



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jenna Korvala

---

## **Sinilupiini viljelykasvina**

Sinilupiinin lannoituskoe Pohjois-Satakunnassa

Opinnäytetyö  
Syksy 2022  
Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Tekijä: Jenna Korvala

Työn nimi: Sinilupiini viljelykasvina – Sinilupiinin lannoituskoe Pohjois-Satakunnassa

Ohjaaja: Arja Nykänen

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 57

Liitteiden lukumäärä: 0

---

Opinnäytetyössä esiteltiin sinilupiinin (*Lupinus angustifolius*) viljelyä Suomessa. Viljelyn esittelyssä kerrottiin, millainen kasvi sinilupiini on ominaisuuksiltaan, millaiset ovat kasvupaikkavaatimukset, mitä lajikkeita Suomessa tällä hetkellä on sinilupiinista tarjolla, miten kylvö tapahtuu, millainen on ravinteiden tarve, mitkä rikkakasvit, kasvitaudit ja tuholaiset voivat koitua Suomen olosuhteissa sinilupiinilla ongelmaksi ja miten näitä tulisi torjua sekä miten sinilupiinin sadonkorjuu kannattaa toteuttaa.

Työssä pohdittiin myös sinilupiinin jatkojalostusta. Sinilupiini on valkuaiskasvi, mutta kasvin siemenellä on myös muita mielenkiintoisia laadullisia ominaisuuksia, joita pystytään hyödyntämään esimerkiksi erilaisissa elintarvikeinnovaatioissa. Sinilupiinin siemen on myös potentiaalinen vaihtoehto tuotantoeläinten valkuaisrehustuksessa.

Sinilupiini on lähtökohtaisesti omavarainen typen suhteen. Lannoitteilla kuitenkin on mahdollista parantaa viljelykasvin kasvua. Opinnäytetyön yhteydessä toteutettiin sinilupiinin viljelykoe, jossa tutkittiin ominaisuuksiltaan erilaisten lannoitteiden mahdollisia vaikutuksia sinilupiinin kasvuun, laadullisiin ominaisuuksiin ja lannoitteiden sekä sinilupiinin vaikutusta maaperään.

Lannoitteiden todellista vaikutusta lupiinin satoon oli vaikea arvioida sato- ja biomassanäytteiden uupuessa. Lannoituskokeen perusteella ei pystytty varmaksi sanomaan, saavutetaanko sinilupiinin lannoituksella merkittävää hyötyä.

<sup>1</sup> Asiasanat: Sinilupiini, *Lupinus angustifolius*, viljely, lannoitus, jatkojalostus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of Agriculture

Author: Jenna Korvala

Title of thesis: Blue lupin as a crop – fertilizing test of blue lupine in Northern Satakunta

Supervisor: Arja Nykänen

Year: 2022

Number of pages: 57

Number of appendices: 0

---

This thesis examined the cultivation of blue lupine (*Lupinus angustifolius*) in Finland. Characteristics, habitat requirements and nutrient requirements as well as sowing and harvesting blue lupine are introduced in the study. The study also covers different weeds, plant diseases and pests that can harm blue lupine in Finland and discusses how these harms can be prevented.

Further processing of blue lupine was also considered in the thesis. Blue lupine is a protein crop, but blue lupine seed has even other qualitative characteristics that can be utilized, for example, in various food innovations. The seed can potentially be used as a protein feed for livestock.

Blue lupine is primarily self-sufficient in nitrogen. However, fertilisers can increase the crop yield. A cultivation test was carried out as a part of this thesis. The test investigated possible effects of different fertilisers on the growth and the qualitative characteristics of blue lupine. The effect of fertilisers and blue lupine on the soil was also clarified.

Estimating the true impact of fertilisers on the blue lupine crops was difficult without any crop yield and biomass samples. Based on the fertiliser test it was not proved, whether blue lupine fertilisation would achieve any significant benefits.

<sup>1</sup> Keywords: Blue lupin, *Lupinus angustifolius*, cultivation, fertilisation of plants, further processing

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva- ja taulukkuuettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO .....	9
2 SINILUPIININ VILJELY SUOMESSA .....	10
2.1 Sinilupiinin ominaisuudet.....	10
2.1.1 Typensidonnann mekanismi .....	11
2.1.2 Proteoidijuuri .....	12
2.2 Kasvupaikkavaatimukset.....	13
2.3 Veden tarve .....	14
2.4 Suomessa viljeltäviä lajikkeita .....	14
2.5 Kylvö .....	15
2.6 Sinilupiinin lannoitus.....	16
2.6.1 Typpi .....	16
2.6.2 Fosfori.....	17
2.6.3 Kalium.....	17
2.6.4 Hivenravinteet.....	18
2.7 Rikkakasvit ja niiden torjunta.....	19
2.8 Kasvitaudit ja niiden torjunta .....	20
2.9 Tuholaiset ja niiden torjunta .....	21
2.10 Sadonkorjuu .....	22
3 SINILUPIININ JATKOJALOSTUS .....	24
3.1 Laadulliset ominaisuudet.....	24
3.2 Sinilupiini elintarvikkeena .....	24
3.3 Sinilupiini rehuna .....	25
3.3.1 Märehtijät .....	25

3.3.2	Siat.....	26
3.3.3	Siipikarja .....	26
4	SINILUPIININ VILJELYKOE POHJOIS-SATAKUNNASSA 2021 .....	28
4.1	Aineisto ja menetelmät .....	28
4.1.1	Koeruutujen lähtötilanne ja lannoitusvalintoihin päätyminen .....	29
4.1.2	Viljelykokeen perustaminen .....	32
4.2	Kasvukauden kasvustohavainnot .....	33
4.2.1	Kasvien määrä .....	34
4.2.2	Rikkakasvien ja tuholaisten määrä .....	35
4.2.3	Sadanta, tehoisa lämpösumma ja niiden vaikutukset kasvustoon .....	38
4.3	Tulokset.....	41
4.3.1	Lupiinin ravinnetarve, lannoitus ja vaikutukset kasvustoon .....	41
4.3.2	Yara Mila Y 3 lannoitettujen koeruutujen viljavuusanalyysit ja pohdinta ....	42
4.3.3	YaraMila NK 2 lannoitettujen koeruutujen viljavuusanalyysit ja pohdinta ...	44
4.3.4	Hevosennannalla lannoitettujen koeruutujen viljavuusanalyysit ja pohdinta	46
4.3.5	Lannoittamattomien koeruutujen viljavuusanalyysit ja pohdinta .....	48
5	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	51
	LÄHTEET .....	53

## Kuva- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Kuva sinilupiinin juuristosta.....	12
Kuva 2. Myöhäistetyllä kylvöllä lämpimään maahan on mahdollistettu sinilupiinin nopea taimettuminen ja täten parempi kilpailuasetelma rikkakasveja vastaan. ....	20
Kuva 3. Koeruutujen asettelu lohkolla.....	28
Kuva 4. Hevosen kuivalannan analyysi.....	32
Kuva 5. Kasvuston tilanne 22.6.2021. ....	34
Kuva 6. Koeruuduilla I ja II havaittavissa 28.7. juolavehneää ja jauhosavikkaa.....	36
Kuva 7. Rikkakasvitilanne kasvustossa 26.9.. ....	37
Kuva 8. Kuva kasvustosta 1.8.....	38
Kuva 9. Lupiinikasvuston tilanne 7.10.....	40
Kuva 10. Vanhan sarkaojan kohta tulvi paljon lokakuisten sateiden seurauksena 2.11.. ..	40
Taulukko 1. Koeruutujen ravinnepitoisuuksien lähtötilanteet maanäyteanalyysien mukaan 28.4.2021. ....	30
Taulukko 2. Kasvien määrä neliometrillä laskettuna 80 cm rivipituudelta. ....	35
Taulukko 3. Kasvukauden aikainen sademäärä. ....	39
Taulukko 4. Tehoisan lämpösumman kertyminen kasvukauden 2021 aikana. ....	39
Taulukko 5. Sinilupiinin pääravinteiden tarve koeruuduilla keväällä 2021 ennen lannoitusta sekä lannoitusmäärät pääravinteittain. ....	42
Taulukko 6. Yara Mila Y 3 -lannoitteella lannoitettujen koeruutujen (ruudut 1 ja 2) viljavuusnäytteet ennen ja jälkeen lupiinin viljelyn. ....	43

Taulukko 7. YaraMila NK 2 -lannoitteella lannoitettujen koeruutujen (ruudut 3 ja 6) viljavuusnäytteet ennen ja jälkeen lupiin viljelyyn. ....	45
Taulukko 8. Hevosenlannalla lannoitettujen koeruutujen (ruudut 7 ja 8) viljavuusnäytteet ennen ja jälkeen lupiin viljelyyn. ....	47
Taulukko 9. Lannoittamattomien koeruutujen (ruudut 4 ja 5) viljavuusnäytteet ennen ja jälkeen lupiin viljelyyn. ....	49

## Käytetyt termit ja lyhenteet

- Kapealehtinen lupiini** Sinilupiini, englanninkielinen termi narrow-leaved lupin.
- Kloroosi** Kasvissa esiintyvä viherkato, kun lehtivihreää ei pääse kehittymään tai se alkaa hajoamaan.
- KVK** Laskennallinen kationinvaihtokapasiteetti.
- Proteoidi-juuri** Juuri, jonka haaroissa haaraumat kasvavat rajoitettuina ryppäinä, klustereina.
- Typpiomavarainen** Kasvi kykenee esimerkiksi typensidontaa hyödyntämällä saamaan kasvuunsa tarvitsemansa typen ilman, että se välttämättä tarvitsee typpilannoitusta.
- Typensidonta** Perustuu symbioottiseen tai puolisympioottiseen tilaan, jossa bakteeri sitoo ilmakehän typpeä ja muuttaa sen isäntäkasville käyttökelpoiseen muotoon ammoniumtypeksi.
- Valkuaisomavaraisuus** Mitataan sitä, miten suuri osa kotimaassa käytettävästä valkuaisesta ja sen tuottamiseen käytetyistä tuotantopanoksista on kotimaista alkuperää.



## 1 JOHDANTO

Kotimaisen valkuaisomavaraisuuden lisääminen ja viljelykustannusten nousu muun muassa lannoitekustannusten osalta ovat viime aikoina puhuttaneet paljon. Sinilupiini (*Lupinus angustifolius*) voisi olla yksi viljelykasvivaihtoehto valkuaisvaranomaisuuden kasvattamisessa, sillä kasvin siemenen valkuaispitoisuus vaihtelee yleensä 31–35 % välillä hieman lajikkeesta riippuen (Briggs 2008, 164), ja siemenen koostumus tarjoaa erilaisia mahdollisuuksia kasvipohjaisten elintarvikkeiden kehittämiseen. Sinilupiini saattaisi myös olla potentiaalinen kotimainen vaihtoehto korvaamaan tuontisoijaa tuotantoeläinten ruokinnassa.

Sinilupiinin viljelyllä voitaisiin mahdollisesti vähentää synteettisesti valmistettujen typpilannoitteiden käyttöä viljelyssä, sillä kasvi lähtökohtaisesti on omavarainen typhen suhteen, jos kasvin siemenen ymppeäys *Bradyrhizobium*-typesidontabakteerilla onnistuu. Parhaimmillaan sinilupiinin viljelyn jälkeen maahan voi jäädä jäännöstyppeä seuraavan kasvin käytettäväksi 40–50 kg/ha (Gresta ym. 2017, 101). Keskitalon (2019) mukaan sinilupiini viihtyy parhaiten vähäravinteisilla, hiekkaisilla ja lievästi happamilla mailla, joten voisi ajatella lupiinin viljelyn mahdollisesti parantavan tällaisten peltolohkojen ominaisuuksia.

Työn tarkoituksena on kertoa sinilupiinin viljelystä Suomessa sekä jatkojalostusmahdollisuuksista ja esitellä Pohjois-Satakunnassa toteutettu sinilupiinin lannoituskoe. Lannoituskokeen tarkoituksena oli tutkia ominaisuuksiltaan erilaisten lannoitteiden mahdollista vaikutusta sinilupiinin kasvuun kasvukauden aikana, sadon laadullisiin ominaisuuksiin sekä kasvin ja lannoitteen mahdollisia vaikutuksiin maaperään.

## 2 SINILUPIININ VILJELY SUOMESSA

### 2.1 Sinilupiinin ominaisuudet

Sinilupiini (*Lupinus angustifolius*) on viljelykäyttöön jalostettu lupiinilaji, joka on hernekasvien heimoon kuuluva, hyönteispölytteinen palkokasvi. Tämä valkuaiskasvi tunnetaan myös kapealehtisen lupiinin (narrow-leafed lupin) nimellä. Sinilupiini on yksi kolmesta vähäalkaloidisesta (alkaloidipitoisuus alle 0,02 %) lupiinilajista, mikä mahdollistaa siemenen käytön niin ihmisten ravintona kuin eläinten rehuna (Gresta ym. 2017, 88). Muita niin kutsuttuja makeita lupiinilajeja ovat valko- ja keltalupiini.

Sinilupiini kasvaa noin 30–60 cm:n mittaiseksi. Kasvin paalujuuri voi kuitenkin parhaimmillaan yltää jopa 2,5 metrin syvyyteen. Lupiinin siemenen väri vaihtelee ruskean, tumman harmaan ja valkoisen väliltä. Siemenen pinta saattaa olla myös marmoroitunut tai täplikäs. Kasvin pinta on paikoin nukkamaisen, hienon karvan peittämää. Sinilupiinin nimitys viittaa kukinnan väriin, mikä tyypillisesti on sininen, mutta saattaa lajikkeesta riippuen vaihdella vaaleanpunaisen, valkoisen ja violetin sävyjen välillä. (Luonnonvarakeskus, [viitattu 30.7.2021].)

