vuoksi jouduin idättämään sini- ja valkolupiinin, joiden idätysaika siementen saantiongelmien takia vaihteli edellisen kahdesta viikosta, jälkimmäisen viikkoon. Kuitenkin valkolupiini saavutti 81 %:n itävyyden sadasta siemenestä, kun

sinilupiini saavutti 83 %:n itävyyden. Sinilupiinin siemen iti sisätiloissa huomattavan epätasaisesti ja hitaasti, kun valkolupiini iti suuremmasta siemenestä huolimatta paljon tasaisemmin ja nopeammin.

Tuhannen jyvän painon selvitin punnitsemalla jokaisesta lajista kolme sadan siemenen erää. Muutin saadun keskipainon vastaamaan tuhannen jyvän painoa kertomalla kymmenellä. Sitä käytin kylvömäärän laskemisessa.

Sinilupiinin tuhannen siemen painoksi tuli 159 g, keltalupiinin 127 g ja valkolupiinin 383 g. Yhden gramman tarkkuus riitti minulle, koska tilatasollakaan tuskin on yhtä grammaa tarkempia vaakoja käytössä.

Kasvuston tarkkailu. Kokeella pyrittiin käymään vähintään yhdeksän päivän välein perustuksen jälkeen. Tästä onnistuttiin pitämään kiinni melko hyvin. Kasvu-kauden loppupuolella, kun aktiivisin kasvuaika oli ohi ja lupiinit siirtyivät joko tuuleutumiseen tai biomassan keräämiseen, käynnit harvenivat. Toukokuussa päivät olivat 18., 21., 23. ja 27.5. Kesäkuussa käyntipäivät olivat 1., 6., 9., 11., 16., 20., 28.6. Heinäkuussa päivät olivat 6., 11., 12., 18. ja 26.7. Elokuun päivät ovat seuraavat: 1., 8., 15., 17. ja 21.8. Syyskuun aikana tehtiin vain kaksi käyntiä, koska kasvukausi oli jo loppuillaan. Syyskuun päivät olivat 4. ja 26.9. Lokakuussa tuli vain yksi käyntipäivä: 2.10.

Taimettumistiheys. Taimettumislaskenta tehtiin 1.6.2010, jolloin lämpösummaa oli kokeelle kertynyt 144 astetta. Jokaisesta kasvustosta mitattiin sattumanvaraisesti viideltä eri kohdalta, yhden metrin matkalta taimettuneiden kasvien lukumäärä. Saatu lukumäärä kerrottiin kylvörivivälin mukaan joko 4 (riviväli 25 cm) tai 8 (riviväli 12,5 cm), jotta saatiin tulos yhdelle m²:lle.

Tuoresadot. Kasvustoista otettiin (11.-12.7; 15.-17.8 ja 27.9) kolme satunnaista näytettä kustakin koealasta, joista jokainen edustaa yhden m²:n alaa. Koeala leikattiin puisen kehikon avulla noin 10 cm:n korkeudelta puutarhasaksilla. Lupiinin alimmat lehdet ja sivuhaarat säästyivät leikkaukselta. Vehnästä jäi vain korsi pysyyn. Ruutuja ei lannoitettu, koska haluttiin nähdä kasvien suhtautuminen vähäty-

pisyyteen. Kummankaan seoksen niittoruuduissa ei ollut juuri mainittavaa jälkikasvua heinäkuun loppuun mennessä. Vehnä näytti toipuneen paremmin niitosta kuin lupiinit. Molemmilla lupiineilla vain muutamia kasveja kasvoi niiton jälkeen niitto- korkeutta pidemmäksi ja muodosti pienehköjä kukintoja. Pelto-orvokki runsastui niittoruuduissa.

Näytteistä selvitettiin vehnän, lupiinin ja rikkakasvien osuus tuorepainoina keittiö- vaa'an avulla, jonka tarkkuus on 1 g. Vain yhdestä näytteestä tunnistettiin rikka- kasvit ja luokiteltiin painon perusteella suuruusjärjestykseen. Yhdestä näytteestä, josta poistettiin rikat, otettiin seosrehunäyte, joka lähetettiin Viljavuuspalvelulle. Rehunäytteet ovat liitteissä. Seoskasvustoista otettiin yhden ja kahden niiton tek- niikalla niitonäytteitä, jotta kasvien tuotantokykyä selviäisi.

Siemen- ja biomassasato. Kasvustoista otettiin sattumanvaraisesti kolme näytet- tä yhden m²:n alueelta, paitsi valkolupiinista, josta vain kaksi näytettä. Saaduista keskiarvoista laskettiin keskiarvojen pohjalta hehtaarisadot siemenillä ja biomas- salle.

Juurten pituus. Koejäsenistä selvitettiin satunnaisesti, pistolapion avulla, kasvien juurten pituus elokuun 21 päivänä. Jokaisesta ruudusta valittiin yksi tai kaksi kas- via, joka kaivettiin mahdollisimman hellävaraisesti ylös multineen. Tämän jälkeen multapaakku murennettiin käsin, jotta juuret säilyisivät ehjinä. Kun multa oli pois- tettu, niin kasvin juuriston pituus mitattiin rullamitalla sekä lupiineista etsittiin ymp- päyksen onnistumisen merkkejä.

Kasvuston pituus. Koejäsenistä mitattiin yksittäisten kasvien avulla kasvuston korkeus rullamitalla satunnaisesti viideltä eri kohdalta. Saadut tulokset summattiin ja niistä laskettiin keskiarvo kuvaamaan kasvuston keskimääräistä korkeutta.

Sademittarina toimi Oregon Scientificin langaton kuppimittari, joka tyhjensi kup- pinsa automaattisesti. Muistitoimintonsa avulla sademittarin vastaanotin kykeni erittelemään sademäärät yhdeksän päivän ajalta. Kumulatiivinen sadesumma kart- tui taustalla koko ajan, kunnes mittari joko nollattaisiin tai patterit tyhjenesivät. Mit-

tarin vastaanotin suojattiin sateelta 10-litraisen, valkoisen muovisangon alle ja sijoitettiin lohkon reunalle löytämisen helpottamiseksi. Kyntövako antoi hieman suojaa sangolle, mutta muuten lohkolla ei ollut varjoa ennen kasvillisuuden kasvamista.

Tehoisan lämpösumman karttumisen tiedot saatiin MTT:n Ylistaron toimipaikasta, josta matkaa koepaikalle tulee linnuntietä noin 20 km. Sademittarin vastaanotin kykeni mittaamaan lämpötilaa, mutta pystyi muistamaan vain mittausjakson korkeimman ja matalimman lämpötilan.

Ruutujen kylvösuunnitelma. Sinilupiini Sonetin kasvu-aika oli 135 vuorokautta ja valkolupiinin Lucidin 171 vuorokautta (Landrock-White 2004, 10). Keltalupiinin kasvuajasta ei löytynyt tietoa, mutta tuskin se kovin paljon alittaa sinilupiinia tai ylittää valkolupiinia. Oletin sen kasvuajan olevan puolalaisena lajikkeena lähempänä sini- kuin valkolupiinia. Koska tarkoitus oli kylvää niin puhdas, kuin seoskasvustoja, niin valitsin sini- ja keltalupiinin seoskasvustoon.

Lupiini ei siedä varjostusta, joten seoskasviksi piti valita mahdollisimman pitkän kasvukauden omaava ja mahdollisimman vähän varjostava viljakasvi. Kuitenkin lupiinin kasvun alkuvaiheessa pitäisi saada rikkakasveille hieman varjostusta aikaan. Alkuun ajatuksena oli käyttää seoskumppanina Belinda-kauraa, jonka kasvu-aika on noin 103 päivää. Tämä ajatus kariutui siemenen saatavuuteen, joten vaihdoin kauran kevätvehnä Kruunuksi, jonka kasvu-aika on noin 100 päivää.

Varjostusongelmaa pyrin vähentämään kylvämällä vain 25 % vehnän täystiheystä (700 kpl/m²) seokseen. Lupiinin osuudeksi tuli 75 % kasvin täystiheystä (100 kpl/m²), jota Simojoki (1988) kokeiden perusteella suositteli. Sini-, kelta- ja valkolupiini kylvettiin puhdas kasvustona täystiheyyteen eli 100 kpl/m² (Taulukko 7).

Puhtaita ja seoskasvustoja ei lannoitettu millään lailla, sillä lupiini on typpiomavarainen kasvi ja lisätty typpi heikentäisi lupiinin typensidontaa sekä vahvistaisi rikkakasvien sekä vehnän kilpailukykyä lupiinia vastaan. Lisäksi pioneerikasvina lupiini kykenisi keräämään viljavasta peltomaasta tarvitsemansa ravinteet joka tapa-

uksessa hyvin. Lupiini ainoastaan ympätiin tyypibakteerilla, jolla varmistettiin tyypensidonnann onnistuminen. Ymppäys oli tarpeellinen, sillä maa oli niin sanotusti neutseellinen lupiinin suhteen, joten soveltuvan bakteerikannan olemassaolo oli hyvin epävarmaa. Ymppäys tehtiin lupiinilajeittain kottikärryssä käsin sekoittamalla. Alle 100 kiloa monellakin lajikkeella menee näin suhteellisen hyvin, mutta suuremmat määrät on tehokkaampaa tehdä betonimyllyssä.