Yleisesti ottaen lupiini on kiinnostava viljelykasvi ajatellen valkuaisomavaraisuuden lisäämistä. Lupiinilajikkeesta riippuen, sinilupiinin siemenen valkuaispitoisuus vaihtelee pääsääntöisesti 31–35 % välillä (Briggs 2008, 164). Siemenen sisältämä valkuainen vastaa ravitsemuksellisilta ominaisuuksiltaan lähestulkoon munanvalkuaisen ominaisuuksia. Siemen ei sisällä gluteenia, joten lupiinia on mahdollista käyttää esimerkiksi gluteenittomassa ruokavaliossa, jos siementä muuten on käsitelty gluteenittomalle ruoka-aineelle sopivasti eli kontaminaatiota gluteenia sisältävien ainesosien kanssa ei ole tapahtunut esimerkiksi pakkaamossa. Lupiinin siemen on kuitenkin listattu mahdollisesti allergisoivaksi elintarvikkeeksi, koska sen on havaittu aiheuttavan allergisia oireita pähkinälle ja muille palkokasveille herkistyneille henkilöille. (Gresta ym. 2017, 92.)

Ravitsemuksellisten ominaisuuksien lisäksi lupiini viljelyn intressejä nostattaa kasvin kyky typen sitomiseen ilmasta juurinyströidensä avulla. Palkokasvien avulla ilmasta maaperään sidottu typpi on eräs vaihtoehto synteettisesti valmistetuille typpilannoitteille (Iantcheva & Naydenova 2021), joiden käytölle viljelijät saattavat tulevaisuudessa pohtia korvaavia vaihtoehtoja muun muassa lannoitekustannusten alati kasvaessa (Lehtonen 2021).

### 2.1.1 Typensidonnan mekanismi

Sipilän (2006) mukaan biologisessa typensidonnassa kasvin kanssa symbioosissa elävä bakteeri sitoo ilmakehän typpeä ( $N_2$ ) ja muuntaa sen kasville käyttökelpoiseen muotoon eli ammoniumtypeksi ( $NH_3$ ). Tämänkaltaisessa symbioottisessa suhteessa olevat typensitojabakteerit elävät kasvien juurinyströissä. On myös olemassa puolisyntioottisia typensitojia, jotka elävät kasvien juuriston ympärillä, mutta esimerkiksi sinilupiinin ja *Bradyrhizobium*-bakteerin välillä on symbioottinen suhde.

Biologisessa typensidonnassa bakteeri hyödyntää typen sidontaan nitrogenaasientsyymiä. Typensidonnan on tapahduttava hapettomissa olosuhteissa, sillä happi tuhoaa kyseisen entsyymin. Lähtökohtaisesti kaikilla palkokasveilla typensidontabakteerit elävät juurinyströissä, jotka ovat isäntäkasvin erikoistuneita osia. Kasvit kykenevät säätelemään nystyröidensä kaasunläpäisevyyttä siten, että happipitoisuuden taso pysyy sellaisena, jolla nitrogenaasi ei tuhoudu, mutta solujen hengitys toimii. Toimivien nystyröiden vaaleanpunainen väri johtuu niiden sisältämästä happea sitovasta hemiproteiinista, leghemoglobiinista, joka auttaa siirtämään soluhengityksessä tarvittavaa happea nystyrän bakteerisoluille. (Sipilä 2006.)

Ympäristökijöillä on vaikutusta symbioosin ja typensidonnan onnistumiseen. Symbioottisen typensidonnan edellytyksenä on, että maasta löytyy kasville sopivia nystyräbakteereja. Lupiinin tarvitsema *Bradyrhizobium*-bakteeri on Suomen peltomaiden maaperässä harvinainen, joten lupiinin siemen tarvitsee lähtökohtaisesti aina ympätä eli lisätä kyseinen bakteeri siemenen pinnalle ennen kylvöä. Lupiinin siemenen ympäystä suositellaan, jos loholla ei ole viljelty lupiinia yli viiteen vuoteen tai jos maaperän pH ylittää 6,5 arvon. (Luonnonvarakeskus, [viitattu 20.6.2022].)

Muita typen sidonnan onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä on muun muassa maan tyypipitoisuus. Korkea tyypipitoisuus maaperässä vähentää typensidontaa, kun taas vastaavasti alhainen tyypipitoisuus edistää typensidontaa. Maaperän liiallinen kosteus tai veden puute vähentävät typensidontaa. Kylmyydellä on myös heikentävä vaikutus typensidonnan onnistumiseen. (Sipilä 2006.)

### 2.1.2 Proteoidijuuri

Juuresta, jonka haaroissa haaraumat kasvavat rajoitettuina ryppäinä, klustereina, käytetään nimitystä proteoidijuuri. Proteoidijuuret ovat tyypillisiä proteakasveilla (*Proteaceae*), mutta niitä esiintyy myös muiden kasviheimojen lajeilla. Kuitenkin kaikilla lajeilla, joilla proteoidijuuri esiintyy, on yhteistä niiden kyky kasvaa vähäravinteisella maaperällä. Suurin osa proteoidijuurellisista kasveista ei muodosta mykorritsan kaltaista symbioosia. (Watt & Evans 1999.)



Kuva 1. Kuva sinilupiinin juuristosta (Korvala, 2021).

Sinilupiinilla on proteoidijuuret (kuva 1), joiden avulla se kykenee keräämään tehokkaasti maaperästä muun muassa fosforia, kalsiumia ja mangaania. Juurten kehitys kuitenkin

hidastuu maaperän fosforipitoisuuden lisääntyessä. (Luonnonvarakeskus, [viitattu 3.10.2022].) Tietynlaisissa olosuhteissa sinilupiini valmistaa proteoidijuurten sijaan proteoidijuurten kaltaiset juuret ("cluster-like roots"). Tällainen tilanne syntyy, kun maaperässä ei ole saatavilla fosforia. Määritelmältään juuret vastaavat "aitoa proteoidijuurta" eli näiden proteoidijuurten kaltaisten juurirykelmien määrä senttimetrin säteellä juurihaarasta vastaa proteoidijuurten rykelmien määrää. Erikoista näissä sinilupiinin proteoidijuurten kaltaisissa juurissa on se, että ne pystyvät siltikin erittämään sitraattia eli sitruunahappoa korkean nitraattitypen pitoisuuden kanssa, vaikka maaperän fosforipitoisuus olisi alhainen. Maaperän fosforipitoisuus ei suurissa määrin vaikuta kuitenkaan juurihaarojen tai juurten kärkien kykyyn tuottaa sitraattia tai malaattia eli omenahapon suolaa, oli maaperässä sitten runsaasti tai niukasti tarjolla fosforia. (Hocking & Jeffery 2003.)

## 2.2 Kasvupaikkavaatimukset

Lupiini viihtyy parhaiten vähäravinteisilla, hiekkaisilla ja lievästi happamilla mailla (Keskitalo 2019). Maan pH:n tulisi olla vähintään 5 ja enintään 6,5–6,8. Kovin kalsiumpitoinen maa ei sinilupiinin kasvatukseen pääasiassa sovellu, sillä valtaosa sinilupiinin lajikkeista kasvaa huonosti korkean kalsiumpitoisuuden maassa.

Aniszewskin (1985, 77) mukaan erityisesti maassa olevat  $\text{Ca}^{2+}$ -kationit vaikuttavat lupiinin negatiivisella tavalla, jos kalsiumin määrä maassa ylittää kasvin ravinnetarpeen. Tämä näkyy yleensä runsaana kloroosina eli viherkatona ja juurinyströiden vähäisenä muodostumisena. Juurinyströiden vähäiseen muodostumiseen voi syynä olla *Bradyrhizobium*-bakteerin huono viihtyvyys korkean pH:n maaperässä (Gresta ym. 2017, 97). Tässä voi osittain myös olla syynä kalsiumin määrän vaikutus yleisesti ottaen lupiinin fysiologiaan ja metaboliaan. Kalsium vaikuttaa lupiinin aineenvaihdunnassa eritoten booriin, joka taas toimii rakennusaineena hiilihydraattien niin sanotussa ravinnesiirtoreitissä. Ravinnesiirtoreittiä pitkin hiilihydraatit kulkeutuvat ylhäältä alas energiana typensidontabakteereille. Hiilihydraattien kulkeutumisen häiriintyessä myös bakteerien toiminta häiriintyy – ajan mittaan bakteerit saattavat myös kuolla, mikä vaikuttaa myös lupiinin kasvuun heikentyvästi (Aniszewski 1985, 77).

Kloroosin on epäilty johtuvan siitä, että kalsiumille ”yliherkät” lajikkeet ottavat kalsiumia maaperästä kerta kaikkiaan enemmän kuin kalsiumia kestävät lupiinilajikkeet, joita pääasiassa löytyy valko- ja keltalupiineista. Liiallinen kalsiumin määrä lehtien solukoissa vähentää ilmahuokosten aukeamista eli toisin sanoen vähentää yhteyttämisen määrää. Lupiini pystyy jonkin verran kuitenkin ehkäisemään itse proteoidi-juurtensa avulla kalsiumyliherkkyyttä. Juuret erittävät sitruunahappoa, mikä vähentää kalsiumin ottoa, mutta vastaavasti lisää raudan ja fosforin ottamista. (Gresta ym. 2017, 97.)

### **2.3 Veden tarve**

Kuivissa olosuhteissa sinilupiinin kastelusta on havaittu olevan hyötyä, kunhan kastelun määrä ei ylitä kasvin veden tarvetta (Gresta ym. 2017, 99). Kastelulla saatetaan saavuttaa sadon lisäystä jopa 150 % verran. Toisaalta kastelu heikentää siemenen laatua, sillä kastellusta sinilupiinista saatu siemen on sekä kooltaan että painoltaan 10–20 % kastelemattoman sinilupiinin siementä pienempi. Sinilupiinia ei kuitenkaan kannata kastella, jos sadon on tarkoitus päätyä kylvösiemeneksi, sillä kastellun siemenen ominaisuudet säilyvät siemenen solukossa ja periytyvät seuraavan sukupolven kasville. Tällöin seuraavan sadon siemenet ovat todennäköisesti ilman kasteluakin kooltaan ja painoltaan pienempiä, mitä olisivat kastelemattomien sinilupiinien siemenistä itäneen seuraavan kasvipolven siemenet. Jos taas tarkoituksena on tavoitella mahdollisimman maksimaalista hehtaarisatoa siemenistä esimerkiksi elintarvike- tai rehukäyttöön, voi oikeanlaisissa olosuhteissa kastelusta olla hyötyä. (Winnicki ym. 2019.)

Sinilupiini sietää lähtökohtaisesti erittäin huonosti märkää maaperää. Vettyneellä alueella sinilupiinin kasvu on heikentynyttä eikä juurten määrä kehity normaalilla tavalla. Erityisesti sinilupiinin sietokyky on heikko, jos kylvetyllä alueella tapahtuu vettymistä kylvöstä 56–70 päivän jälkeen. Paremmin sinilupiini sietää vettymisestä aiheutuvat vahingot 28–42 päivää kylvön jälkeen. (Davies, Turner & Dracup 2000.)

### **2.4 Suomessa viljeltäviä lajikkeita**

Suomen kasvuoloissa sinilupiinilajikkeen valinnassa tärkein kriteeri on lajikkeen kasvuaika, koska kasvukausi on makea lupiinin viljelyä rajoittavin tekijä Suomessa. Keskitalon (2019)

mukaan kasvuaika sinilupiinilla on lajikkeesta riippuen 90–180 vuorokautta, joten senkin takia sinilupiinin kylvössä tulisi pyrkiä aikaisuuteen. Terminen kasvukausi kestää Suomessa riippuen sijainnista keskimäärin 105–185 vuorokautta (Ilmatieteen laitos, [viitattu 30.7.2021]). Sinilupiinin viljelylle parhaiten soveltuvilla kasvuvyöhykkeillä I-II terminen kasvukausi on pituudeltaan 165–185 vuorokautta.

Suomen lajikelistalla ei ole ainuttakaan kaupallista sinilupiinin lajiketta, vaan lajikkeiden kylvösiemenet tuodaan ulkomailta. Euroopassa lupiinin jalostus on pääasiassa keskittynyt Saksaan ja Puolaan. (Luonnonvarakeskus, [viitattu 30.7.2021].) Lupiinin siementä jälleenmyyvät Suomessa S.G. Nieminen Oy ([viitattu 30.7.2021]) sekä Naturcom ([viitattu 30.7.2021]).

Muun muassa Haags Blaue, Sonet ja Boruta ovat sinilupiinin lajikkeita, jotka soveltuvat viljeltäviksi Suomen kasvuoloissa. Kyseiset lajikkeet ovat aikaisia ja kasvutavaltaan päätteellisiä. Keskimääräisesti kasvuaika vaihtelee näiden lajikkeiden välillä noin 99–108 päivän välillä. (Ajosenpää ym. 2015.)

## 2.5 Kylvö

Sinilupiini, niin kuin muutkin makealupiinit, ovat typen suhteen omavaraisia kasveja, sillä niillä on juurissa ilman typpeä sitovia juurinyströitä. Jotta onnistunut typensidonta saadaan aikaiseksi, on lupiinin siemen syytä ympätä *Bradyrhizobium*-suvun bakteerilla, mikä mahdollistaa juurinyströiden toiminnan aktivoimisen. Lupiinille oikea bakteeri ympäykseen on *Bradyrhizobium lupini* (Iantcheva & Naydenova 2021). Bakteeriympäykselle on lupiinin suhteen yleensä tarvetta Suomessa, koska lupiinin juurinysträbakteeri on peltomaissamme harvinainen lupiinin vähäisen viljelyn takia. Vaikka lupiini olisikin aktiivisena osana tilan viljelykiertoa, on ympäys syytä tehdä, jos lupiinia ei ole kasvanut lohkolla yli viiteen vuoteen ja maan pH on yli 6,5. (Luonnonvarakeskus, [viitattu 30.7.2021].)