Taulukko 7. Lupiiniruutujen kylvösuunnitelma.

Koealat	Käytettävissä oleva siemenmäärä, kg/ha	Kylvötiheys, kpl/m ²	Tuhannen jyvän paino, g	Itävyys-%	Kylvömäärä, kg/ha
Puhdaskasvustot					
Sinilupiini	25	100	159	83	192
Keltalupiini	12,5	100	127	89	143
Valkolupiini	24	100	383	81	473
Seoskasvustot					
Sinilupiini+vehnä	25+20	75+175	159+38	83+94	144+71
Keltalupiini+vehnä	12,5+20	75+175	127+38	89+94	107+71

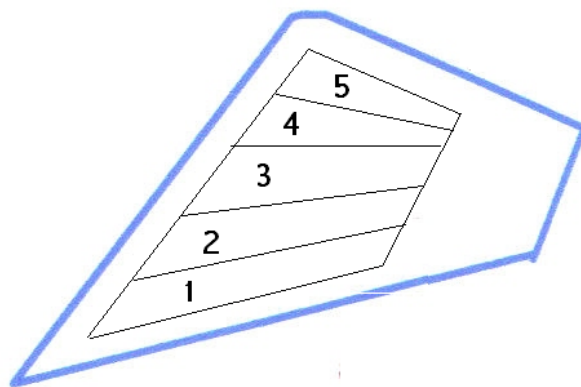
Ruutujen kylvö. Kylvökoneena käytettiin Junkkarin Simulta 250, jonka kylvöleveys on 2,5 metriä. Siemenvantaina olivat lautasvantaat ja lannoitevantaina toimivat laahavantaat. Lupiinit kylvettiin lannoitepuolelta ja vehnä siemenpuolelta. Lannoitepuolen syöttöaukko säädettiin viisiportaisessa valikossa pykälä kakkoselle, joka on herneen kylvöasetus. Suuremmalla läpimenoaukolla varmistettiin siementen siirtyminen kylvövantaisiin.

Lupiini kylvettiin 25 cm:n riviväleillä ja vehnä 12,5 cm:n riviväleillä, koska kylvökoneeseen oli tehty piensiemenasetus, joka pudotti rajusti siemenpuolelta läpi menevää siemenmäärää. Asetus tehdään muuttamalla kylvökoneen ketjujen pituuksia, jolloin nämä kulkevat erikokoisilla hammasrattailla, pyörittäen syöttöruuvia, joko nopeammin tai hitaammin, niin haluttaessa (Taulukko 8).

Kylvö tehtiin aamupäivällä 15.5.2010, jolloin lämpösummaa oli kertynyt 45,3 astetta. Lajin vaihtuminen merkittiin merkkitikuilla, joihin kirjoitettiin koejäsenet. Koealuetta ei jyrätty ajanpuutteen vuoksi (Kuva 10).

Taulukko 8. Toteutunut kylvömäärä ja –ala.

Koealat	Tavoite, kg/ha	Kylvetty, kg/ha	Pinta- ala, ha
Puhdas kasvustot			Noin
Sinilupiini	192	192	0,26
Valkolupiini	473	477	0,05
Keltalupiini	143	141	0,09
Seoskasvustot			
Keltalupiini+vehnä	107+71	107+73	0,09
Sinilupiini+vehnä	144+71	144+73	0,26



1. Sinilupiini
2. Valkolupiini
3. Keltalupiini
4. Keltalupiini+vehnä
5. Sinilupiini+vehnä

Kuva 10. Koelohko ja koeruudut

Havainnekuva lohkon muodosta ja koealueiden sijoittumista lohkolla. Reuna-alueet kylvettiin italianraiheinälle samana päivänä.

4.2 Lämpösumma ja sademäärät

Tehoisan lämpösumman saavuttaessa 119,7 asteen Ylistarossa oli mitattu -1,3 celsiusasteen yöhalla, mutta kokeella maan pinnasta mitattu alin lämpötila oli 0,4 celsiusastetta. Tosin mittari oli valkoisen muovisangon alla suojassa, joten mittausulos ei ole luotettava. Tämän jälkeen päivälämpötilat laskivat aikaisempaan verrattuna. Yöhallaa esiintyi 26.9, mutta maanpinnassa mitattu alin lämpötila oli 1,7 celsiusastetta. Alin mitattu yöpakkaneen oli 2.10 mennessä -2,8 celsiusastetta (Taulukko 9).

Taulukko 9. Kokeen aikana kertynyt sade- ja tehoisa lämpösumma kuukausittain. Toukokuun 18.pv eteenpäin lokakuun 2. päivään saakka.

Kuukausi	Sadesumma		Tehoisa lämpösumma	
	mm	kumulatiivinen	Celsiusastetta/kk	kumulatiivinen
Toukokuu 18. pv	29	29	150,3	150,3
Kesäkuu	62	91	249	399,3
Heinäkuu	40	131	463,8	863,1
Elokuu	73	204	323,6	1186,7
Syyskuu	99	303	142,4	1329,1
Lokakuu 2. pv	0		0,3	1329,4
Yhteensä	303		1329,4	

Kylvöpäivästä lähtien kokeen aikana kertyi 1329,4 asteen tehoisa lämpötilasumma. Vuosien 1971-2000 lämpösumma vaihteli 1100-1250 asteen välillä. Huomatavasti kylmempinä vuosina lupiinit eivät pääse kasvussaan yhtä pitkälle kuin koevuotena.

4.3 Kasvien kehitys koeaikana

Alla olevassa on käsitelty pääasiallisesti puhdaskasvustojen lupiineita. Seoskasvustojen lupiinit mainitaan vain, jos niissä on havaittu eroja puhdaskasvustojen lupiineihin. Kasvien kehitystä seurataan kronologisesti kuukausittain ja lajikkeittain. Vehnän kasvukehityksen seuranta lopetetaan tuleentumiseen elokuun lopulla.

4.3.1 Toukokuu

Sinilupiini oli kasvukehitykseltään nopein lupiini, sillä kuun lopulla ensimmäinen viisilehdykkäinen kasvulehtipari oli avautunut ja toinen ilmestymässä tai avautumassa. Lehdyköiden ja päähaaran alaosan väritys oli voimakkaasti punertavanvihreä. Sinilupiini oli lupiineista rakenteeltaan hentoisin, mutta ylivoimaisesti korkein. Kaikilla puhdaskasvustoruuduilla oli rikkakasveja kemiallisesta rikkakasvitorjunnasta huolimatta (Taulukko 10).

Keltalupiini oli sinilupiinia hitaampi kasvussaan, sillä sen sirkkalehdet olivat avautuneet ja ensimmäinen kasvulehtipari avautumassa. Yksittäisissä kasveissa oli kasvulehdet nähtävissä. Keltalupiinilla ei kuitenkaan esiintynyt hallan aiheuttamia vaurioita, joita saattoi estää sinilupiinia lyhyempi kasvukorkeus sekä parempi hallan sietokyky (Taulukko 10).

Valkolupiinilla sirkkalehdet olivat vasta avautumassa tai avautuneet ja ensimmäiset kasvulehdet ilmestymässä tai avautumassa. Kasvin rakenne oli erittäin vankka, erityisesti hentoiseen sinilupiiniin verrattuna. Pituudeltaan valkolupiini oli tässä vaiheessa keltalupiinia hieman pidempi. Valkolupiini iti epätasaisesti. Syyksi paljastui myöhemmin epätasainen kylvö. Valkolupiinilla ei esiintynyt hallan aiheuttamia vaurioita (Taulukko 10).

Seoskasvuston **vehnä** kehittyi itämisestä kaksi kasvulehti vaiheeseen. Vehnä kärsi yöhallasta lievästi, sillä paikoitellen lehden kärjet vioittuivat (Taulukko 10).

Taulukko 10. Lehtimäärän kehitys toukokuussa BBCH-asteikolla Weber & Bleiholder, 1990; Feller, Bleiholder, Buhr, Hack, Hess, Klose, Meir, Stauss, van den Boom & Weber, 1995).