Sinilupiinia kylvetään 90–110 itävää siementä neliölle, kun kyseessä on haarautumaton lajike. Tällöin tavoitteena on saada 80–100 kasvia neliölle. Runsaasti haarautuville lajikkeille suositellaan 50–70 kasvia neliölle. (Lupin Agronomy Guide [viitattu 30.7.2021]).

Kylvötiheys voi kuitenkin lajikkeen ominaisuuksista riippuen vaihdella jopa 15–140 kasvia neliöllä. Huomioitava kuitenkin on, ettei Suomessa viljellä sinilupiinista juurikaan muita kuin haarautumattomia lajikkeita, jotta tuleentuminen ehtisi tapahtumaan lyhyehkön kasvukautemme aikana. Suuremman kylvötiheyden käyttö parantaa lupiinin asemaa rikkakasveja vastaan, mutta toisaalta kasvitautien, kuten sienitautien ja pahkahomeen, riski kasvaa sekä siemenkustannukset lisääntyvät. (Luonnonvarakeskus, [viitattu 30.7.2021].)

Suosittelava kylvösyvyys on yleensä 3–4 cm, jolloin kosteus on sopiva ajatellen siemenen itämistä, mutta mahdollistaa kohtuullisen nopean taimettumisen. Lupiinia ei suositella kylvettäväksi 5 cm:ä syvemmälle. Riippuen hieman maalajista, voi jyräys olla kylvön jälkeen tarpeellinen ratkaisu. (Lupin Agronomy Guide [viitattu 30.7.2021].)

Sinilupiini voidaan kylvää keväällä melko aikaisin. Keskitalon (2019) mukaan sinilupiini on todettu hyvinkin kylmää kestäväksi – kasvi kestää jopa – 8 - -10 asteen lämpötilaa.

## **2.6 Sinilupiinin lannoitus**

### **2.6.1 Typpi**

Pohjois-Euroopassa ei vielä ole saatu yhtään sellaista viljelytulosta, jossa typpilannoituksen antamisesta olisi ollut lupiinin kasvustolle merkittävästi hyötyä (Gresta ym. 2017, 98). Kuitenkin pienellä typen starttilannoituksella (suositellaan korkeintaan 20 kg/ha) on mahdollista nopeuttaa sinilupiinin taimettumista (Kekkonen ym. 2018, 69). Sinilupiini on typen suhteen melko omavarainen kasvi. Sadon muodostamisessa typpeä kuluu 51,2 kg tonninn siemensatoa kohden. Huomioitavaa kuitenkin on, että kun palkoihin alkaa muodostumaan siemeniä, typen sidontaa loppuu. Muutos typen sidonnassa saattaa tällöin vaikuttaa muodostuvien siementen proteiinipitoisuuteen. On kuitenkin huomioitava, että usein sadon muodostus on herkempää aikaisemman vaiheen typen puutteelle, kuin kukkimisen tai siementen muodostumisen aikana tapahtuvalle typen puutteelle. (Parker & Edwards 2011, 70–71).



Parhaiten sinilupiinin jäännöstyyppiä sekä yleisesti esikasviarvoa hyödyntää kevätvehnä. (Peltonen 2011.) Jos kasvijätteet (eli lupiinin varsi, mahdolliset varisseet palot, palkojen kuoret, lehdet ja juuret) saavat maatua rauhassa, niistä voi parhaillaan jäädä seuraavan kasvin käytettäväksi vielä 40–50 kg/ha tyyppiä (Gresta ym. 2017, 101).

### **2.6.2 Fosfori**

Fosforin puute saattaa kuivahkoilla, fosforista köyhillä mailla muotoutua ongelmaksi, sillä typen sidonta vaatii paljon fosforia. Lievä fosforin puutos vaikuttaa juurinyströiden määrään sekä siihen, että nystyrät ovat yleensä pienempiä (Hertel 2011, 34). Tapauksissa, missä fosforia olisi maasta niukasti saatavilla, kylvön yhteydessä fosforia laitetaan 15–20 kg/ha siemenen kanssa samalle syvyydelle, jotta fosforin saanti kasville turvataan (Walker & Edwards 2011, 20–21). Suomessa kuitenkin harvoin törmätään tällaiseen tilanteeseen. Tonnin siemensadon muodostukseen lupiini tarvitsee laskennallisesti fosforia 3 kg (Parker & Edwards 2011, 71).

Fosforin puutteen on havaittu hidastuttavan lehtien ilmestymistä sekä viivästyttävän kukintaa. Puute vaikuttaa myös kukkien määrään kukinnossa. (Walker & Luckett 2011, 60.) Vastaavasti taas korkean fosforin määrän on todettu lisäävän versomista ja lisäävän palkojen määrää, mutta sillä ei ole vaikutusta palon kokoon tai siementen määrään palossa (Parker & Edwards 2011, 70).

### **2.6.3 Kalium**

Sinilupiini tarvitsee kaliumia muiden kasvien tapaan moneen toimintaan, kuten sokerin siirtämiseen, fotosynteesiin ja entsyymien aktivoimiseen. Kuitenkaan sinilupiini ei ota kaliumia maasta yhtä paljon kuin esimerkiksi vehnä. Maassa olevan kaliumin hyödyntäminen taas on lupiinilla tehokkaampaa kuin esimerkiksi vehnällä. Kaliumin puutteesta johtuvia oireita tavataan lupiinilla harvoin. (Hertel 2011, 40.) Tonnin siemensadon muodostukseen sinilupiini tarvitsee kaliumia 8 kg (Parker & Edwards 2011, 71).

#### 2.6.4 Hivenravinteet

Sinilupiinilla on huonohko kyky siirtää mangaania lehdistä siemeneen. Mangaanin puutos sadon muodostumisen yhteydessä vaikuttaa satotasoon alentavasti ja näkyy yleensä myös siemenessä pinnan halkeiluna, värimuutoksina tai siemenen pienuutena. Muuten mangaanin puutos voi näkyä lupiinin varren heikentyneessä kasvussa, lehtien puutteellisena kehittymisenä tai ruskeina laikkuina lehdissä. Mangaanin puutos ilmenee usein korkeamman pH:n mailla (pH lähellä 7), jos maan viljavuus mangaanin suhteen ei ole hyvässä luokassa ja jolloin mangaani ei ole niin helposti saatavassa muodossa lupiinille. Mangaanin puutoksesta aiheutuvia satotappioita voi ehkäistä antamalla lehtilannoituksen siinä vaiheessa, kun palot alkavat kehittyä ja palon pituus on noin 2–2,5 cm. (Al Bawaba 2019.)

Sinilupiini tarvitsee rikkiä muodostaakseen lehtivihreää ja proteiineja sekä siementuotantoon. Rikki on myös välttämätön typen sidonnan kannalta, sillä se auttaa juurinystyröiden muotoutumisessa. Rikin puutos näkyy usein lehdissä, mutta välttämättä oireet eivät ole välittömästi selvästi havaittavissa. Usein lehdet jäävät hieman vaaleammiksi. (Hertel 2011, 40.) Sinilupiini tarvitsee rikkiä 2,3 kg muodostaakseen tonnin siemensadon (Parker & Edwards 2011, 71).

Sinilupiini ei kasvina sinänsä ole riippuvainen koboltista, mutta taasen ritsobeille, joka on välttämätön typen sidonnan onnistumisen kannalta, tarvitsee kobolttia. Sinilupiini on tässä tapauksessa herkempi koboltin puutteelle, mitä esimerkiksi valkolupiini. Onkin suositeltavaa analysoida kylvösiemen, sillä jos koboltin määrä ylittää lupiinin siemenessä 0,13 mg/kg tason, ei ritsobien pitäisi kärsiä koboltin puutteesta. (Hertel 2011, 41.)

Sinilupiini tarvitsee tonnin siemensadon muodostamiseen lisäksi kalsiumia 2,2 kg ja magnesiumia 1,6 kg (Parker & Edwards 2011, 71).

## 2.7 Rikkakasvit ja niiden torjunta

Sinilupiinin kilpailukyky rikkakasveja vastaan on huonohko. Rikkakasvit saattavat muodostua alusta alkaen ongelmaksi, jos esimerkiksi itäminen on kylmän maan takia hidasta. Lupiini jää melko matalaksi kasviksi eikä sen peittävyyskään ole hyvä. (Vihonen, [viitattu 30.7.2021].) Siksi onkin syytä kiinnittää erityistä huomiota rikkakasvien torjuntaan viljelykierrossa ennen lupiinia.

Rikkakasvien mekaanista torjuntaa sinilupiini kestää melko hyvin. Joonan (2011) mukaan sinilupiinille suositeltavin rikkakasviäestyksen tapa on sokkoäestys eli äestää maan pinta ennen kasvin taimettumista. Kasvin kasvupisteen vaurioitumista vältetään asettamalla äestyssyvyys taimen yläpuolelle. Parhain tulos saavutetaan tekemällä kaksi käsittelyä – ensimmäinen sokkoäestyksenä ja toinen kasvustoon. Kylvön jälkeen rikkaäestyksiä voidaan tehdä neljästä viiteen kertaan ensimmäisten kahden kuukauden aikana ilman, että sinilupiinin taimi kärsisi rikkaäestyksestä. (Briggs 2008, 99.) Briggsin (2008, 277) mukaan mekaanista torjuntaa ei kuitenkaan tule enää tehdä, jos lupiini on ehtinyt kasvaa noin 15 cm korkeaksi – tällöin lupiinin kasvustoon saatetaan tehdä parantumaton vahinko. Optimaalisin aika ensimmäiselle rikkaäestykselle olisi siinä vaiheessa, kun lupiinin juuri on päässyt kunnolla jo juurtumaan, kasvin korkeus on noin 5 cm ja lehtiä on taimesta versonut kolmesta neljään (vastaten noin kasvuasteita BBCH 24-34 tai lupiinin omaa kasvuasteikkoa DC 1.3-1.4 (lupiinin kasvuasteikko, GRDC 2017)). Parhaimpaan tulokseen rikkakasvien hävittämisessä mekaanisella torjunnalla päästään, kun ensimmäinen äestyskerta tapahtuu noin 45 asteen kulmassa kylvöriveihin nähden, ja kun rikkaäestys toistetaan muutaman päivän kuluttua vielä vastakkaiseen suuntaan 45 asteen kulmassa kylvöriveihin nähden. Tällöin rikkaäestys toteutetaan kevyellä haralla. Kylvörivien suuntaisella rikkaäestyksellä saatetaan haudata lupiinin taimia turhaan, ellei äestysnopeus ole erittäin alhainen.

Kylvöä voidaan myös myöhästyttää siten, että lupiini pyritään kylvämään hieman lämpimämpään maahan ja ennen kylvöä suoritetaan rikkaäestys (kuva 2). Ajatuksena on tehdä torjunta jo itäneille rikkakasveille ja mahdollistaa lupiinille nopea taimettuminen ja täten parempi kilpailuasema rikkakasveja kohtaan. Riskinä on kuitenkin se, ettei lupiini ehdi tuleentua kasvukauden aikana pitkän kasvuaikinsa takia.



Kuva 2. Myöhäistetyllä kylvöllä lämpimään maahan on mahdollistettu sinilupiinin nopea taimettuminen ja täten parempi kilpailuasetelma rikkakasveja vastaan (Korvala, 2021).

Rikkakasvien kemialliseen torjuntaan on Suomessa hyväksytyjä vaihtoehtoja vähäisesti. Tällä hetkellä tarjolla on Minor Use -hyväksynnällä Fenix, jossa vaikuttava tehoaine on aklonifeeni, siemenrikkakasvien torjuntaan. Käyttömäärä on 1,5 l/ha juuri ennen taimettumista. Varoaika lupiinille on 70 vuorokautta. (Fenix 4.8.2020.) Fusilade Maxia voidaan käyttää lupiinilla heinämäisten rikkakasvien torjuntaan. Vaikuttava tehoaine siinä on fluatsifoppi-P-butyylä. Käyttömäärä on 0,75–2,0 l/ha ennen kukintaa tai lupiinin ollessa asteikolla BBCH 50 (kukinnan esiintulo/happuvaihe) tai DC 2.7 (kukinnan esiintulo). Huomioitava on, että aineen varoaika on 90 vuorokautta. (Fusilade Max 30.11.2016.)

## 2.8 Kasvitaudit ja niiden torjunta

Lupiinit ovat yleisesti herkkiä erilaisille sienitaudeille. Tyypillisesti jokin sieni on pääasiallinen satotappioiden aiheuttaja lupiineilla. Erityisen herkkiä valko- ja keltalupiinit ovat varistetaudille (*Colletotrichum lupini*), mutta sinilupiini on sille suhteellisen kestävä. Lajikkeiden lyhyemmän kasvuajan lisäksi tämä on myös yksi syy, miksi pohjoisemmassa Euroopassa viljely on keskittynyt sinilupiiniin. Toinen sienitautien aiheuttaja lupiineilla on *Fusarium*-suvun sienet, erityisesti *Fusarium oxysporum*, joka aiheuttaa juurilahoa, ja

*Fusarium solani*, joka taas aiheuttaa taimipoltetta, mitkä kulkeutuvat kasviin maaperän kautta. Länsi-Euroopassa lupiinin ongelmaksi on muotoutunut harmaahome (*Botrytis cinerea*), ja Australiassa kasvustoissa haittaa saattaa aiheuttaa erityisesti ruskealaikku (*Pleiochaeta seitosa*), mutta kyseisiä kasvitauteja ei Suomessa ole lupiinilla tavattu. (Gresta ym. 2017, 101–102.)

Lupiini toimii myös pahkahomeen (*Sclerotinia sclerotiorum*) isäntäkasvina ja pahkahome saattaa saastuttaa lupiinin palkoja ja varsia (Luonnonvarakeskus, [viitattu 3.8.2021]). Viljelykierrossa onkin syytä kiinnittää erityisesti huomiota kasvinvuorotteluun ja pyrkiä siihen, ettei muita pahkahomeen isäntäkasveja olisi juuri viljelty lohkolla. Hannukkalan (2018) mukaan lähtökohtaisesti viljat, heinät, sipulit sekä puuvartistet kasvit kestävät pahkahometta.

Kasvitautilien kemialliseen torjuntaan lupiinilla on Suomessa käytössä muutamia valmisteita. Tällä hetkellä tarjolla on Minor Use -hyväksynnällä Amistar, jossa vaikuttava tehoaine on atsoksistrobiini, lehtilaikkutautien torjuntaan. Käyttömäärä on 0,6 l/ha ja käyttöaika ensimmäisten oireiden ilmestymisestä aina kukkanuppujen ilmaantumiseen saakka (BBCH 51). Käsittelyjä saa tehdä kerran kasvukauden aikana. Varo aika lupiinille on 35 vuorokautta. (Amistar 2021.) Switch 62.5 WG:tä voidaan käyttää lupiinilla harmaahomeen (*Botrytis cinerae*), punalaikun (*Colletotrichum spp*) ja pahkahomeen (*Sclerotinia spp*) torjuntaan. Vaikuttavina tehoaineina ovat syprodiiniili ja fluodioksoniili. Käyttömäärä on 1 kg/ha, ja käsittely voidaan tehdä korkeintaan kahdesti kasvukauden aikana siten, että käsittelyjen väli on 10 vuorokautta. Varo aika lupiinille on 14 vuorokautta. (Switch 62.5 WG 2014.)

## 2.9 Tuholaiset ja niiden torjunta

Sinilupiinin kasvuston suurimpia tuhojen aiheuttajia Suomen olosuhteissa ovat jänikset ja kauriit, joille makeahko kasvusto maistuu. Sinilupiini kykenee kasvattamaan uusia versoja syöntituhon jälkeenkin, mutta niiden kehitys usein viivästyy ja aiheuttaa täten sadonalennusta. (Luonnonvarakeskus, [viitattu 4.8.2021].)

Tarhakärpäsen (*Delia platura*) toukat voivat aiheuttaa tuhoja sinilupiinin kylvösiemeneen. Kohonnut riski vioituksiin on kylvöissä, joissa maahan muokkaamattomia rikkakasveja tai muuta puolittain maatunutta orgaanista ainesta on maan pinnalla ollut ennen kylvöä tai jos kylvö on tapahtunut erityisen myöhään. Kemiallista torjuntaa tälle tuholaiselle ei ole käytettävissä. (Luonnonvarakeskus, [viitattu 4.8.2021].)

Lehtikärsäkäs (*Phyllobius spp.*) voi aiheuttaa sinilupiinille vaivaa alueilla, joissa viljelykierrossa lupiinia esiintyy usein. Kärsäkäs vioittaa sinilupiinin lehtien lisäksi juurinyströitä ja juuria. Tällöin typensidonta saattaa häiriintyä ja alentaa satoa. (Luonnonvarakeskus, [viitattu 4.8.2021].)

Kirvat (*Aphididae*) vaivaavat myös sinilupiinia alueilla, joissa on todettu esiintyvät kirvoja. Kirvat levittävät pavun keltamosaiikki -virusta eli BYMV:tä, mikä aiheuttaa sadonmenetyksiä. (Luonnonvarakeskus, [viitattu 4.8.2021].) Kirvoille ei ole lupiinilla hyväksytyä torjunta-ainetta. Kirvoja voidaankin torjua riittävällä rikkakasvien hävittämällä, korjuutähteiden poistamisella sekä niin sanottujen pankkikasvien eli petoreservaatteina toimivien kasvilajien vakiinnuttamisella. Kirvoille luontaisia vihollisia ovat harsokorennot (*Chrysopidae*) ja leppäkerttujen (*Coccinellidae*) toukat. (Canna, [viitattu 4.8.2021].)

## 2.10 Sadonkorjuu

Sinilupiinin sadonkorjuuseen kannattaa ryhtyä heti, kun siemensato on tuleentunut. Siemenen kosteus on tällöin noin 14 %. Tämä yleensä tarkoittaa sitä, ettei koko kasvi ole tuleentunut, vaan lupiinin varsi on vielä hennosti vihertävä palon ollessa selkeästi tuleentunut ja väriltään vaaleanruskea tai ruskea. Puinti sijoitetaan mieluummin aamulle tai illalle, jolloin ilmankosteus on korkeimmillaan. Näin pystytään ehkäisemään osittain mahdollisia puinnin satotappioita, joita aiheuttavat muun muassa palkojen rikkoutuminen ja variseminen sekä kasvuston lakoutuminen. (Pritchard 2018.)

Pritchardin (2018) mukaan puinnissa tulisi käyttää mahdollisimman ”pehmeitä” säätöjä – puintikelan tai rummun nopeus lasketaan alhaisimmalle mahdolliselle nopeudelle ja varstasilta avataan mahdollisimman laajaksi. Näin ehkäistään myös mahdollisia puinnin

satotappioita sekä vältetään siemenen vahingoittumista ja mahdollista itävyyden heikentymistä.

Lupiinin siemenen kuivatus tulisi tapahtua samanlaisilla säädöillä mitä herneen kuivatus (Kekkonen ym. 2018, 69). Lämminilmakuivurissa kuivauslämpötila lasketaan lähelle 60–70 astetta lupiinin kosteuden mukaan. 2-vaiheisella kuivatustavalla on mahdollista säästää energiaa sekä parantaa siemenen itävyyden säilymistä. Tällöin suoritetaan kuivausta 4–5 tuntia, jonka jälkeen suoritetaan jäähdytys ja annetaan kosteuden tasaantua yön yli. Tämän jälkeen suoritetaan vielä loppukuivaus haluttuun loppukosteuteen. (Käki 2007, 7.)

Mahdollinen vaihtoehto kuivaukseen, jos 2-vaihe kuivatus ei onnistu, on asettaa syöttölaite hitaalle ja lämpötila alle 55 asteeseen. Siemen tulee jäähdyttää huolellisesti. (ProAgria Etelä-Pohjanmaa, [viitattu 10.5.2022].) Käen (2007, 7) mukaan kylmäilmakuivuri taas on erinomainen vaihtoehto, jos kuivataan seosta, sillä lupiini ei isosiemenisenä ehdi luovuttamaan yhtä nopeasti kosteutta kuin esimerkiksi viljat, joita tyypillisesti palkokasvin kanssa seoskylvetään.

### 3 SINILUPIININ JATKOJALOSTUS

#### 3.1 Laadulliset ominaisuudet

Sinilupiini luokitellaan valkuaiskasviksi. Lupiinilajikkeesta hieman riippuen, sinilupiinin siemenen valkuaispitoisuus vaihtelee pääsääntöisesti 31–35 % välillä (Briggs 2008, 164). Öljypitoisuus on lajikekohtaisesti noin 5–6 % luokkaa (Gresta ym. 2017, 91–93). Liukoisia hiilihyaatteja sinilupiinissa on noin 10 % (Kozłowska 2000, 68). Sinilupiini ei sisällä laisinkaan tärkkelystä (Wrigley, 2003).

Grestan ym. (2017, 91–93) mukaan makealupiinin siemen koostuu pääosin kahden tyyppisestä proteiinista: albumiinista ja globuliinista. Tyypillisin albumiini on konglutiini  $\delta$ , jolla on merkittävä fysiologinen rooli kasvin kyvyssä suojautua taudinaiheuttajia vastaan. Siemen ei sisällä laisinkaan prolamiinia ja gluteliinia. Lupiinista saatavassa öljyssä on huomattavasti muita kasviöljyjä korkeampi omega-3:n ja omega-6:n suhde. Vaikka lupiini pääasiassa nähdäänkin valkuaiskasvina, soveltuisi lupiinista saatava öljy potentiaalisesti myös ravintokäyttöön. Liukenemattomien ravintokuitujen määrä taasen on lupiinissa huomattavasti muita palkokasveja korkeampi, kun taas liukenevien ravintokuitujen määrä on muita palkokasveja alhaisempi. Tämä on yhteydessä muun muassa lupiinista jauhettujen jauhojen kykyyn imeä itseensä vettä muita jauhoja paremmin.

#### 3.2 Sinilupiini elintarvikkeena

Siemenen ravitsemuksellisuus on biologiselta arvoltaan lähestulkoon verrattavissa kananmunan valkuaiseen. Muun muassa siemenestä saatavalla jauholla pystytään leivonnassa korvaamaan kananmunaa, mutta myös erilaisia rasvoja. Tämä johtuu jauhojen kyvystä sitoa rasvaa taikinassa sekä imeä itseensä vettä monia muita jauhoja paremmin. Sinilupiini saattaa kuitenkin aiheuttaa allergisia reaktioita henkilöille, joille on todettu herkkyyttä pähkinöille tai muiden palkokasvien siemenille. Muuten sinilupiinin siemen on luontaisesti gluteeniton. Siemenessä on myöskin alhainen sivumaku. Edellä esitettyjen ominaisuuksien vuoksi lupiinista tehtävä jauho ja siemenestä eroteltava proteiini ovat erittäinkin soveltuvia käytettäväksi uusiin elintarvikeinnovaatioihin. Lupiinipohjaisia



valmisteita on Suomen markkinoilla tarjolla vielä melko rajallisesti, vaikka maailmalla lupiinista valmistetaan muun muassa tofun ja tempen kaltaisia tuotteita, hyödynnetään erilaisten maito- ja lihatuotteita korvaavien kasvivalmisteiden ainesosina sekä erilaisissa kastikkeissa ja majoneesivalmisteissa. (Gresta ym. 2017, 91–93.)

Tällä hetkellä kotimaisia lupiinituotteita valmistaa ja markkinoi Koivualhon luomutila. Heillä on verkkokaupan tietojen mukaan valikoimissaan kokonaista tai kuorittua ja rikottua lupiinin siementä, lupiinirouhetta, lupiinijauhoa sekä lupiinipastaa. Esimerkiksi lupiinijauhon ominaisuuksista kerrotaan, että jauhoilla voi esimerkiksi korvata kananmunaa ja/tai rasvoja leivonnassa jauhojen sitoessa nesteitä jopa kaksi kertaa voimakkaammin muihin jauhoihin verrattuna. Lupiinijauhon kerrotaan sisältävän runsaasti kaliumia, fosforia, magnesiumia ja mangaania sekä lisäksi toimivan raudan, kalsiumin ja omega-3 rasvojen lähteenä. Koivualhon luomutilan tarjoama lupiinijauho ei kuitenkaan valitettavasti ole täysin gluteenitonta johtuen myllystä, jossa jauho tehdään. (Koivualhon luomutila, [viitattu 10.5.2022].)

### **3.3 Sinilupiini rehuna**

#### **3.3.1 Märehtijät**

Sinilupiinin ongelmaksi märehäjöiden ruokinnassa voi nousta sen aminohappokoostumus – sinilupiini sisältää suhteessa vähän metioniinia, mikä voi muotoutua rajoittavaksi tekijäksi ruokinnassa. Lisäksi lupiinin pötsihajoavuus on suurempi verrattuna esimerkiksi rypsiin. Kuitenkin lypsylehmien ruokinnassa lupiini on osoittautunut hyväksi rehuksi viljan korvaajana. Australiassa lupiinia käytetään erityisesti parantamaan uuhien lisääntymistehokkuutta. (Puhakka, Jaakkola & Vanhatalo 2012.)

Puhakka, Jaakkola ja Vanhatalo (2012) esittävätkin, että lupiinilla voitaisiin korvata soija korkeatuottoisen lypsylehmän ruokinnassa. Lupiinin rasva vaikuttaa myös maidon rasvakoostumukseen soijan sisältämää rasvaa positiivisemmin, jos ajatellaan vaikutuksia ihmisen terveyden kannalta. Lupiini nimittäin lisää öljyhapon pitoisuutta ja vähentää tyydyttyneiden rasvahappojen pitoisuutta. Lypsylehmien kivennäisruokintaa ajatellen,

lupiinin fosforipitoisuus (6,5 g/kg ka) on selvästi rypsirehua (12–13 g/kg ka) pienempi. Tämä puoltaa lupiinin käyttöä osana rehustusta myös ympäristövaikutusten näkökulmasta.

Kuitenkaan tuotoksellisella tasolla lupiini ei lypsylehmien ruokinnassa yllä esimerkiksi rypsin tasolle. Sinilupiiniruokinta jää maitotuotostavasteessa noin 800 g EKM / pv rypsiiruokintaan nähden. (Puhakka ym. 2014.)

### 3.3.2 Siat

Lihaskojen ruokintaa ajatellen sinilupiinin runsasta käyttöä rajoittaa sen sisältämän rasvan vähäinen määrä verrattuna muihin palkoviljoihin. Sinilupiini sisältämä kuitu on kuitenkin sialle hyvin sulavassa muodossa. Tärkkelystä lupiinissa on vähän (alle 100 g/kg ka), mutta solunseinämähiilihydraatteja siinä on runsaasti. Valkuaisen metioniinipitoisuus on niukka, mutta lysiniä lupiini sisältää kohtalaisen hyvin. (Siljander-Rasi, Perttilä & Partanen 2006.)

Siljander-Rasin (2016) mukaan suositeltava enimmäismäärä sinilupiinia käytettäväksi rehustuksessa olisi alle 25 kg painoisilla porsailla 10 %, 25–50 kg painoisilla sekä yli 50 kg painoisilla lihasioilla 15 %, tiineillä ja imettävillä emakoille enintään 0–10 %.

### 3.3.3 Siipikarja

Siipikarjan ruokinnassa sinilupiinin käyttöä rajoittavat lupiinin runsas kuidun määrä ja vähäinen rikkihappojen määrä. Aikaisemmin ruokintakokeissa on havaittu sinilupiinin sulavuuden ja muuntokelpoisen energian olevan broilereilla ja kalkkunoilla heikko verrattuna esimerkiksi herneeseen tai härkäpapuun. Kuitenkin Tuunainen ym. (2012) toteavat sinilupiinin olevan tulevaisuudessa potentiaalinen kotimainen valkuaisrehu siipikarjan ruokinnassa.