Toukokuu Havainnointipäivä	Keltalupiini	Valkolupiini	Sinilupiini	Vehnä
	Lehtien lukumäärä			
18.touko	0	0	0	0
21.touko	09	09	11	10
23.touko	11	10	11	11
27.touko	11	11	12	12

Taulukossa 09 tarkoittaa sirkkalehtivaihetta ja 10 yhtä kasvulehteä

4.3.2 Kesäkuu

Sinilupiinin johtoasema kasvukehityksessä ei missään vaiheessa ollut uhattu; kuun lopulla kasvilla oli seitsemän lehtiparia ja kahdeksas ilmestymässä. Lehdyköiden alapinnassa on hyvin vähän harvaa karvoitusta. Käytännössä lehti on karvaton. Lisäksi sivuhaaroja, joita aluksi oli joka lehden varteen kiinnittymiskohdassa, oli karsiutumisen vuoksi enää vain alimmilla lehtipareilla. Sivuhaaroja oli neljästä viiteen kappaletta lupiinia kohti. Lupiini suosii selvästi päähaaraa, eikä tuhlaa voimia sivuhaaroihin. Tosin sivuhaarat kehittyvät pidemmälle kuin seoksessa. Alimmissa kahdessa sivuhaarassa oli kaksi lehtiparia ja kolmas oli ilmestymässä. Kasvutapa oli puumainen. Lehdet suuntautuivat voimakkaasti ylöspäin ja keltalupiinia tiheämmässä rakenteessa, vastakkaisesti päähaaraa kiertäen. Kapeat lehdet vähensivät varjostusta. Lehdyköiden määrä vaihteli viidestä seitsemään. Päähaarassa oli tummansininen kukinnon nuppu kehittymässä. Keskimääräinen pituus oli tällä hentovartisimmalla ja ohutlehtisimmällä lupiinilla noin 30,5 cm, joten ero seoskasvuston sinilupiiniin oli kuusi cm. Seoskasvustossa vehnä oli 17,5 cm pidempi, joten se varjosti kesäkuun lopussa vahvasti sinilupiinia. Sinilupiinin ja vehnän muodostama seoskasvusto oli kesäkuun lopussa sulkeutumassa. Heinämäisiä rikkakasveja lukuun ottamatta sinilupiini on rikkakasveja pidempi, kyeten varjostamaan niitä. Kylvö 25 cm:n rivivälillä antaa rikkakasveille vielä elintilaa (Taulukko 11).

Keltalupiinilla oli kuun lopulla neljä kasvulehtiparia avautunut ja viides ilmestymässä. Jälki-idäntää esiintyi keltalupiinilla kesäkuun alussa. Kuperien ja karvattomien lehtien lehdyköiden määrän vaihdellessa neljästä kuuteen. Keltalupiini hyödynsi kasvutilaa kasvamalla sivuttain, sillä se kurotti lehtensä mahdollisimman laajalle alalle ja hitaasti ylöspäin. Pitkien lehtiruotien takia peittävyys oli heikko. Lupiinille ei kehittynyt kukintoa, eikä sivuhaaroja. Keskimääräinen pituus oli noin 18 cm, joka oli 5 cm lyhyempi kuin seoskasvuston (23 cm) keltalupiinilla. Jauhosavikka kasvoi kuun lopulla keltalupiinia pidemmäksi. Tosin vehnä oli 31 cm pidempi kuin seoskasvuston keltalupiinilla. Vehnän aiheuttama varjostus oli pahempi kuin sinilupiinilla. Kasvuston väritys oli vaaleanvihreä. Rikkakasveja oli seosruuduissa vähän, kun verrataan puhtaisiin kasvustoihin (Taulukko 11).

Valkolupiini nousi hopealle kasvinkehityksessä; omaten kuun lopulla kymmenen, vuoroittain kasvavaa kasvulehteä. Alimmat lehdet, yhdestä kahteen olivat pareittain. Myös valkolupiinilla lehtien lehdykät, joiden määrä vaihteli viidestä seitsemään, kupersivat keltalupiinin tapaan. Kasvulehtien lehdyköiden alapinta oli hienon karvan peittämä. Kasvu oli voimakkaasti ylöspäin suuntautuva ja lehdet hyvin tiheässä rakenteessa. Kukintoja ja sivuhaaroja ei kasvanut. Valkolupiinilla esiintyi jälki-idäntää. Keskimääräinen pituus oli noin 29 cm. Kasvuston väritys oli tumman vihreä (Taulukko 11).

Vehnä kehittyi kesäkuussa kaksilehtivaiheesta vaiheeseen, jossa se omasi kaksi solmua päähaarassa ja kolme sivuhaaraa. Kahdessa vanhimmassa sivuhaarassa oli yksi solmu ja kolmesta neljään lehteä, kun neljäs ja viides olivat ilmestymässä (Taulukko 11). Vehnän keskimääräinen pituus kasvoi noin 15:sta 54 cm.

Taulukko 11. Lehtilukumäärä kesäkuussa BBCH-asteikolla mitattuna (Weber & Bleiholder, 1990; Feller ym, 1995).

Kesäkuu	Keltalupiini	Valkolupiini	Sinilupiini	Vehnä
Havainnointipäivä	Lehtien lukumäärä			
1.kesä	12	12	12	13
6.kesä	14	12	14	14
9.kesä	14	14	14	15
11.kesä	14	14	16	15
16.kesä	16	16	16	15
20.kesä	16	17	18	15
28.kesä	18	10	51	15

4.3.3 Heinäkuu

Sinilupiini kukki heinäkuun aikana ja lopulla alkoi täyttää palkoja sekä tuleentua hitaasti. Palkojen määrä vaihteli kahdesta yhdeksään, mutta siemensadosta näytti tulevan minimaalinen, kukkien ja palkojen voimakkaan abortoitumisen johdosta. Siemenet lähes täysikokoisia ja maku oli rehuhernemäinen. Sivuhaaroja kehittyi vain muutamilla kasveilla kukintoon saakka. Sivuhaarojen kukinnot olivat vähämerkityksisiä, niihin muodostui vain muutama kukka ja palko. Sinilupiinilla oli päähaaravaltainen kukinta. Keskimääräinen pituus seoskasvuston sinilupiinilla nousi 51 cm. Lupiini jäi 43 cm vehnää matalammaksi. Puhdaskasvuston sinilupiinin pituus oli 48 cm. Traktorin ruiskutusjäljet olivat lähes kadonneet puhdaskasvustossa ja rivit sulkeutuneet tiheimmiltä kohdilta. Lehdillä ilmeni torjunta-ainevioituksia, jotka näkyivät lehdyköillä kuihtuvina kohtina tai koko lehdykän kuolemisena. Myöhemmin torjunta-ainevauriot katosivat näkyvistä, sillä uudet vauriottomat lehdet peittivät vaurioituneita. Tosin vauriot olivat edelleen pienet, sillä vain lehdyköiden reunat ja kärjet olivat palaneita.

Keltalupiinin kehitys oli heinäkuun aikana kaikkein nopeinta. Päähara kehittyi nelilehtivaiheesta kukintaan, päätti kukintansa ja palkojen muodostuminen alkoi. Suurehko osa sivuhaarojen kukinnoista oli abortoitunut, mutta alempiin sivuhaaroihin oli kehittymässä kukintoja. Siemensadon tuotantopotentiaali on sinilupiinia

suurempi. Kukinto oli terttumainen ja harva, jossa kullankeltaiset kukat muodostivat säteittäin viiden kappaleen ryhmiä peräkkäin. Päähaaraan muodostui viidestä seitsemään palkoa. Seoskasvuston keltalupiinin keskimääräinen pituus oli kuun lopulla 54,5 cm. Vehnä oli 39,5 cm korkeampi. Puhdaskasvuston keltalupiini oli saavuttanut seoskasvuston keltalupiinin pituudessa. Kesäkuun lopun toinen rikkakasvitorjunta puhdaskasvustoissa ei aiheuttanut torjunta-ainevioituksia.

Valkolupiinilla päähaara oli kukkinut valkoisin kukin ja muodosti palkoja. Kukat sijoittuivat terttumaisesti, kuten villillä lupiinilla. Kolmesta neljään sivuhaaraa kasvoivat päähaaran palkojen yläpuolelle ja kehittivät kukinnon. Alempana muodostui yhdestä kolmeen sivuhaaraan lisää. Siemensadon tuotantopotentiaali sivuhaarojen perusteella oli suurempi kuin sini- ja keltalupiinilla. Lupiinin keskimääräinen pituus oli kuun lopussa noin 65 cm. Tiheämpi kylvö olisi peittänyt rivit täydellisesti rikkakasveilta. Traktorin tallausjäljet olivat kadonneet kesäkuun lopulla tehdyn toisen rikkakasviruiskutuksen jälkeen. Ruiskutus vahingoitti lehdistö voimakkaasti. Kuun lopulla kasvusto alkoi toipua torjunta-ainevaurioista: kasvattamalla uudet lehdet, joissa ei vaurioita. Vaurioituneet lehdet olivat joko kuolleet tai jatkaneet eloaan reunoista palaneina.

Vehnän siirtyi tänä aikana kaksi solmuvaiheesta heinäkuun lopulla maitotuleentumisvaiheeseen. Vehnällä lehdet vaalenneet ja varjostavat vähemmän lupiineja. Kasvin keskimääräinen pituus kohosi 54 cm lopulta 94 cm.

4.3.4 Elokuu

Sinilupiini jatkoi sadonmuodostustaan siementen täytöllä ja alkoi tuleentua. Lopukuusta sinilupiinilla suurehko osa paloista muuttui likaisen ruskeaksi ja siemenet halkesivat vain hampailla, ei kynnellä. Kuitenkin osa paloista oli vielä muita vihreämpiä ja niiden siemenet halkesivat kynnellä. Siementen tuleentumisesta huolimatta, kasvuston ränsistyminen oli hidasta. Lehtien ruskettuessa varret pysyivät voimakkaan vihreinä. Muutamilla sinilupiineilla esiintyi sivuhaaroissa uusia kukintoja. Seoskasvuston lupiinilla keskimääräinen pituus oli noin 50 cm, jonka jälkeen

pituus alkoi laskea tuleentumisen edetessä. Puhdaskasvuston sinilupiinin pituus jäi kuitenkin vähän seokseen verrattuna, noin 45 cm. Seoskasvuston lupiinin juuret ylittivät 15 cm syvyyden ja ne katkesivat kaivettaessa kärjistään.

Sinilupiini-vehnäseoksen niittoruuduissa toipuminen niitosta oli hyvin hidasta, sillä niin lupiinilla kuin vehnäälläkin oli vain muutamia hajanaisia tähkiä tai kukintoja sekä palkoja ruudulla. Vehnän osuus oli kuitenkin suurempi kuin lupiinin. Muutaman sinilupiinin keskimääräinen pituus oli 19,5 cm, joten niiton jälkeen oli kasvanut noin vajaa kymmenen (9,5) cm lisää. Vehnän korsien keskimääräiseksi pituudeksi tuli noin 47,5 cm, joten kasvua oli tullut noin 37,5 cm lisää.

Keltalupiini oli alkukuusta pudottanut lähes kaikki palot ja kasvatti voimakkaasti uusia haaroja, joissa hajanaisia oli kukintoja. Loppukuussa päähaaraan jäljelle jääneet palot tuleentuivat hitaasti, sillä vahvaseinäiset palot ja siemenet olivat vihereitä. Sivuhaaroja oli jopa seitsemän kappaletta lupiinia kohti ja niissä näkyi muutamia uusia kukintoja. Päähaarassa oli palkoja nollasta kuuteen kappaletta lupiinia kohti ja paloissa siemeniä yhdestä neljään kappaletta. Puhdaskasvustossa osa lupiineista punersi. Seoskasvustossa lupiinin keskimääräinen pituus oli noin 70 cm ja puhdaskasvustossa noin 57 cm. Keltalupiinilla juurten pituus oli yli 20 cm. Juuret katkesivat kaivettaessa kärjistä.

Seoskasvuston niittoruuduissa oli hidasta toipumista. Muutamia vehniä oli lippulehtivaiheessa ja lupiineja kukkimassa. Silmämääräisesti vähiten oli lupiineja ja niiden kukissa esiintyi ripsiäisiä. Keskimääräinen pituus niittoruutujen lupiineilla oli 33,5 cm, joka oli yli kolmanneksen enemmän kuin sinilupiinilla. Kasvua oli tullut noin 23,5 cm lisää. Vehniän pituus keskimäärin oli 40 cm, joten ne jäivät sinilupiini-vehnäseoksen vehniin nähden 7,5 cm jälkeen.

Valkolupiinin päähaaraan muodostui palkoja erittäin vähän ja harvukseen. Käytännössä kasvu oli täysin pysähtynyt. Vain päähaaran palot täyttyivät. Palkojen lukumäärä vaihteli nollasta neljään kappaletta lupiinia kohti. Sivuhaarojen kukinnot abortoituivat täysin. Lupiinin keskimääräinen pituus oli 77,5 cm. Juurten pituus valkolupiinilla oli noin 20 cm. Tosin juurten kärjet katkesivat kaivettaessa. Valkolu-

piinilla oli vahvemmat sivujuuret kuin muilla lupiineilla.

Kuun alussa **vehnä** oli taikina-asteella ja loppukuussa täysin tuleentunut. Kasvun ränsistyminen alkoi nopeasti. Kasvin pituus oli noin 91 cm. Vehnän juuret sijaitsivat pääosin alle 10 cm syvyydessä.

4.3.5 Syyskuu

Sinilupiini jatkoi tuleentumista kasvuston vanhetessa, kun palot muuttuivat ruskean kirjavista tumman ruskeiksi. Ylimmät lehdet mustuivat ja käpristyivät ilmeisesti yöhallan takia, kun päähaarat pysyivät vihreinä. Seoskasvuston lupiini kärsi hallasta vähemmän kuin puhdaskasvuston lupiini. Lupiini ei ollut lakoutunut ja palot olivat edelleen ehjät. Sinilupiinin keskimääräinen pituus oli kääntynyt laskuun, ollen vain noin 47 cm. Tuholaisia ei havaittu.

Keltalupiini jatkoi yhä kasvuaan, muodostaen uusia haaroja ja kukintoja sekä paljon alkuja. Päähaarassa palot olivat tuleentumassa. Loppukuussa ollut yöhalla ei jättänyt kasvustoon merkkejä. Keskimääräinen pituus seoskasvuston keltalupiinilla oli noin 77,5 cm ja puhdaskasvustossa noin 65,5 cm. Kummankaan seoksen niituruuduissa ei esiintynyt jälkikasvua lupiinilla, mutta heinäkuussa niitetyissä ruudussa kasvoi muutamia tähkiviä vehniä. Keltalupiini-vehnäseoksessa reunalla kasvavat keltalupiinit pyrkivät hyödyntämään vapautuneen kasvutilan. Ne siirsivät kasvun painopisteen vapaaseen tilaan. Rikkakasvit olivat jääneet lähes lupiinikasvuston alle puhdaskasvustossa. Tuholaisia ei kasvustoissa havaittu.

Valkolupiini jatkoi alkukuussa heikosti kasvuaan, joka oli pääasiassa pysähtynyt tuholaisten seurauksena. Luteita kasvustossa esiintyi runsaasti, mutta loppukuun halla hääti ne pois. Muutamilla lupiineilla kasvoi uusia, heikkoja haaroja, kun päähaaran palot täyttyivät. Loppukuun hallan seurauksena kasvusto lakoontui ja vettyi. Valkolupiinin keskimääräinen pituus oli 75 cm.

4.3.6 Lokakuu

Sinilupiinilla lehdet olivat paleltuneet, kun varsi vihersi vielä heikosti. Palot olivat tummanruskeita ja ehjiä. Puinti leikkuupuimurilla oli kuitenkin mahdollinen kasvuston alhaisen vesipitoisuuden vuoksi.

Keltalupiinillakin pakkaneen palellutti kasvustoa. Alimmat, vanhimmat lehdet olivat paleltuneet täysin, kun uudemmat ja ylimmät lehdet vielä vihersivät. Keltalupiinin kasvusto oli lopulta ylittämässä vehnän seoksessa.

Valkolupiinilla kasvusto paleltui ja nuukahti täysin. Vain uudet hauraat lehdet ja haarat vihertävät, kuten päävarren tuleentumattomat palotkin.

4.4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Alla olevat tulokset sisältävät kasvustojen taimettumistiheyden, tuore-, biomassasadot ja mahdollisen siemensadon eri lajeilla ja ruuduilla. Lisäksi seoskasvustoista on otettu rehuanalyysi, jonka näytteet analysoitiin Viljavuuspalvelussa Mikkelissä.

4.4.1 Seoskasvustot

Taimettumistiheys. Sinilupiini oli taimettunut tavoiteltuun tiheyteensä, kun vehnä jäi paljonkin tavoitteestaan. Syynä oli todennäköisesti kylvökoneen pikkusiemenen kylvöasetus, joka kiertokokeesta huolimatta väärästi kylvömäärää isolla siemenellä. Keltalupiinilla oli sama trendi kuin edellisessä seoskasvustossakin. Lupiini on tavoitetiheydessä. Vehnä jää tavoitteesta ja todennäköisesti samasta syystä (Taulukko 12).

Taulukko 12. Seoskasvustojen taimettuminen 1.6. mennessä.

	Taimia/m ²	Vertailu tavoite- tiheyteen (75 kpl/m ²)	Vehnän taimia/m ²	Vertailu tavoite- tiheyteen (175 kpl/m ²)
Keltalupiini	74,4	-0,6	110,4	-64,6
Sinilupiini	76	1	102,4	-72,6

Tuoresadot: kahden korjuun tekniikka. Sinilupiini muodosti kokonaissadosta noin 30,8 %, vehnän osuus oli noin 56,9 % ja rikkakasvien osuus oli 12,3 % (Taulukko 12). Sinilupiinin haarautumiskyky oli hyvin heikko, sillä sinilupiini muodosti tuoreesta odelmasadosta vain 14,57 %, vehnän osuuden ollessa 68,03 %. Rikkakasvien osuus kokonaissadosta oli 17,39 %. Voidaan todeta, ettei ainakaan sinilupiinilajike Sonet soveltunut kahden niiton tekniikalle. Tosin kahdessa niitossa saavutettiin viljelykasvien yhteissadossa 1670 kg suurempi sato kuin yhden niiton tekniikassa. Kuitenkin pitää muistaa, että rikkakasvien suurempi osuus heikentää sadon ruokinnallista arvoa kahden niiton tekniikassa, jolloin saavutetun suuremman sadon arvo valuu hukkaan (Taulukko 13).

Tämän jälkeen sinilupiineja ei enää kasvanut niitetyillä ruuduilla. 15.8 niitetyssä kasvoi muutamia vehnän korsia, mutta näytettä ei enää otettu. Huomattavaa oli että kahdesti niitetyissä ruuduissa ei kasvanut muuta kuin rikkakasveja. Tosin ruutuja ei lannoitettu missään vaiheessa. Koska sinilupiini ei enää kasvattanut uutta kasvustoa, vaan tyytyi tuleentumaan, niin niittoja ei 15.8 jälkeen tehty (Taulukko 13).

Taulukko 13. Sinilupiini-vehnäseoksen tuoresadot kahdessa niitossa 11.7 ja 15.8.