Tuunainen, Koivunen ja Valaja (2014) toteavat, että sinilupiinin osuus voi olla munivien kanojen dieetissä ainakin 16 % ilman, että tuotantotulokset huononisivat. Kotimaisessa ruokintakokeessa todettiin sinilupiinin maistuneen hyvin ja koostumukseltaan se soveltuisi valkuaisrehuksi muniville kanoille. Keltuaisen väri saattaa sinilupiinia syövällä kanalla olla

punaisempi kuin tavanomaista rehua syövällä. Kyseisessä kokeessa tavanomaisena eläinns. kontrollirehuna oli seos ohraa, vehnää, kauraa, soijarouhetta sekä rypsiöljyä.

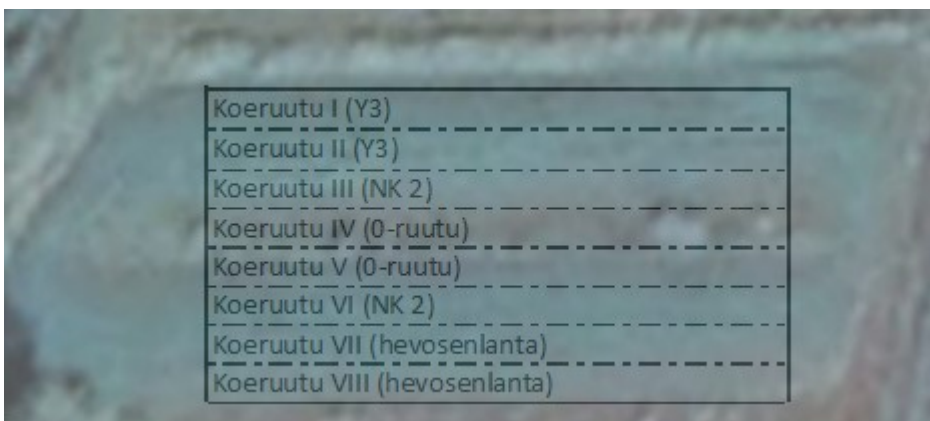
## 4 SINILUPIININ VILJELYKOE POHJOIS-SATAKUNNASSA 2021

### 4.1 Aineisto ja menetelmät

Viljelykokeen tavoitteena oli lannoituskokeen toteuttaminen sinilupiinilla. Kokeen tarkoituksena oli tutkia, vaikuttaako lannoitus sinilupiinin kasvuun kasvukauden aikana sekä onko lannoituksella vaikutuksia lupiinin siemenen laadullisiin ominaisuuksiin. Lisäksi kokeen tavoitteena oli tarkastella lannoituksen ja lupiinin vaikutuksia maaperään.

Kokeessa viljeltävä lajike oli Boruta. Siemen oli ostettu vuonna 2020. Vakuustodistuksessa itävyydeksi oli ilmoitettu 94 % ja tuhannen siemenen painoksi 125,9 g. Siemenen itävyys päädyttiin tarkistamaan sen ylivuotisuuden takia ja tulokseksi saatiin 95,5 %.

Viljeltävä lohko valikoitui sijaintinsa, kokonsa ja muotonsa perusteella. 0,29 hehtaarin koelohkolla oli helpohkoa tehdä suorakaiteen muotoisia koeruutuja. Ravinnepitoisuuksiltaan lohko soveltui lupiinin viljelyyn, sillä kyseinen lohko oli aikaisemmassa maanäyteanalyysissä osoittautunut karuhkoksi pääravinteiden määrän vaihdellessa välttävän ja huononlaisen välillä. Lohkossa oli kuitenkin haasteena se, että se oli edellisen vuoden ollut avokesantona salaojitustöistä johtuen. Näin ollen esikasvivaikutusta ei pystytty huomioimaan viljelysuunnittelussa.



Kuva 3. Koeruutujen asettelu lohkolla (Korvala, 2022).

Viljelykokeen koejäseninä olivat erilaiset lannoitteet: lannoittamaton, YaraMila Y 3 (23-3-8), YaraMila NK 2 (22-0-12) ja oma hevosenlanta (kuivikkeena turve/kutteri; 2-0,25-8,4,

lanta-analyysin perusteella). Kerranteita oli kaksi (kuva 3). Kylvökoneen säädöt olivat samanlaiset kaikilla ruuduilla. Lannoitteet koeruuduille valikoitiin maanäyteanalyysien tulosten perusteella.

Kokeessa käytettyjen lannoitteiden valintaan vaikutti eniten niiden erilainen ravinnesisältö. NK 2 on reilusti kaliumia sisältävä lannoite, muttei sisällä laisinkaan fosforia (YaraMila NK 2, [viitattu 26.4.2022]). Y 3 taas sisältää fosforia sekä kaliumia (YaraMila Y 3, [viitattu 26.4.2022]). Typen määrä kummassakin on melko sama. Teollisesti valmistettujen lannoitteiden valinnassa vaikutti myös saatavilla oleva säkkikoko (piensäkki 25 kg), mikä helpotti lannoitteiden käsittelyä. Hevosen kuivalanta taas sisältää erityisen runsaasti kaliumia, mutta vähäisesti typpeä ja fosforia. Lisäksi hevosen lantaa voidaan käyttää maan parannukseen ja eloperäisen aineksen lisäämiseen maaperässä (Hevosenlannan hyödyntämismahdollisuuksista, 2018), joten sen muut ominaisuudet poikkeavat hieman teollisesti tuotetuista lannoitteista.

Lannoitteiden määrää määritettiin siten, että typen määrän tavoite oli 25 kg/ha. Koeruudun koko on 3 m \* 57 m eli 171 m<sup>2</sup> eli 0,017 ha. Tämän mukaan Y 3 määrä hehtaarille oli 109 kg, jolloin koeruuduille tarvittava lannoitemäärä yhteensä olisi 19 kg. NK 2 määrä taas oli hehtaarille 114 kg eli koeruuduille 19,5 kg. Hevosenlannan määrä liukoisen typen mukaan hehtaarille oli tällöin 12,5 tn/ha eli koeruudulle 2,2 tn.

#### **4.1.1 Koeruutujen lähtötilanne ja lannoitusvalintoihin päätyminen**

Lohkolta kerättiin yhteensä neljä erilaista maanäytettä ennen kokeen aloittamista. Näytteet kerättiin 28.4.2021. Näytteisiin oli niputettu vierekkäiset 2 kpl 3 m x 57 m koeruutuja ja analyyseissä on nähtävissä maalaji, multavuus, pH, kalsium, fosfori, kalium, magnesium, rikki, kupari, mangaani ja sinkki, sekä lisäksi kationin vaihtokapasiteetti kalsiumille, kaliumille, magnesiumille ja natriumille sekä kalkitustarve ja suositeltava kalkkilaji. Maanäytteet on analysoitu Eurofins Viljavuuspalvelu Oy:ssä.

Kationinvaihtokapasiteetti eli KVK kertoo siitä, paljonko maahiukkanen voi pidättää itseensä kationeja eli positiivisesti varautuneita ioneja maa-aineksen pinnoille kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Huomioitavaa on, että kationeihin kuuluu kasviravinteiden,

kuten kaliumin, kalsiumin, magnesiumin ja natriumin lisäksi myös kasveille hyödyttömiä aineita, kuten alumiini ja vety. Kationin vaihtokapasiteettiin vaikuttavat maalaji, maan pH ja multavuusluokka. Yksinkertaistettuna voidaan sanoa, että mitä korkeampi KVK on, sitä ravinteikkaampaa maaperä on. On kuitenkin huomioitava, että tyypillisesti karkeilla kivennäismailla KVK on alle 10 cmol/kg, kun taas savimailla ja eloperäisillä mailla KVK:n arvo saattaa vaihdella 20–100 cmol/kg välillä. Kationien suhteista erityisesti merkitystä maan rakenteeseen on kalsiumin, magnesiumin ja kaliumin välisillä suhteilla. Optimaalinen suhde näille olisikin kalsiumia 70–85 %, magnesiumia 12–18 % ja kaliumia 3–5 %. Oikeanlaisella kalkituksella ja lannoituksella voidaan korjata kationien välisiä suhteita lähemmäs optimaalista suhdetta. (Mikä ihmeen kationinvaihtokapasiteetti? 2016.)

Taulukko 1. Koeruutujen ravinnepitoisuuksien lähtötilanteet maanäyteanalyysien mukaan 28.4.2021 (Eurofins Viljavuuspalvelut, 2021).

Näytenumero		8 Y3 x 2	9 NK2 & 0-ruutu	10 0-ruutu & NK 2	11 hevosenlanta x 2
Maalaji		htHs	htHs	htHs	HtMr
Multavuus		m	m	m	m
pH		□6,0	□5,9	□6,1	□6,0
Kalsium (Ca)	mg / l	○1000	○920	○1100	○1000
Fosfori (P)	mg / l	○11	□18	□16	□15
Kalium (K)	mg / l	●53	●62	●47	○85
Magnesium	mg / l	●73	○86	●67	○85
Rikki (S)	mg / l	●5,5	○7,7	●4,9	○7,7
Kationin vaihtokapasiteetti	cmol / kg	8	8	8	8
Ca / KVK	%	63	58	69	63
K / KVK	%	2	2	2	3
Mg / KVK	%	8	9	7	9
Kalkitustarve	tn / ha	3	4	2	3
Suosittelava kalkkilaji		Mg-pitoiset	Vapaa-valintainen	Mg-pitoiset	Vapaa-valintainen

Viljavuusluokat: Huono ● Huononlainen ● Välttävä ○ Tyydyttävä □ Hyvä □ Korkea ■ Arveluttavan korkea ■

Maan ravinnepitoisuudet koeruuduilla olivat melko tasaiset lähtötilanteessa (taulukko 1). Koeruutujen 1 ja 2 (analyysi n:o 8) maalajiksi ja multavuudeksi määrittyi multava hietainen hiesu. pH oli viljavuusluokassa tyydyttävä (6,0). Muita tyydyttävissä luokissa olleita lukemia olivat kuparin ja mangaanin arvot. Välttävissä arvoissa olivat maaperän kalsium ja fosfori. Kalium, magnesium ja rikki olivat huononlaisissa arvoissa.

Kyseisille koeruuduille päädyttiin levittämään Y3, koska se oli lannoitteista fosforipitoisin. Kyseisillä koeruuduilla fosforin pitoisuus oli välttävä (11 mg/l), kun muilla ruuduilla fosforin pitoisuus oli tyydyttävän luokkaa (15–18 g/l).

Koeruutujen 3 ja 4 (analyysi n:o 9) maalajiksi ja multavuudeksi määrittyi multava hietainen hiesu. pH oli tyydyttävän luokkaa (5,9). Muita tyydyttävissä arvoissa olleita lukemia olivat fosforin, kuparin ja mangaanin arvot. Välttävässä arvoissa olivat kalsium, magnesium, rikki ja sinkki. Ainoastaan kaliumin arvo oli huononlainen.

Koeruutujen 5 ja 6 (analyysi n:o 10) maalajiksi ja multavuudeksi määrittyi multava hietainen hiesu. pH oli tyydyttävän luokkaa (6,1). Muita tyydyttävissä arvoissa olleita lukemia olivat fosforin ja mangaanin arvot. Välttävässä arvoissa olivat maaperän kalsium ja kupari. Kalium, magnesium, rikki ja sinkki olivat huononlaisissa arvoissa.

Koeruuduille 3 ja 6 levitettiin NK 2:sta, mitä päädyttiin levittämään näille ruuduille ruutujen tyydyttävän fosforipitoisuuden, mutta huononlaisen kaliumpitoisuuden takia. Koeruudut 4 ja 5 jätettiin 0-ruuduiksi. 0-ruudut valikoituivat keskelle koko kasvustoa helpottamaan koko kasvuston vertailua. Lisäksi koeruudut 3, 4, 5 ja 6 olivat pääravinteiltaan samojen viljavuusluokkien sisällä, joten sekin mahdollisesti NK 2:sen ja 0-ruutujen tämänkaltaisen sijoittelun.

Koeruutujen 7 ja 8 (analyysi n:o 11) maalajiksi ja multavuudeksi määrittyi multava hietamoreeni. pH oli tyydyttävän luokkaa (6,0). Muita tyydyttävissä arvoissa olleita lukemia olivat fosforin, kuparin, mangaanin ja sinkin arvot. Välttävässä arvoissa olivat kalsium, kalium, magnesium ja rikki.

Koeruuduille 7 ja 8 päädyttiin levittämään hevosen kuivikelantaa. Kyseinen hevosenlanta on kaliumpitoinen lannoite, joten se olisi voitu myös levittää kaliumin viljavuusluokalta huononlaisille koeruuduille. Tokikaan lannan kaliumpitoisuus ei ole yhtä hyvällä tasolla, mitä teollisen NK 2 -lannoitteen. Kuitenkin teknisistä syistä, hevosenlannan levittäminen oli helpointa koeruuduille 7 ja 8.

#### 4.1.2 Viljelykokeen perustaminen

Viljelykoe aloitettiin tarkistamalla kylvösiemenen itävyys idätyskokeella. Kahdelta idätysruudulta saatiin keskivertoitävyydeksi 95,5 %. Itävyys ylitti jopa sertifikaatissa olevan itävyysprosentin (94 %), joten kylvösiemenen voitiin todeta kylvökelpoiseksi.

Hevosen kuivikelanta analysoitiin myös Eurofins viljavuuspalvelussa. Lantanäyte (kuva 4) kerättiin 29.4.2021.