	Sinilupiinin tuoresato (kg/ha)	Vehnän tuoresato (kg/ha)	Rikkakasvien tuoresato (kg/ha)	Sinilupiinin ja vehnän yhteissato (kg/ha)	Viljely- ja rikkakasvien yhteissato (kg/ha)
Keskimäärin 11.7	5690	9647	2033	15337	17370
Odelma 15.8	310	1447	370	1757	2127
Kokonaissato	6000	11093	2403	17093	19497

Keltalupiinin osuudeksi kokonaissadosta tuli 28,9 %, vehnän osuus oli 53,8 % ja rikkakasvit veivät 17,3 % osuuden (Taulukko 13). Kahden niiton tekniikassa seosten hehtaarisato vertailussa sinilupiini-vehnäseos jäi tappiolle viljelykasveissa; lupiinissa 80 kg ja vehnässä 213 kg/ha. Rikkakasvisadossa taas keltalupiini-vehnäseos sai tappion, kun omasi 1217 kg suuremman rikkakasvisadon. Vaikka keltalupiini-vehnäseos voitti kokonaissadossa 1510 kg, niin suurin osa voittokiloista koostuu rikkakasveista. Laadullisesti paremman, vaikka matalamman sadon

tuotti kahdella niitolla sinilupiini-vehnäseos. Kuitenkin on hyvä huomioida keltalupiinin kyky kasvattaa odelmaa niiton jälkeen, jolloin muodostui kolmannes keltalupiinin sadosta. Tämä johtui ilmeisesti enemmän lajikkeiden kasvutapojen erilaisuudesta kuin lajien eroista (Taulukko 14).

Taulukko 14. Keltalupiini-vehnäseoksen tuoresadot kahdessa niitossa 11.7 ja 17.8.

	Keltalupiinin tuoresato (kg/ha)	Vehnän tuoresato (kg/ha)	Rikkakasvien tuoresato (kg/ha)	Keltalupiinin ja vehnän yhteissato (kg/ha)	Viljely- ja rikkakasvien yhteissato (kg/ha)
Keskimäärin 11.7	4080	9750	3310	13830	17140
Odelma 17.8	2000	1557	310	3557	3867
Kokonaissato	6080	11307	3620	17387	21007

Rikkakasvit. Seoskasvustoissa ei tehty kemiallista torjuntaa rikkakasveille, koska hyväksytyä torjunta-ainetta ei ole Suomessa olemassa, joka sallisi kokoviljasäilörehun korjuun tällaiselta kasvustolta. Mekaanista torjuntaa ei tehty koneiden puutteen takia. Rikkakasvien määrä ja pääajit selvitettiin aikaisemmasta niitosta, jolloin niiden määrä oli suurimmillaan. Tämän jälkeen rikkakasvien tuleentuminen ja viljelykasvien kasvava varjostus vähensivät rikkakasvien määrää (Taulukko 15).

Taulukko 15. Seoskasvustojen tuoresatojen rikkakasvilajit 11.-12.7.

Rikkakasvit (g/m ²)	Sinilupiini- vehnäseos	Keltalupiini- vehnäseos
Peltoukonauris	110	99
Jauhosavikka	67	120
Peltovalvatti	18	20
Muita	12	29

Muissa aloissa kolmen rikkakasvin sijoitus vaihteli, mutta ne pysyivät aina tärkeimpinä. Muut rikkakasvit, joita esiintyi yksittäin, olivat timotei, heinätahtimö, matara ja peltohatikka.

Yhden korjuun tekniikka. Sinilupiini-vehnäseoksesta ja keltalupiiniseoksesta otettiin 15.8 myös yhden niiton tekniikalla kasvustonäyte, joka samalla myös mer-

kitsi päätteellisen sinilupiinin suurinta kuiva-ainesatoa. Keltalupiini jatkoi vielä massan kasvattamista, joten siitä otettiin myöhemmin toinen näyte.

Yhdellä niitolla sinilupiini-vehnäseoskasvustosta saatiin 1920 kg enemmän lupiinia, mutta 4403 kg vähemmän vehnää kuin kahden niiton tekniikalla. Tämä on suoraan yhteydessä kasvilajien haarautumiskykyyn, sillä vehnä heinäkasvina kykenee haarautumaan helpommin kuin päätteellinen sinilupiini. Kahdella niitolla myös rikkakasvien määrä oli 263 kg suurempi, joka johtuu niiton jälkeen vapautuneesta, avoimesta kasvutilasta, jota rikkakasvit hyödynsivät. Viljelykasvien yhteisatojen ero jäi kuitenkin 1670 kg kahden niiton hyväksi, joten on kyseenalaista kannattaako kallista työketjua käynnistää kahta kertaa (Taulukko 16).

Taulukko 16. Sinilupiini-vehnäseoksen tuoresato yhdellä niitolla 15.8.

	Ala 1	Ala 2	Ala 3	Keskiarvo
Sinilupiini (g/m²)	784	637	956	792
Vehnä (g/m²)	919	835	496	750
Rikkakasvit (g/m²)	109	348	185	214
Viljelykasvien yhteistuoresato, g/m²	1703	1472	1452	1542
Viljelykasvien ja rikkakasvien yhteissato, g/m²	1812	1820	1637	1756
Viljelykasvien yhteistuoresato, kg/ha	17030	14720	14520	15423
Viljelykasvien ja rikkakasvien yhteistuoresato, kg/ha	18120	18200	16370	17563

Keltalupiini-vehnäseoksesta otettiin 17.8 jälkeen vielä yksi niitonäyte, koska lupiini kasvoi jatkuvasti pakkasiin asti. Viimeisin näyte on 27.9, jonka jälkeen seuranneella viikolla yöpakkaset palelluttivat lupiinikasvustot.

Vehnän osuus väheni jatkuvan ränsistymisen takia, joten oleellisempi on keltalupiinin voimakas kasvu. Syyskuun lopulla keltalupiinin sato oli kasvanut heinäkuun niiton 4080 kg aina 20880 kg asti ja muodosti kaksi kolmasosaa tuoresadosta. Päätymättömän kasvutavan vuoksi keltalupiini ehti kasvukauden aikana muodos-

tamaan 12960 kg tuoresatoa enemmän kuin päätteellisen sinilupiini, joka jäi 7920 kg (Taulukko 17; Taulukko 18).

Taulukko 17. Keltalupiini-vehnäseosten tuoresato yhdellä niitolla 17.8.

	Ala 1	Ala 2	Ala 3	Keskiarvo
Keltalupiini (g/m²)	1168	1193	1130	1164
Vehnä (g/m²)	619	601	634	618
Rikkakasvit (g/m²)	283	332	266	294
Viljelykasvien yhteis- tuoresato, g/m²	1787	1794	1764	1782
Viljelykasvien ja rikka- kasvien yhteissato, g/m²	2070	2126	2030	2075
Viljelykasvien yhteis- tuoresato, kg/ha	17870	17940	17640	17817
Viljelykasvien ja rikka- kasvien yhteistuoresato, kg/ha	20700	21260	20300	20753

Taulukko 18. Keltalupiini-vehnäseoksen tuoresato yhdellä niitolla 27.9

	Ala 1	Ala 2	Ala 3	Keskiarvo
Keltalupiini (g/m²)	2313	1778	2173	2088
Vehnä (g/m²)	645	389	619	551
Rikkakasvit (g/m²)	328	380	419	376
Viljelykasvien yhteis- tuoresato, g/m²	2958	2167	2792	2639
Viljelykasvien ja rik- kakasvien yhteissato, g/m²	3286	2547	3211	3015
Viljelykasvien yhteis- tuoresato, kg/ha	29580	21670	27920	26390
Viljelykasvien ja rik- kakasvien yhteis- tuoresato, kg/ha	32860	25470	32110	30147

Rehuanalyysit. Keltalupiinilla on suurempi raakavalkuaisen, raakarasvan ja raakakuidun osuus kuin sinilupiinilla. Tuhkaa eli kivennäisaineita sekä typtttömiä uuteaineita sinilupiinilla on keltalupiinia enemmän. Vehnällä raakavalkuaisen osuus on matalin, mutta typtttömiä uuteaineiden suurin (Taulukko 19).

Taulukko 19. Seoskasvustojen yksittäisten kasvien rehuanalyysit.

Pvm 15.8		Sinilupiini	Keltalupiini	Vehnä
Kuiva-aine	%	20,8	16,7	62,9
Kosteus	%	79,2	83,3	37,1
Raakavalkuainen	% ka	15,8	17,6	6,6
Raakakuitu	% ka	26,1	31,6	21,2
Raakarasva	% ka	2,1	2,8	1
Tuhka	% ka	8,9	6	5
Typettömät uuteaineet		47,1	42,1	66,2

Keltalupiini-vehnäseoksessa raakavalkuainen pysyi samalla tasolla, vaikka näytteiden väleillä oli yli kuukauden ero ja vehnän tuleentuminen heikensi korsien ruokinnallista laatua. Sinilupiinilla näkyi myöhäisemmässä näytteessä molempien seoskasvien tuleentumisen vaikutus raakavalkuaiseen ja raakakuituun. Keltalupiini-vehnäseoksessa näkyi yllättävästi, vehnän tuleentumisesta huolimatta, raakakuidun lasku myöhemmässä näytteessä. Molemmissa näytteissä tuhka ja typettämättömät uuteaineet laskivat myöhemmässä näytteessä (Taulukko 20).

Taulukko 20. Kokoviljasäilörehun rehuanalyysit.

	Pvm 12.7	Keltalupiini-vehnäseos	Sinilupiini-vehnäseos	Pvm 17.8	Keltalupiini-vehnäseos	Sinilupiini-vehnäseos
Kuiva-aine	%	21,6	19		35,6	37,4
Kosteus	%	78,4	81		64,4	62,6
Raakavalkuainen	% ka	10,7	11,7		10,3	7,7
Raakakuitu	% ka	30,7	27		26,2	34,8
Raakarasva	% ka	2,5	2,9		1,1	1,3
Tuhka	% ka	7,1	7,9		6,1	7,5
Typettömät uuteaineet		49,1	50,5		56,4	48,7

4.4.2 Puhdaskasvustot

Taimettumistiheys. Sinilupiini jäi hieman tavoitetiheydestä. Syynä voi olla liian optimistinen itävyysprosentti. Itävyysprosentti määriteltiin itse yhdellä kokeella aikataulukkiireiden vuoksi, joten lopputulos saattoi vääristyä. Tosin myös tuhannen siemenen painokin jouduttiin itse määrittelemään (Taulukko 21).

Keltalupiini jäi hieman tavoitetiheydestä, mutta ei merkittävästi, vaikka tuhannen siemenen paino punnittiin itse. Kasvustossa esiintyy vielä jälki-idäntää, joten tulos saattoi parantua myöhemmin (Taulukko 21).

Valkolupiini jäi merkittävästi tavoitteestaan ja syynä voi olla siemenaukkojen ahtaus kylvökoneessa. Valkolupiini omaa huomattavan suuret siemenet, jotka ilmeisesti tukkivat välillä syöttöaukot herneasetuksesta huolimatta. Herneasetus on viisiportaisella asteikoilla toisena, joten vähintään kolmatta kannattaa käyttää valkolupiinia kylvettäessä (Taulukko 21).

Taulukko 21. Puhdaskasvustoisten lupiinien taimettuminen 1.6. mennessä.

	Lupiinin taimia (kpl/m ²)	Vertailu tavoitetihey- teen (100 kpl/m ²)
Sinilupiini	93,6	-6,4
Keltalupiini	96,8	-3,2
Valkolupiini	82,4	-17,6

Siemen- ja biomassasato. Sinilupiinin keskimääräinen siemensato jäi 933 kg/ha, joka on heikkotasoinen, kun verrataan sitä muihin palkokasveihin, kuten herneeseen ja härkäpapuun. Huomattava on kuitenkin rikkakasvien suuri osuus kasvustossa, joka varmasti heikensi sinilupiinia. Tämän vuoksi olisi erityisen tärkeää onnistua rikkakasvien hallinnassa. Kuitenkin ilmeisesti sinilupiinin nopean alkukehityksen vuoksi rikkojen määrä oli alhaisempi kuin keltalupiinilla, jonka kasvu painotui myöhäiseen kesään ja syksyyn.

Valkolupiinin biomassan tuotantokyky osoittautui kaikkein suurimmaksi tuholaisongelmista huolimatta (Taulukko 22). Siemensato punnittiin päähaarassa kehityvistä siemenistä, joten tulos ei anna totuudenmukaista kuvaa, mutta osoittaa tuholaisien tekemien vahinkojen laajuuden. Samalla tulos vahvistaa kirjallisuudessa esitetyn havainnon, jonka mukaan lupiineilla suuri biomassa ei korreloi suuren siemensadon kanssa. Asia, jonka keltalupiini vahvistaa. Valkolupiinin korkean ja peittävän kasvutavan ansioksi voidaan lukea puhtaiden kasvustojen vähäisin rikkakasvisato.

Keltalupiinin siemensato perustui täysin päähaaran tuleentuviin siemeniin, koska sivuhaaroihin palot olivat vasta kehittymässä. Biomassan tuotanto oli 15386 kg parempi kuin päätteellisen sinilupiinin ja 10227 kg vähemmän kuin valkolupiinilla. Etuna kuitenkin keltalupiinilla oli se, ettei luteet vahingoittaneet keltalupiinia siinä määrin kuin valkolupiinia. Rikkakasvien määrä ilmeisesti korreloi hitaan ja alkukeväästä matalan kasvutavan mukaan (Taulukko 22).

Keväinen kemiallinen torjuntaruiskutus oli epäonnistunut. Kaikissa ruuduissa esiintyi eniten jauhosavikkaa ja pelto-orvokkia. Jossain määrin juolavehnää ja peltovalvattia. Lupiineissa ei kuitenkaan torjunta-ainevoitoksia (Taulukko 22).

Taulukossa 22 on päätteellinen sinilupiini korjattu muita lupiineja aikaisemmin, koska se ei enää kasvattanut uusia palkoja.

Taulukko 22. Puhdaskasvustoisten lupiinien biomass- ja siemensato.

	Kokonaisbiomassa (kg/ha)	Siemesato (kg/ha)	Rikkakasvien sato (kg/ha)
Sinilupiini 4.-11.9	6737	933	4047
Keltalupiini 26.9	22123	175	3940
Valkolupiini 26.9	32350	377	7813

4.5 Kokeen johtopäätökset

Siementuotannon kannalta rehulupiinit omaavat pitkän kasvuajan, joka sulkee suurimman osan lupiinilajikkeista tuotannon ulkopuolelle. Kaikkein varhaisimmilla lajikkeilla markkinakelpoisen sadontuotanto on mahdollista ensimmäisen ja toisen viljelyvyöhykkeen edullisimmilla alueilla. Varhaisimmatkin lajikkeet omaavat pitkän kasvuajan suhteessa muihin palkokasveihin ja öljykasveihin, joten viljely on hyvin riskialtista. Tämän vuoksi tilan lupiinituotannon ei saisi nousta liian suureksi, jotta katovuonna talous kestäisi. Aniszewski (1988B, 55) piti rehulupiinin aseman heikkouden syinä Suomessa pitkän kasvuajan, varhaisten lajikkeiden puuttumisen, korjuuongelmat, alkaloidipitoisuuden, omaksuttuja viljelytraditioita, pelot uutta kasvia kohtaan ja valkuaisrehujen tuonnin helppouden. Suomalaisittain ikävää tietoa on australialaisten sinilupiinilajikkeiden kasvu aika, joka vaihtelee 4–8 kuukauden välillä (Perry ym. 1998, 293). Puolustavina syinä listattiin runsas typensidonta, sadon korkea valkuaispitoisuus, kohtalainen rasvapitoisuus, viihtyminen happamassa maassa ja ei hallalle arka (Aniszewski 1988B, 56). Buirchell ja Cowling (1998, 50-51) mainitsevat myös yhden lisäsyyn, minkä vuoksi Suomessa kannattaisi harkita lupiinin viljelyä; itsepölytyks. Lupiini ei ole pelkästään riippuvainen hyönteisten tekemästä pölytyksestä, vaan kykenee itsepölytykseen, kuten viljat.

Maaperä ravinteiden ja pH:n osalta eivät muodostu ongelmaksi pioneeriluonteiselle lupiinille. Ongelmia tuottaa maaperän fysikaaliset ominaisuudet. Kylmyys ja kuivuus hidastavat lupiinin kehitystä. Maaperän kylmyys on talven jälkeen väistämätöntä, joten sitä ei voi välttää. Maa lämpenee aikanaan, mutta menettää samalla itämiselle tarpeellista kosteutta. Lupiinin voi kuitenkin kylvää kylmään maahan, sillä kokeet kylvettiin kylmäköön maahan, jonka pintaa peitti kynnön alussa kasvillisuus. Siemenet eivät kuolleet kylmään, vaan itivät. Ymppäyskin onnistui kaikilla lupiineilla. Tosin voidaan esittää epäily, olisiko taimettuminen ollut parempaa, jos kylvö olisi tehty myöhemmin.

Siementuotannossa ongelmana olivat rikkakasvit ja todella pitkä kasvu-aikavaati-

mus. Rikkakasveille voidaan löytää kemiallinen ratkaisu, mutta pitkään kasvuai-
kaan ei ole muuta kuin jalostus ja ilmaston lämpeneminen, joista vain edellinen on
toivottava. Rikkakasviongelman takia lohkot, joille lupiineja kylvetään, pitää olla
mahdollisimman puhdas. Mieluiten leveälehtiset ja siemenrikkakasvit hoidetaan
pois viljavaiheen aikana. Valikoivilla heinärikkojen torjunta-aineilla kyetään lu-
piinikasvustosta hävittämään esimerkiksi juolavehna.

Tuholaisten merkitys maailmanlaajuisten kokemusten perusteella on hyvin merkit-
tävä. Erityisen merkittävässä asemassa ovat kirvat ja niiden levittämät virustaudit,
joista taloudellisesti tärkeimmät ovat pavun keltainen mosaiikkivirus (BYMV) ja
kurkun mosaiikkivirus (CMV). Myös luteet osoittautuivat kokeen aikana merkittä-
väksi tuholaiseksi.