Maanparannusaineet			Tulos (MU)
<b>FVT17</b>	<b>FV</b>	<b>Liukoinen typpi Menetelmä : SFS-EN 13342:2000; SFS-EN 13654-1:2002</b>	
		Typpi (N), liukoinen	5,50 g/kg ka
		Typpi (N)	2,0 kg/tonni
		Typpi (N)	0,60 kg/m <sup>3</sup>
<b>FVT16</b>	<b>FV</b>	<b>Kokonaistyyppi Menetelmä : SFS-EN 13342:2000; SFS-EN 13654-1:2002</b>	
(a)		Typpi (N), kokonaispitoisuus	16 (± 3.2) g/kg ka
(a)		Typpi (N)	5,6 (± 1.1) kg/tonni
(a)		Typpi (N)	1,6 (± 0.32) kg/m <sup>3</sup>
<b>FVT11</b>	<b>FV</b>	<b>Fosfori (P), kokonaispitoisuus Menetelmä : SFS-EN 15510:2017</b>	
(a)		Fosfori (P), kokonaispitoisuus	0,70 (± 0.11) g/kg ka
(a)		Fosfori (P)	0,25 (± 0.04) kg/tonni
(a)		Fosfori (P)	0,07 (± 0.01) kg/m <sup>3</sup>
<b>FVT06</b>	<b>FV</b>	<b>Kalium, (K), kokonaispitoisuus Menetelmä : SFS-EN 15510:2017</b>	
(a)		Kalium (K), kokonaispitoisuus	24 (± 4.8) g/kg ka
(a)		Kalium (K)	8,4 (± 1.7) kg/tonni
(a)		Kalium (K)	2,4 (± 0.49) kg/m <sup>3</sup>
<b>FVT13</b>	<b>FV</b>	<b>Kuiva-aine ja kosteus Menetelmä : SFS-EN 13040: 2008</b>	
		Kuiva-aine	35,5 %
		Kosteus	64,5 %
<b>FVT14</b>	<b>FV</b>	<b>Tilavuuspaino Menetelmä : Sisäinen menetelmä</b>	
		Tilavuuspaino	290 kg/m <sup>3</sup>

Kuva 4. Hevosen kuivalannan analyysi (Eurofins Viljavuuspalvelut, 2021).

Koelohkolla päästiin kevään märkyydestä johtuen tekemään muokkaustöitä vasta kesäkuun puolella. Märkyys saattoi osittain johtua syksyllä 2020 tehdyistä salaojitustöistä, mutta toukokuun puolivälin tietämällä alkaneet sateet vaikuttivat myös varmasti asiaan. Sadekertymää tuli kuitenkin ajalla 5.5.–27.5. 99,8 mm verran (Säähavaintojen latauspalvelu, [viitattu 26.4.2022]). On otettava myös huomioon, että toukokuun keskilämpötila oli vain 9,4 astetta, mikä osaltaan vaikuttaa kuivumisen hitauteen.

Hevosenlanta levitettiin koelohkollensa 1.6.2021. Lohko kynnettiin samana päivänä 4-siipisillä sarka-auroilla sekä vielä jysyttiin kynnön jälkeen. Lohko äestettiin kahteen otteeseen joustopiikkiäkeellä 3.6. ja lohkolle suoritettiin kylvö saman päivänä.



Sertifikaatin mukaan Borutan tuhannen siemenen paino (tausendkorngewicht eli TKG) oli 125,9 g. Kylvötiheydeksi määriteltiin 140 kpl/m<sup>2</sup>. Tähän kylvötiheyteen päädyttiin vuoden 2020 viljelykokeilun perusteella, jolloin tilalla oli jo entuudestaan yhdellä lohkolla Borutaa kokeilussa. Todettiin, että koska tälläkään kerralla ei aiota kasvustossa tehdä kemiallisia kasvinsuojelutoimenpiteitä, valittiin kylvötiheydeksi suurin mahdollinen suositeltu kylvötiheys. Tällöin kylvösiemenmääräksi hehtaarille saatiin  $(125,9 \times 140) / 95 = 185,536$  kg/ha  $\sim 186$  kg/ha. Kylvösiemenmääräksi kuitenkin muotoutui kiertokokeen mukaan 190 kg/ha.

Ennen kylvöä siemenet ympättiin Elomestarin typpiympillä, jossa ympin *Bradyrhizobium* -bakteerien pitoisuus on vähintään 10<sup>8</sup> kpl/g. Typpiymppi sekoitettiin ämpärissä kylmään veteen pakkauksessa tulleiden ohjeiden mukaisesti ja lisättiin siementen sekaan betonimyllyssä, jolloin tasaisen pyörivässä liikkeessä saatiin varmistettua melko tasainen ympin leviäminen siementen pinnoille. Lopulliseksi kylvösyvyydeksi säädettiin koneeseen 6 cm, sillä pellon maaperä oli edelleen suhteellisen kosteahko ja ensin säädetyssä suositusten mukaisessa 4 cm:n koevedossa siemenet jäivät pääosin pellon pintaan.

Kylvökoneesta (Simulta 3000T) jätettiin lannoitesäiliö tyhjäksi, sillä todettiin, ettei näin pienien lannoitemäärien levittäminen kylvön yhteydessä ei tule onnistumaan tasaisesti, vaan todennäköisesti koeruudun sisälle jää lannoittamattomia kohtia. Ostetut väkilannoitteet (YaraMila Y3 ja YaraMila NK2) päädyttiin levittämään käsikäyttöisellä viskalla alan pienuudesta sekä lannoitteen vähäisyydestä johtuen. Lannoitteen levittämisen jälkeen väkilannoiteruudut jyrättiin vielä kylvökoneen avulla, jotta lannoitetta saataisiin kohdennettua hieman paremmin siemenen suuntaan.

## 4.2 Kasvukauden kasvustohavainnot

Kasvustoa käytiin tarkkailemassa viikoittain. 19 päivän kuluttua kylvöstä oli havaittavissa onnistunutta taimettumista valtaosassa koeruutuja (kuva 5). Taimettuminen ei kuitenkaan ollut kovin tasaista, sillä tällöin paikoitellen oli näkyvissä osasta lupiineista vain sirkkalehdet ja toisissa sirkkalehtien lisäksi jo kahden lehden täydellistä avautumista ja hyvin edennyttä juurtumista eli kasvuasteet vastasivat vaihtelevasti BBCH 9-12 ja DC 0.9-1.2 (lupiinin kasvuasteikko, GRDC 2017). Tässä vaiheessa päädyttiin odottamaan vielä

viikon verran ennen kasvien määrän laskemista, jotta mahdolliset sirkkalehtiasteella olleet lupiinit ehtisivät taimettumaan paremmin.



Kuva 5. Kasvuston tilanne 22.6.2021 (Korvala 2021).

#### 4.2.1 Kasvien määrä

Kasvien määrä laskettiin kasvustosta 29.6. siten, että jokaiselta näyteruudulta otettiin kaksi otantaa ja niistä muotoutui näyteruudun kasvien määrän keskiarvo. Kasvien määrä laskettiin 80 cm matkalta (riviväli 12,5 cm) ja muutettiin saatu tulos kasvien määräksi neliölle.

Tavoite kasvimäärästä sekä kylvösiemenen määrässä käytetystä 140 kpl/m<sup>2</sup> on toteutunut jokaisella koeruudulla (taulukko 2). Koko kasvuston taimimäärä on keskimäärin 186,25 kasvia neliöllä. Tässä voidaan pohtia, osuiko laskettaviin otantoihin kuitenkin parhaimmat kohdat kasvustosta, vaikka laskennat koeruuduilta pyrittiin tekemään erilaisista kohdista, kun kasvimäärä ylittää huomattavasti alalle lasketun kasvimäärän. Toki toteutuneesta,

tiheästä kasvimäärästä on kasvustolle alkuvaiheessa hyötyä varsinkin rikkakasveja vastaan.

Taulukko 2. Kasvien määrä neliometrillä laskettuna 80 cm rivipituudelta.

Koeruutu	Otanta 1 (kpl)	Otanta 2 (kpl)	Kasvimäärä m <sup>2</sup> (ka)
I (Y3)	22	13	175
II (Y3)	15	16	155
III (NK2)	35	14	245
IV (0-ruutu)	22	18	200
V (0-ruutu)	14	16	150
VI (NK2)	14	32	230
VII (hevosenlanta)	18	21	195
VIII (hevosenlanta)	13	15	140

#### 4.2.2 Rikkakasvien ja tuholaisten määrä

Rikkakasvitilanne pysyi koeruuduilla kohtalaisena koko kasvukauden ajan. Kasvimäärää laskettaessa 29.6. rikkakasvien sirkkataimia oli vähäinen määrä. Jokaisella koeruudulla oli havaittavissa siellä täällä juolavehnän sirkkataimia, mikä ei sinänsä yllättänyt lohkon oltua edellisen vuoden avokesannolla. Koeruuduilla I, II ja VIII oli lisäksi näkyvissä siellä täällä jauhosavikan ja pillikkeen sirkkataimia, muttei merkittävää määrää. Aiemmin oli jo päätetty, ettei kasvustolle tulla tekemään rikkakasvien kemiallista torjuntaa ja kesäkuun lopulla vähäisissä määrissä olleiden rikkakasvien sirkkataimet tukivat tätä päätöstä.



Kuva 6. Koeruuduilla I ja II havaittavissa 28.7. juolavehnää ja jauhosavikkaa (Korvala, 2021).

Kukinnan alkaessa viikolla 30 rikkakasvien määrä oli kuitenkin toisenlainen kuin kasvitiheyttä laskettaessa. Kuukauden aikana sateet ja lämpö olivat nostattaneet myös rikkakasveja pintaan. Vaikka lupiinikasvusto oli tiheä, ei se selvästi ollut riittävästi varjostanut rikkakasveja. Varsinkin koeruutujen I ja II ns. alkupäässä juolavehnää oli kasvustossa jonkin verran (kuva 6). Jauhosavikka oli erityisesti noussut pintaan koeruutujen välisellä tyhjällä alueella sekä niissä paikoissa, joissa lupiinin varren kasvu oli jäänyt matalaksi. Rikkakasvit eivät kuitenkaan päässeet vaikuttamaan kokonaisuudessaan negatiivisesti kasvuston kukintaan.



Kuva 7. Rikkakasvitilanne kasvustossa 26.9. (Korvala, 2021).

Rikkakasvien todellinen määrä koeruuduilla paljastui vasta, kun lupiinikasvusto lähti tuleentumaan (kuva 7). Kasvustossa oli jonkin verran jo aiemmin mainittua juolavehnää ja jauhosavikkaa, mutta myös pillikettä, hiirenvirnaa, pujoa ja niittyleinikkiä erinäisiä määriä. Kasvuston ollessa jo tässä vaiheessa, rikkakasveista, kuten jauhosavikasta, voi muotoutua ongelma lähinnä puinnin yhteydessä. Lisäksi seuraavaa kasvukautta ajatellen lähtökohdat seuraavalle kasville ovat haasteellisemmat, sillä todennäköisesti rikkakasvien siemenpankkiin maaperässä on rikkakasvien siementämisen takia kertynyt siemeniä, ja todennäköisesti kemiallista torjuntaa rikkakasveja vastaan tullaan tarvitsemaan jossain vaiheessa kasvukautta. Aluskasvin käytöllä voitaisiin mahdollisesti ehkäistä rikkakasvien nousemista seuraavalla kasvukaudella ja mahdollisesti vähentää kemiallisten torjunta-aineiden tarvetta.



Kuva 8. Kuva kasvustosta 1.8. (Korvala, 2021).

Havaintoja tuholaisista ei todettu kasvustossa koko kasvukauden aikana. Elokuun alussa kasvustossa oli havaittavissa leppäkerttuja jonkin verran (kuva 8). On mahdollista, että kirvoja kasvustossa on jossain vaiheessa esiintynyt, mutta todennäköisesti niiden luontainen vihollinen hoiti torjunnan ennen vahinkojen syntymistä kasvustoon.

#### 4.2.3 Sadanta, tehoisa lämpösumma ja niiden vaikutukset kasvustoon

Sadannan mittaukseen käytettiin perinteistä, 40 mm sademittaria, joka asetettiin peltolohkon päädyn keskelle. Mittarin lukemat ja havainnot kirjattiin ylös selkeitä sadantapäiviltä. Koko kasvukauden sademäärän lukema tarkistettiin vielä Ilmatieteen laitoksen säähavaintojen latauspalvelusta.

Kasvukauden aikaiset sademäärät eivät olleet aina lupiinin kasvun rytmityksen kannalta optimaalisia (taulukko 3). Kylvön jälkeen 10.–12.6. satoi vettä noin 53 mm, mikä todennäköisesti edesauttoi lupiinin itämistä. Lupiinin kannalta haastetta saattoi tuoda kuitenkin se, että maan pinta hieman kuoretti kyseisen sadejakson jälkeen. Tämä varmasti hidasti rikkakasvien nousemista entisestään. Seuraavan kerran vettä tuli

runsaammin 22.6. noin 13 mm. Heinäkuussa vesisateet osuivat vasta 28.–31.7. väliselle ajalle, jolloin sadetta kertyi noin 29 mm. Lupiinin kukinta olisi saattanut alkaa varhaisemmassa vaiheessa ja tasaisemmin, jos myös heinäkuun alkupuolella ja puolivälin tietämällä sadantaa olisi ollut tasaisemmin. Heinäkuun lopun sadejakson jälkeen kukinta alkoi tasaisemmin koko kasvustossa.

Taulukko 3. Kasvukauden aikainen sademäärä (Säähavaintojen latauspalvelu, [viitattu 26.4.2022]).

Kuukausi	Sademäärä (mm)
Kesäkuu	80,4
Heinäkuu	38,7
Elokuu	160,9
Syyskuu	35,6
Lokakuu	130,1

Tehoisan lämpösumman (taulukko 4) kertymä oli ajalla 3.6.-1.9.2021 yhteensä 1138 astetta (Farmit.net [viitattu 12.5.2022]). Teoriassa kasvuston olisi pitänyt näyttää tuleentuneemmalta syyskuun alkupuolella, sillä Borutan vaatima tehoisa lämpösumma on 1025 astetta. Kuitenkin lupiinikasvuston tuleentuminen näytti heikolta vielä lokakuun alkupuolellakin, jolloin tuleentunutta lupiinia oli nähtävissä ainoastaan siellä täällä (kuva 9).

Taulukko 4. Tehoisan lämpösumman kertyminen kasvukauden 2021 aikana (Farmit.net sääpalvelu, [viitattu 14.6.2022]).

Aikaväli	Kertynyt tehoisa lämpösumma
3.-30.6.2021	379
1.-31.7.2021	456
1.-31.8.2021	294
1.-30.9.2021	116
Lämpösumma yhteensä	<b>1245</b>

Lokakuun alussa satoi 4.–5.10. välisenä aikana noin 25 mm ja 11.10. noin 18 mm. Lupiinisadon puiminen olisi saattanut onnistua lokakuun loppupuolella, sillä kasvusto vaikutti tasaisemmin tuleentuneelta. Kuitenkin jo 15.10. satoi noin 10 mm ja 19.–22.10. välisenä aikana sadekertymää tuli noin 54 mm.



Kuva 9. Lupiinikasvuston tilanne 7.10. (Korvala, 2021).

Tilanne oli kuitenkin lokakuun lopussa jo sellainen, ettei puimurilla päässyt pellolla etenemään. Kyseisen lohkon vanha sarkaojan kohta tulvi sateiden johdosta (kuva 10), ja lohkolla oli muutenkin märkää. Lisäksi alkaneet yöpakkaset ja kasvuston kosteus aiheuttivat sen, että osa tuleentumattomasta kasvustosta oli lähtenyt jopa mädäntymään.



Kuva 10. Vanhan sarkaojan kohta tulvi paljon lokakuisten sateiden seurauksena 2.11. (Korvala, 2021).



## 4.3 Tulokset

### 4.3.1 Lupiinin ravinnetarve, lannoitus ja vaikutukset kasvustoon

Lannoituskokeen päätyttyä voitiin todeta, että lähtökohtaisesti sinilupiinilla oli maata parantavia vaikutuksia. Kaikkinensa maaperä vaikutti koko peltolohkolla silmämääräisesti kuohkeammalta tarkastellessa sitä keväällä 2022 muokkauksen yhteydessä, mitä se oli ennen lupiinin kylvöä keväällä 2021.

Lannoituksella ei saavutettu silmämääräistä eroavaisuutta kasvustoon kasvukauden aikana. Taimettuminen oli alkuun epätasaista, ja koeruuduilla saatiin vaihtelevia tuloksia kasvimäärässä neliöllä. Kasvimäärän laskennassa täytyy kuitenkin kiinnittää huomiota inhimillisen virheen mahdollisuuteen sekä pellon kasvuolosuhteisiin, jotka eivät välttämättä jokaisessa kohdassa olleet tasalaatuiset. Huonointa taimettuminen oli toisella lannoittamattomista ruuduista (koeruutu 5) ja toisella hevosenlannalla lannoitetuista ruuduista (koeruutu 8), mutta ruuduilla päästiin silti tavoitteeseen kasvimäärässä.

Vaikka jokaiselta koeruudulta löytyi myöhemmässä vaiheessa kasvukautta joitain huonommin kasvavia kohtia, oli sinilupiinin kasvu keskimäärin pitkin kasvukautta tasaista jokaisella koeruudulla. Kukinta alkoi myöhempään ruudulla 3 ja 4, mitä muilla ruuduilla. Eroavaisuus ei kuitenkaan ole selitettävissä käytetyllä lannoitteella, sillä toisella ruuduista oli käytetty YaraMila NK 2 lannoitetta ja toinen ruuduista oli lannoittamaton. Pellon kasvuolosuhteet ja niiden mahdollinen epätasaisuus todennäköisesti vaikutti enemmän kyseisten ruutujen myöhäisempään kukintaan.

Lannoitteilla on joitain eroavaisuuksia sen osalta, miten ne laskennallisesti täyttävät sinilupiinin pääravinteiden tarpeen koeruuduilla (taulukko 5). Sinilupiinin ravinnetarvelaskelmat on tehty hyödyntäen viljelysuunnitteluohjelmaa. Borutan satotavoitteeksi ravinnetarvelaskelmissa on asetettu 2000 kg/ha.

Taulukko 5. Sinilupiinin pääravinteiden tarve koeruuduilla keväällä 2021 ennen lannoitusta sekä lannoitusmäärät pääravinteittain (Minun Maatilani Wisu-viljelysuunnitteluohjelma, 2022).

Lannoite	Lannoite N	Tarve N	Lannoite P	Tarve P	Lannoite K	Tarve K
Y 3 (ruutu 1)	25,1	36	3,3	11	8,7	70
Y 3 (ruutu 2)	25,1	36	3,3	11	8,7	70
NK 2 (ruutu 3)	25,1	36	0	6	13,2	63
NK 2 (ruutu 6)	25,1	36	0	7	13,2	75
Hevosenslanta (ruutu 7)	25,0	36	3,1	8	105	49
Hevosenslanta (ruutu 8)	25,0	36	3,1	8	105	49
Lannoittamaton (ruutu 4)	0	36	0	6	0	63
Lannoittamaton (ruutu 5)	0	36	0	7	0	75

Molemmilla YaraMila Y3-lannoitteella lannoitetuilla ruuduilla typen tarpeen erotukseksi tulee -10,9 kg/ha, fosforin erotukseksi -7,7 kg/ha ja kaliumin erotukseksi -61,3 kg/ha. Molemmilla YaraMila NK2-lannoitteella lannoitetuilla koeruuduilla typen erotus on -10,9 kg/ha, kun taas fosforin erotuksen keskiarvo on -6,5 kg/ha ja kaliumin erotuksen keskiarvo -55,8 kg/ha. Hevosenslannalla lannoitetuilla koeruuduilla typen tarpeen erotus on -11 kg/ha, fosforin erotus -4,9 kg/ha ja kaliumin +56 kg/ha. Molemmilla lannoittamattomilla ruuduilla typen tarpeen erotus on 36 kg/ha, kun taas fosforin erotuksen keskiarvo -6,5 kg/ha ja kaliumin erotus -69 kg/ha.

Vertailemalla kyseisten tarpeiden erotuksia, vaikuttaisi siltä, että hevosenslanta kyseisillä koeruuduilla täyttäisi parhaiten sinilupiinin ravinnetarpeet. Kaliumin määrä kylläkin on lannoitteessa lupiin tarpeeseen nähden enemmän kuin kaksinkertainen. Ongelmaa silti tuskin tässä kohtaa runsaamman puoleisesta kaliumlannoituksesta koituu, sillä koeruutujen maaperän kaliumin tilanne on välttävä ja ravinteena kalium liikkuu helposti niin maaperässä kuin kasvissa. Heikoiten sinilupiinin ravinnetarpeisiin lannoitteista vastasi laskennallisesti YaraMila Y3 -lannoite.

#### 4.3.2 Yara Mila Y 3 lannoitettujen koeruutujen viljavuusanalyysit ja pohdinta

Verrattuna keväällä otettuun viljavuusnäytteeseen, koeruuduilta 1 ja 2 otetuissa näytteissä on eroavaisuuksia (taulukko 6). Maalajina multava hietainen hiesu on muuttunut runsasmultaiseksi hiukeeksi. Ero ei sinänsä ole suuri, sillä molemmat ovat luokiteltavissa Eurofinsin viljavuustutkimuksen maalajiryhmien määritelmässä karkeiksi kivennäismaiksi, jolloin maalajin muuttuminen ei vaikuta ravinteiden viljavuusluokkien tulkintaan.

(Viljavuustutkimuksen tulkinta, [viitattu 23.5.2022]). Todennäköisyys maalajin muutokselle todellisuudessa on kuitenkin hyvin pieni, sillä maalaji analysoidaan laboratoriossa aistinvaraisesti. Tällöin tulokseen vaikuttaa analyysia tekevän henkilön näkemys ja kokemus asiasta.

Taulukko 6. Yara Mila Y 3 -lannoitteella lannoitettujen koeruutujen (ruudut 1 ja 2) viljavuusnäytteet ennen ja jälkeen lupiin viljelyn (Eurofins Viljavuuspalvelut, 2021).

Koeruutu		1 + 2 kevät 2021	1 syksy 2021	2 syksy 2021
Maalaji		htHs	He	He
Multavuus		m	rm	rm
pH		□6,0	□5,8	□5,8
Kalsium (Ca)	mg / l	○1000	○1200	□1500
Fosfori (P)	mg / l	○11	□17	■22
Kalium (K)	mg / l	●53	○100	○81
Magnesium (Mg)	mg/l	●73	○110	○100
Rikki (S)	mg / l	●5,5	○7,6	○8,5
Kationin vaihtokapasiteetti	cmol / kg	8	10	12
Ca / KVK	%	63	60	63
K / KVK	%	2	3	2
Mg / KVK	%	8	9	7
Kalkitustarve	tn / ha	3	6	6
Suosittelava kalkkilaji		Mg-pitoiset	Vapaavalintainen	Mg-pitoiset

Viljavuusluokat: Huono ● Huononlainen ● Välttävä ○ Tyydyttävä □ Hyvä ■ Korkea ■ Arveluttavan korkea ■

Maan pH on hieman laskenut, sillä keväällä pH oli lukemissa 6,0, nyt 5,8. Tällä on vaikutusta kalkitustarpeeseen, joka on tuplaantunut keväästä. Muuten maan ravinnepitoisuudet ovat nousseet ja osin myös viljavuusluokat ovat muuttuneet. Kalsiumin määrä on noussut keskimäärin 250 mg/l kevääseen verraten muuttaen koeruudun 2 viljavuusluokan välttävästä tyydyttäväksi, koeruudulla 1 viljavuusluokan tilanne on säilynyt samana. Fosfori on kohonnut kummallakin koeruudulla välttävästä tyydyttävän tai hyvän tasolle, keskimäärin 8,5 mg/l keväästä. Kaliumin määrän nousemisessa on koeruutujen välillä eroa, mutta keskimäärin nousua on keväästä tullut 37,5 mg/l. Molemmilla koeruuduilla kaliumin viljavuusluokka on noussut huononlaisesta välttävän tasolle. Magnesiumin nousu koeruutujen välillä on ollut tasaista, keskimäärin keväästä 32 mg/l. Molemmilla koeruuduilla magnesiumin viljavuusluokka on noussut huononlaisesta

välttävän tasolle. Rikin määrä on noussut keskimäärin 2,55 mg/l ja nostattanut samalla molempien koeruutujen viljavuusluokan välttävän tasolle.

KVK on parantunut lannoituksen seurauksena (taulukko 5) ja näyttäisi olevan keskimäärin hyvällä tasolla ajatellen, että kyseessä on luokituksestaan karkea kivennäismaa. Merkittäviä muutoksia kalsiumin, kaliumin ja magnesiumin osalta ei kuitenkaan ole tapahtunut.

Lannoitukseen käytetty YaraMila Y3 lannoite sisältää 23 % typpeä, 3 % fosforia, 3 % kaliumia sekä lisäksi rikkiä 3 %. Lisäksi lannoite sisältää booria ja seleeniä. Lannoitteen koostumus selittää positiiviset muutokset fosforin, kaliumin sekä rikin viljavuusluokissa. Tokikin osa lannoitteen ravinteista on päätynt lupiinin käyttöön ja jäänyt kasvimassaan. Mahdollinen kasvimassan maaperän viljavuutta parantava vaikutus ei vielä syksyisten viljavuusnäytteiden osalta näy kasvimassan hajoamattomuuden takia.

Koeruudulla 2 on kalsiumin määrän suhteen tapahtunut positiivinen muutos, joka saa pohtimaan, onko lupiinin juurissa tapahtunut sitruunahapon erittymistä, mikä on vähentänyt lupiinin kalsiumin ottoa. Yleensä kuitenkin sitruunahapon erittäminen lisää fosforin ottamista. (Gresta ym. 2017, 97.) Kuitenkin lannoitteen sisältämä fosfori sekä mahdollisesti ongelmat typensidonnann onnistumisessa selittäisivät fosforin sekä kalsiumin määrän nousun kyseisellä koeruudulla. Typensidonta oli todennäköisesti onnistuneempaa koeruudulla 1 kuin 2 tarkasteltaessa maaperään jäänyttä fosforin määrää.

### **4.3.3 YaraMila NK 2 lannoitettujen koeruutujen viljavuusanalyysit ja pohdinta**

Verrattuna keväällä otettuun viljavuusnäytteeseen, koeruuduilta 3 ja 6 otetuissa näytteissä (taulukko 7) on joitain eroavaisuuksia. Koeruudulla kolme maalaji on muuttunut multavasta hietaisesta hiesusta multavaksi hiukeeksi. Ero ei sinänsä ole suuri, sillä molemmat ovat luokiteltavissa Eurofinsin viljavuustutkimuksen maalajiryhmien määritelmässä karkeiksi kivennäismaiksi, jolloin maalajin muuttuminen ei vaikuta ravinteiden viljavuusluokkien tulkintaan (Viljavuustutkimuksen tulkinta. [viitattu 23.5.2022]). Koeruudulla 6 maalaji ja multavuus ovat pysyneet samana kuin keväällä eli multavana hietaisena hiesuna.

Taulukko 7. YaraMila NK 2 -lannoitteella lannoitettujen koeruutujen (ruudut 3 ja 6) viljavuusnäytteet ennen ja jälkeen lupiin viljelyn (Eurofins Viljavuuspalvelut, 2021).