Puhdaskasvuston sinilupiinilla esiintyi voimakasta kukkien ja palkojen abortoitu-
mista, josta myös Atkins ym. (1998, 85) raportoivat. Tämän vuoksi voidaan olettaa,
ettei siemensadon vähentyminen ainakaan kokonaisuudessaan johtunut pelkäs-
tään rikkakasvien aiheuttamasta kilpailusta. Buirchellin ja Cowlingin (1998, 48-50)
raportoimaa palkojen rikkoutumattomuus tuli hyvin esille niin sini- kuin keltalupiini-
lakin. Pysyvät, täyskasvuiset palot säilyivät aina kokeen loppuun asti ehjinä, hu-
olimatta sateista ja halloista. Valkolupiinin siemenet eivät ehtineet kehittyä fysiologi-
seen aikuisuuteen, joten siemensadon arviointi ei voi tehdä. Tästä huolimatta val-
kolupiinin siemensadonmuodostuspotentiaali oli suurempi kuin sinilupiinin, sillä
sivuhaaroja kukintoineen oli muodostumassa paljon ennen luteiden saapumista.
Sinilupiini tuotti siemeniä lähinnä päähaarassa. Keltalupiinin ja valkolupiinin sie-
mensadonpotentiaalieron selvittäminen on mahdotonta, mutta oletettavasti voi-
daan arvioida valkolupiini satoisammaksi. Vaikka siemenmäärä oli pienempi valko-
lupiinilla, niin siemenet olivat suurempia kooltaan kuin keltalupiinilla. Lisäksi kelta-
lupiini keskittyi vahvasti biomassan tuotantoon, eikä siemensatoon. Tämän vuoksi
tuleentuneita palkoja oli hyvin vähän verrattuna satoisampaan sinilupiiniin.

Toinen ongelma valkolupiineilla oli torjunta-ainevoitoksen suuruus lähellä kukki-
mistaan. Todennäköistä on, että sato muodostui alun perin heikoksi ennen tuho-
laisten saapumista torjunta-ainevoitoksen takia. Tietämättömyys viljelykasvien

kyvystä kestää torjunta-aineita voi käydä kalliiksi.

Keltalupiinin tuleentuneet siemenet itivät muutamassa päivässä korjuun jälkeen, kun saivat olla huoneenlämmössä ja kosteutta. Myös Perry ym. (1998, 294) kiinnittivät asiaan huomiota. Sinilupiinilla ei asiaa tultu kokeilemaan. Lupiinit voivat omaa kasvatavasta riippuen suurenkin biomassan tuotantokyvyn. Ongelmia kokoviljasäilörehuksi viljellyille seoskasvustoille aiheuttaa lupiinin kehityksen alkuhitaus, jolloin seoskumppani helposti varjostaa lupiineja sekä kehityksen painottuminen päätteettömällä kasvutyypeillä loppukesään ja syksyyn. Kun seoskumppani on saavuttanut optimaalisen korjuuasteen, niin lupiini vasta alkaa kasvattaa biomassansa. Päätteelliset ja puoli-päätteelliset lupiinit sopivat paremmin säilörehukasveiksi kokoviljasäilörehuun, koska niiden kasvu-aika on lyhyempi ja sopivat paremmin kehityksensä puolesta viljojen sekaan. Lisäongelmana on kasvinsuojelu, erityisesti rikkakasvien torjunta, johon hyväksytyjä torjunta-aineita ei juuri Suomesta löydy.

Seoskasvustoissa rikkakasviongelma ei ollut kuitenkaan niin paha, kuin puhtaissa lupiinikasvustoissa. Vilja kykeni peittämään rikat nopeasti ja tehokkaasti. Puhtaat lupiinikasvustot sulkeutuivat myöhään syyskesällä. Tosin syynä oli varmasti myös leveällä kylvörivillä, 25 cm. Kevätvehnän peittävyys oli liiankin hyvä, johon mahdollisesti voisi vaikuttaa kylvämällä vilja 25 cm:n rivivälillä ja lupiini 12,5 cm:n rivivälillä. Tällöin viljaa olisi neliömetrillä harvemmissa kohdissa kuin lupiinia. Lupiini saisi ehkä enemmän valoa. Kokeen perusteella seossuhde viljan ja lupiinien välillä vaikutti hyvältä. Seoskasvusto todisti lupiinin kasvavan tiheämmissä kasvustoissa pidemmiksi. Lupiini reagoi tiheyteen rajoittamalla sivuhaarojen kasvua ja siirtämällä siemensadon tuotantoa päähaaran vastuulle. Valitettavasti sivuhaarojen lukumääriä ei kokeessa vertailtu asian todentamiseksi.

Puhtaat kasvustot kannattaa kylvää 12,5 cm:n rivivälillä, jolloin päätarkoituksena on rikkakasvien kasvutilan vähentäminen. Olisi ensiarvoisen tärkeää löytää lupiineille matalakasvuinen kumppani aluskasviksi, joka kykenisi peittämään avoimet paikat, mutta pysyisi lupiinin alapuolella koko ajan. Tällaisen kasvikumppanin löytäminen helpottaisi rikkakasvien torjuntaa. Kylvötiheys 100 kpl/m² vaikutti lupiineil-

la hyvältä. Tosin satoeroja ei kokeessa eri tiheyksillä haettukaan. Lupiinien kasvun perusteella tiheämmällä rivivälillä rikkakasvien elo olisi käynyt vaikeaksi käytetyllä siemenmäärällä.

LÄHTEET

- Agrimarket. Härkäpapu. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. Hyvinkää: Hankkija-Maatalous. [Viitattu 1.12.2009]. Saatavissa: [http://www.agrimarket.fi/Maatalous_ ja_Elaimet/Kasvuohjelmat/Viljat/Harkapapu - uusi valkuaisrehukasvi/](http://www.agrimarket.fi/Maatalous_ ja_Elaimet/Kasvuohjelmat/Viljat/Harkapapu_-_uusi_valkuaisrehukasvi/)
- Allen, J. G. Toxins and Lupinosis. 1998. Teoksessa: Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.). Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. 411-436.
- Aniszewski, T. 1988A. Kylvöajan vaikutus lupiinin (*Lupinus angustifolius* L.) siemensatoon Keski- ja Pohjois – Suomessa. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 7/88.
- Aniszewski, T. 1988B. Lupiinin siementuotanto Keski- ja Pohjois - Suomessa. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 7/88.
- Atkins, C. A., Smith P. M. C., Gupta, S., Jones, M. G. K. and Caligari, D. S. Genetics, Cytology and Biotechnology. 1998. Teoksessa: Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.). Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. 67-92.
- Atlas of the Aphids of Finland/Suomen kirva-atlas. 15.6.2010. Albrecht, A. [WWW-dokumentti]. Helsinki: Helsingin yliopisto, Suomen luonnonhistorian museo. [Viitattu 24.9.2010]. Saatavissa: <http://www.luomus.fi/elaintiede/hyonteiset/tutkimus/kirvat/atlas.htm>
- Buirchell, B. J. and Cowling, W. A. 1998. Genetic resources in Lupins. Teoksessa: Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.). Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. 41-66.
- Briggs, S. 2008. Organic cereal and pulse production - a complete guide. UK: Marlborough: The Crowood Press Ltd.
- Clements, J. C., White, P. F. & Buirchell, B. J. 1993. The root morphology of *Lupinus angustifolius* in relation of other *Lupinus* species. Australian journal of agricultural research 44: 1367 – 1375. Tiivistelmä luettavissa: <http://www.publish.csiro.au/paper/AR9931367.htm>
- Cowling, W. A., Huyghe, C. and Swiecicki, W. Lupin Breeding. 1998. Teoksessa: Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.).

Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. 93-120.

Dracup, M., Turner, N. C., Tang, C., Reader, M. & Palta, J. Responses to Abiotic Stresses. 1998. Teoksessa: Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.). Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. 227-262.

Edwards, A. C. & van Barneveld, R. J. Lupins for Livestock and Fish. 1998. Teoksessa: Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.). Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. 385-410.

Egan, J., Crouch, J. & Hawthorne, W. 2007. Lupin variety sowing guide 2008. Fact Sheet 18/00/08. Government of South Australia: Primary Industries and Resources. [Pdf-tiedosto]. Saatavissa: http://www.sardi.sa.gov.au/data/assets/pdf_file/0006/45960/lupin_s.pdf

Eklund, E. & Simojoki, P. 1988. Yksivuotisen lupiinin nystyräbakteerien eristäminen ja valikoitujen siirroskantojen testaus kenttäolosuhteissa. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 7/88.

Farmit.net. 2010. [Verkkosivusto]. Hernekärsäkäs. [Viitattu 1.10.2010]. Saatavissa: http://www.farmit.net/farmit/fi/03_kasvinviljely/06_kasvinsuojelu/03_tuhoelaimet/02_tunnistuskuvat/02_a_vihannesten_tuholaiset/05_hernekarsakkaat/index.jsp

Feller, C., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Hess, M., Klose, R., Meir, U., Stauss, R., van den Boom, T. & Weber, E. 1995. Phänologische Entwicklungsstadien von Gemüsepflanzen: II. Fruchtgemüse und Hülsenfrüchte. Nachrichtenbl. Deut. Saks: Pflanzenschutzd. 47. 217-232. [Viitattu 9.11.2010]. Saatavissa: <http://pub.jki.bund.de/index.php/BBCH/article/viewFile/497/447>

Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.). 1998. Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. 544.

Gladstones, J. S. 1998. Distribution, Origin, Taxonomy, History and Importance. Teoksessa: Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.). Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. 1-40.

Hannaford. 2010. Rutton, taimipoltteen ja ruskealaikun oirekuvat. [WWW-sivu]. Australia. [Viitattu 12.10.2010]. Saatavissa: <http://www.hannafords.com/>

- Hietikko, P., Hänninen, L., Leinonen, P., Luomajärvi, U., Partanen, K., Peltomäki, A., Strohecker, K., Tolonen, K., Tolvanen, T., Valros, A. & Vornanen, E. 2001. Luomunaudan ja –sian ruokinta ja hoito. Vantaa: Maaseutukeskusten liitto. Tieto tuottamaan 94. In: Partanen, K. Sian ruokinnan suunnittelu ja toteutus. 72-84.
- Howieson, J. G., Fillery, I. R. P., Legocki, A. B., Sikorski, M. M., Stepkowski, T., Minchin, F. R. & Dilworth, M. J. 1998. Nodulation, Nitrogen Fixation and Nitrogen Balance. Teoksessa: Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.). Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. 149-180.
- Huhtaniemi, A. 2009. Vanhasta härkäpavusta uusi soija?. *Farmi uutiset* 26 (7), 16-19. Saatavissa: <http://www.farmi-uutiset.fi/09jutut/16.pdf>
- Hynönen, T., Hämäläinen, T. & Laukkanen, H. 2002. Metsänlannoitus – kannattava sijoitus. [WWW-dokumentti]. Kuopio: Metsäkeskus Pohjois-Savo. Julkaisuja 1/2002. [Viitattu 23.3.2010] Saatavissa: <http://www.skogscentralen.fi/NR/rdonlyres/042A24F6-9A2B-4B07-BEF1-8EB36C23A516/0/metsanlannoitus.pdf>
- Jones, R., Coutts, B. & Kehoe, M. 2010A. Farmnote: Bean yellow mosaic virus in lupins. Government of Western Australia: Department of Agriculture and Food. Note: 403. [PDF-tiedosto]. [Viitattu 12.10.2010], Saatavissa: http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/past/fn_bymv_narrow-leafed_lupins.pdf
- Jones, R., Coutts, B. & Kehoe, M. 2010B. Farmnote: Cucumber mosaic virus in lupins. Government of Western Australia: Department of Agriculture and Food. Note: 402. [PDF-tiedosto]. [Viitattu 12.10.2010], Saatavissa: http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/fcp/lp/fn_cucumber_mosaic_in_lupins.pdf
- Jälkö, T., Ketola, U., Nopanen, A., Partanen, K., Perttilä, S. & Siljander-Rasi, H. 2006. Sian ruokinta ja hoito. Vantaa: Maaseutukeskusten liitto. Tieto tuottamaan 114.
- Kerko, E. 2005. Kaliumformiaatin kaliumin maaperävaikutukset Kauriansalmen pohjavesialueella. Pro gradu. Helsinki: Helsingin Yliopisto.
- Kiviniemi, J. 1986. Herneen leikkuupuinti ja kuivaus. Helsinki: Maatalouskeskusten liitto & Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto, SITRA. Biologisen typensidonnan ja ravinnetyypin hyväksikäytön projekti-sarjan 6. tietolehtinen.

- Kukkonen, A., Uosukainen, M. & Rökköläinen, M. 1999. Ruiskaunokin siementuotanto turvetuotannosta vapautuneella suopohjalla. [WWW-dokumentti]. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Sarja A68. [Viitattu 23.3.2010]. Saatavissa: <http://www.mtt.fi/asarja/pdf/asarja68.pdf>
- Landrock-White, S. 2004. Unravelling the mystery of lupins. [Verkkolehtiartikkeli]. Organic Studies Centre: Technical Bulletin (6). UK: Cornwall: Duchy College. [Viitattu 3.11.2010]. Saatavissa: http://www.organicstudiescornwall.co.uk/pdf_docs/bulletins/Bulletin%206.pdf
- Longnecker, N., Brennan, R. and Robson, A. 1998. Lupin nutrition. Teoksessa: Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.). Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. Lupin Nutrition. 121-148.
- López-Bellido, L., Fuentes, M. & Castillo, J. E. 2000. Growth and yield of white lupin under Mediterranean conditions: effect of plant density. USA: Madison: American Society of Agronomy: Agronomy Journal. Volume 92: 200-205.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D. & Morgan, C. A. 2002. Animal Nutrition. 6. painos. UK: Gosport: Ashford Colour Press Ltd.
- Nemoy, P. Ei aikaa. Introduction into Cluster (Proteoid) Roots. Ei paikkaa. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 18.9.2010]. Saatavissa: http://www.tau.ac.il/~ecology/virtau/3-philip_nemoy/cluster_roots.htm
- Nummela, P. & Tuononen, M. 2009. Opas ympäristötuen ehtojen mukaiseen lannoitukseen 2007-2013. Helsinki: Maaseutuviraston julkaisusarja: Hakuoppaita ja ohjeita sekä ProAgria Satakunta ry. [Viitattu 3.11.2010]. Saatavissa: http://www.mavi.fi/attachments/mavi/viljelijatuet/hakuoppaatjaohjeet/ymparistotuenperusjalisatoimenpiteidenoppaat/5FSJ2pUCH/912996_lannoiteopas_LR_vii.pdf
- Perry, M. W., Dracup, M., Nelson, P., Jarvis, R., Rowland, I. and French, R. J. 1998. Agronomy and Farming Systems. Teoksessa: Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.). Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. 291- 338.
- Petterson, D. S. Composition and Food Uses of Lupins. 1998. Teoksessa: Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.). Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. 353-384.

- Simojoki, P. 1988. Lupiinin viljelytekniikka. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 7/88.
- Sweetingham, M. W., Jones, R. A. C. and Brown, A. G. P. Diseases and Pests. 1998. Teoksessa: Gladstones, J. S., Atkins, C. & Hamblin, J. (toim.). Lupins as crop plants: biology, production and utilization. UK: Cambridge: University Press. 263-290.
- Tietohaarukka 2008. Tilastotietoa. Ei päiväystä. [Verkojulkaisu]. Helsinki: Ruokatieto. [Viitattu 1.12.2009]. Saatavissa: <http://www.ruokatieto.fi/Link.aspx?id=1103945>
- Valkonen, J., Bremer, K. & Tapio, E. 1999. 2. painos. Kasvi sairastaa – oppi kasvitaudeista. Helsinki: Yliopistopaino.
- Vienti- ja tuontitilastot. Elintarvikkeiden tuonti 1990, 1995, 2000 ja 2004 – 2008 (1000 € ja 1000 tn). Tilastotietoa. Ei päiväystä. [Verkojulkaisu]. Helsinki: Elintarviketeollisuusliitto. [Viitattu 1.12.2009]. Saatavissa: http://www.etl.fi/www/fi/liitetiedostot/tilastot/tuonti_vienti/hptuonti2008.pdf
- Weber, E. & Bleiholder, H. 1990. Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume und Erbse - mit Abbildungen. Saksa: Gesunde Pflanzen 42. 308-321. [Viitattu 9.11.2010]. Saatavissa: <http://pub.jki.bund.de/index.php/BBCH/article/viewFile/497/447>

LIITTEET

Liite 1. Keltalupiinin biomassa- ja siemensato koealoilla 26.9

	Ala 1	Ala 2	Ala 3	Keskiarvo
Keltalupiini (g/m²)	2625	1812	2200	2212
Palot (g/m²)	180	94	103	126
Siemenet (g/m²)	31	28	54	38
Rikkakasvit (g/m²)	773	907	664	781
Lupiinikasvuston kokonaissato, kg/ha	26250	18120	22000	22123
Siemensato, kg/ha	310	280	540	377
Rikkakasvien sato, kg/ha	7730	9070	6640	7813

Liite 2. Valkolupiinin biomassa- ja siemensato koealoilla 26.9

	Ala 1	Ala 2	Keskiarvo
Valkolupiini (g/m²)	2843	3627	3235
Palot (g/m²)	79	190	135
Siemenet (g/m²)	11	24	18
Rikkakasvit (g/m²)	508	280	394
Lupiinikasvuston kokonaissato, kg/ha	28430	36270	32350
Siemensato, kg/ha	110	240	175
Rikkakasvien sato, kg/ha	5080	2800	3940

Liite 3. Sinilupiinin biomassa- ja siemensato koealoilla 4.-11.9

	Ala 1	Ala 2	Ala 3	Keskiarvo
Sinilupiini (g/m²)	783	639	599	674
Palot (g/m²)	203	152	112	156
Siemenet (g/m²)	117	89	74	93
Rikkakasvit (g/m²)	489	375	350	405
Lupiinikasvuston kokonaissato, kg/ha	7830	6390	5990	6737
Siemensato, kg/ha	1170	890	740	933
Rikkakasvien sato, kg/ha	4890	3750	3500	4047