Koeruutu		3 keväät 2021	6 keväät 2021	3 syksy 2021	6 syksy 2021
Maalaji		htHs	htHs	He	htHs
Multavuus		m	m	m	m
pH		□ 5,9	□ 6,1	□ 5,9	□ 6,0
Kalsium (Ca)	mg / l	○ 920	○ 1100	□ 1500	○ 1300
Fosfori (P)	mg / l	□ 18	□ 16	■ 23	□ 14
Kalium (K)	mg / l	● 62	● 47	○ 75	○ 70
Magnesium (Mg)	mg/l	○ 86	● 67	□ 150	□ 120
Rikki (S)	mg / l	○ 7,7	● 4,9	○ 6,9	○ 7,0
Kationin vaihtokapasiteetti	cmol / kg	8	8	12	10
Ca / KVK	%	58	69	63	65
K / KVK	%	2	2	2	2
Mg / KVK	%	9	7	10	10
Kalkitustarve	tn / ha	4	2	4	3
Suosittelava kalkkilaji		Vapaa- valintainen	Mg-pitoiset	Vapaa- valintainen	Vapaa- valintainen

Viljavuusluokat: Huono ● Huononlainen ● Välttävä ○ Tyydyttävä □ Hyvä ■ Korkea ■ Arvullavan korkea ■

Maan pH on pysynyt koeruudulla 3 samana, mitä keväällä eli pH:n lukema on 5,9. Koeruudulla kuusi pH on 6,0, kun keväällä se oli 6,1. Tämä on lisännyt hieman kalkitustarvetta kyseisellä koeruudulla.

Koeruutujen ravinnepitoisuudet ovat nousseet. Kalsiumin määrä on noussut ruudulla 3 kevästä peräti 580 mg/l muuttaen viljavuusluokan välttävästä tyydyttäväksi. Ruudulla 6 kalsiumin määrä on noussut 200 mg/l. Fosforin määrä on noussut ruudulla 3 5 mg/l muuttaen fosforin luokituksen hyväksi. Ruudulla 6 fosforin määrä on kuitenkin vähentynyt kevästä 2 mg/l. Kaliumin määrässä on tapahtunut molemmilla ruuduilla nousua – ruudulla 3 kevästä 13 mg/l ja ruudulla 6 23 mg/l muuttaen viljavuusluokan molemmilla ruuduilla huononlaisesta välttäväksi. Magnesiumin määrä on molemmilla lohkoilla kasvanut sitten kevään. Ruudulla 3 muutos on ollut peräti 64 mg/l muuttaen viljavuusluokan välttävästä tyydyttäväksi ja ruudulla 6 53 mg/l muuttaen viljavuusluokan huononlaisesta tyydyttäväksi. Rikin määrä taas on vähentynyt kevästä ruudulla 3 0,8 mg/l ja ruudulla 6 vastoin noussut 2,1 mg/l muuttaen viljavuusluokan huononlaisesta välttäväksi.

KVK näyttää parantuneen keväästä molemmilla koeruuduilla ja ylittävän karkean kivennäismaan viitearvon. Kalsiumin kationien suhteessa vaikuttaisi olevan parantamisen varaa molemmilla koeruuduilla, vaikka koeruudun 3 kalsiumin kationien suhde on parantunut keväästä noin 5 %, mutta taas koeruudulla 6 se on laskenut 4 %. Tämäkin osaltaan selittää kohonnutta kalkitustarvetta koeruudulla 6. Molemmilla koeruuduilla magnesiumin kationien suhde on parantunut, koeruudulla 6 enemmän, mitä ruudulla 3. Kaliumin kationien suhteessa ei ole tapahtunut muutoksia.

Lannoitukseen käytetty YaraMila NK2 -lannoite sisältää 22 % typpeä, 0 % fosforia, 11,6 % kaliumia sekä lisäksi rikkiä 3 %. Lisäksi lannoite sisältää magnesiumia, booria, sinkkiä ja seleeniä. Lannoitteen koostumus selittää positiiviset muutokset kaliumin, magnesiumin sekä rikin viljavuusluokissa. Koska kasvimassa ei vielä syksyn viljavuusnäytteiden oton ajankohtana ole hajonnut, on vaikea arvioida kasvimassan parantavaa vaikutusta maaperän viljavuuteen.

Koeruudulla 3 on kalsiumin määrän suhteen tapahtunut positiivinen muutos, joka saa pohtimaan, onko lupiinin juurissa tapahtunut sitruunahapon erittymistä, mikä on vähentänyt lupiinin kalsiumin ottoa. Kuitenkin sitruunahapon erittyminen lisää fosforin sekä raudan ottamista maaperästä, mikä on ristiriidassa koeruudun 3 fosforin määrän nousemisen kanssa, kun otetaan huomioon, ettei koeruudulle lisätty lannoite ole sisältänyt yhtään fosforia. On kuitenkin mahdollista, että juuret ovat voineet vapauttaa maasta fosforia vaikealiukoisesta helppoliukoisempaan muotoon, mikä näkyy viljavuusanalyysin tuloksissa positiivisena muutoksena.

#### **4.3.4 Hevosenlannalla lannoitettujen koeruutujen viljavuusanalyysit ja pohdinta**

Verrattuna keväällä otettuun viljavuusnäytteeseen koeruuduilta 7 ja 8 otetuissa näytteissä on joitain eroavaisuuksia (taulukko 8). Maalaji on muuttunut multavasta hietamoreenista ruudun 7 multavaksi hietaiseksi hiesuksi ja ruudun 8 multavaksi hiukeeksi. Ero on sinänsä huomattavampi verrattuna aikaisempiin muutoksiin maalajissa, sillä hietamoreeni katsotaan lajittumattomaksi kivennäismaaksi eli moreenimaaksi kun taas hiesu ja hiue ovat lajittuneita kivennäismaita. Kaikissa maalajiryhmä on karkeat kivennäismaat. Tämä vaikuttaa siihen, ettei fosforin muutoksia voi verrata suoraan, sillä fosforin luokitukset ovat

moreenimailla erilaiset kuin hiesulla ja hiedalla (Viljavuustutkimuksen tulkinta, [viitattu 23.5.2022]).

Taulukko 8. Hevoselannalla lannoitettujen koeruutujen (ruudut 7 ja 8) viljavuusnäytteet ennen ja jälkeen lupiin viljelyyn (Eurofins Viljavuuspalvelut, 2021).

Koeruutu		7 + 8 kevät 2021	7 syksy 2021	8 syksy 2021
Maalaji		HtMr	htHs	He
Multavuus		m	m	m
pH		□6,0	□6,0	□6,0
Kalsium (Ca)	mg / l	○1000	□1400	□1600
Fosfori (P)	mg / l	□15	■20	■25
Kalium (K)	mg / l	○85	○76	○70
Magnesium (Mg)	mg/l	○85	□140	○98
Rikki (S)	mg / l	○7,7	○6,2	○7,1
Kationin vaihtokapasiteetti	cmol / kg	8	11	12
Ca / KVK	%	63	64	67
K / KVK	%	3	2	1
Mg / KVK	%	9	11	7
Kalkitustarve	tn / ha	3	3	3
Suosittelava kalkkilaji		Vapaa- valintainen	Vapaa- valintainen	Mg-pitoiset

Viljavuusluokat: Huono ● Huononlainen ● Valittava ○ Tyydyttävä □ Hyvä ■ Korkea ■ Arveluttavan korkea ■

Fosforin luokitus on syksyllä hyvän luokkaa. Ruudulla 7 arvo 20 mg/l ja ruudulla 8 arvo 25 mg/l olisivat myös multavalla moreenimaalla hyvän luokkaa, joten voidaan silti todeta tapahtuneen muutos tyydyttävästä fosforiluokituksesta hyvään fosforiluokkaan. Maan pH on pysynyt koeruuduilla samana eli pH on 6,0.

Kalsiumin määrä on koeruuduilla noussut kevästä keskimäärin 500 mg/l muuttaen viljavuusluokat välttävästä tyydyttäväksi. Kaliumin määrä taas on laskenut ruuduilla keskimäärin 12 mg/l kevästä aiheuttamatta muutosta viljavuusluokkaan. Magnesiumin määrä on noussut erityisesti koeruudulla 7 muuttaen ruudun viljavuusluokan välttävästä tyydyttäväksi. Keskimäärin kevästä magnesiumin määrä on noussut 34 mg/l. Rikin määrä taas on vähentynyt kevästä molemmilla ruuduilla keskimäärin 1,05 mg/l.

KVK on parantunut molemmilla koeruuduilla. Molemmilla koeruuduilla, joissa maalaji vastaa karkeaa kivennäismaalajia, KVK:n arvo on nyt hyvä. Kalsiumin kationien suhteessa on tullut molemmilla koeruuduilla hienoista parannusta. Kalkitustarve on säilynyt samana.

Erona kuitenkin on, että koeruudulle 8 suositellaan magnesiumpitoista kalkkia, mikä taas selittyy sillä, että kyseisen koeruudun magnesiumin kationien suhde on huonontunut keväästä. Koeruudulla 7 suhde on taas parantunut. Kaliumin kationien suhde on molemmilla koeruuduilla heikentynyt.

Lannoitukseen käytetty hevosen kuivikelanta sisältää 2 % typpeä, 0,25 % fosforia ja 8,4 % kaliumia. Lannoitteen koostumus selittää osaltaan positiiviset muutokset fosforin määrissä, muttei kuitenkaan täysin. Ajatellen lannoitteen koostumusta, on kaliumin määrän lasku maaperässä hieman yllättävää. Sinilupiini ei esimerkiksi vehnän tapaan ota maasta kaliumia yhtä paljoa, vaan hyödyntää maassa olevaa kaliumia tehokkaammin. Tokikin lupiini tarvitsee kaliumia sadonmuodostukseen enemmän mitä esimerkiksi fosforia, joten voi olla, ettei lannoitteessa oleva kaliumin määrä ole ollut riittävä, vaan lupiini on ottanut maasta kaliumia. On myös syytä muistaa, että kalium huuhtoutuu helposti karkeilta kivennäismailta. Ennen maanäytteiden ottoa olleet sateet saattoivat huuhtoa kaliumia pois, mikä vaikuttaa viljavuustutkimuksen tuloksiin.

#### **4.3.5 Lannoittamattomien koeruutujen viljavuusanalyysit ja pohdinta**

Verrattuna keväällä otettuun viljavuusnäytteeseen, koeruuduilta 4 ja 5 otetuissa näytteissä on joitain eroavaisuuksia lähinnä viljavuusluokitusten osalta (taulukko 9). Maalaji ja multavuus ovat kyseisillä koeruuduilla säilyneet samana, mitä kevään näytteessä eli multavana hietaisena hiesuna. Ruudulla neljä pH on samoissa lukemissa, mitä keväällä eli 5,9. Ruudulla viisi pH on laskenut aavistuksen keväästä lukemaan 6,0, mikä on vaikuttanut kalkitustarpeeseen.



Taulukko 9. Lannoittamattomien koeruutujen (ruudut 4 ja 5) viljavuusnäytteet ennen ja jälkeen lupiinin viljelyyn (Eurofins Viljavuuspalvelut, 2021).

Näyttenumero		4 keväät 2021	5 keväät 2021	4 syksy 2021	5 syksy 2021
Maalaji		htHs	htHs	htHs	htHs
Multavuus		m	m	m	m
pH		□5,9	□6,1	□5,9	□6,0
Kalsium (Ca)	mg / l	○920	○1100	○1100	○1100
Fosfori (P)	mg / l	□18	□16	□15	○9,9
Kalium (K)	mg / l	●62	●47	○78	○75
Magnesium (Mg)	mg/l	○86	●67	□190	■240
Rikki (S)	mg / l	○7,7	●4,9	●5,5	●4,4
Kationin vaihtokapasiteetti	cmol / kg	8	8	10	10
Ca / KVK	%	58	69	55	55
K / KVK	%	2	2	2	2
Mg / KVK	%	9	7	16	20
Kalkitustarve	tn / ha	4	2	4	3
Suosittelava kalkkilaji		Vapaa- valintainen	Mg-pitoiset	Kalkkikivijauhe	Kalkkikivijauhe

Viljavuusluokat: Huono ● Huononlainen ● Välttävä ○ Tyydyttävä □ Hyvä ■ Korkea ■ Arveluttavan korkea ■

Kalsiumin määrässä ei ole tullut isoja muutoksia. Ruudulla 4 kalsiumin määrä on kevästä noussut 180 mg/l, mutta ruudulla 5 tulos on pysynyt täysin samana. Fosforin määrä on molemmilla ruuduilla laskenut sitten kevään. Ruudulla 4 määrä on laskenut 3 mg/l ja ruudulla 5 muutos on peräti 6,1 mg/l vähemmän, mikä on vaikuttanut viljavuusluokan alentumiseen tyydyttävästä välttävään. Kaliumin määrässä taasen on molemmilla ruuduilla nousua sitten kevään. Ruudulla 4 määrä on noussut 16 mg/l ja ruudulla 5 peräti 28 mg/l muuttaen molempien ruutujen viljavuusluokan huononlaisesta välttäväksi. Magnesiumin määrään on tullut myös melkoista nousua kummallakin koeruudulla verrattuna kevääseen. Ruudulla 4 nousua on tullut 104 mg/l ja viljavuusluokka on noussut välttävästä tyydyttäväksi. Ruudulla 5 magnesiumin määrä on noussut peräti 173 mg/l muuttaen viljavuusluokan huononlaisesta hyväksi. Rikin määrä taas on kevästä laskenut molemmilla ruuduilla. Ruudulla 4 laskua on ollut 2,2 mg/l muuttaen viljavuusluokan välttävästä huononlaiseksi ja ruudulla 5 0,5 mg/l.

Kationin vaihtokapasiteetti on molemmilla ruuduilla parantunut sitten kevään. KVK on ajatellen karkeaa kivennäismaata arvoltaan kohtuullisen hyvä (10 cmol/kg). Kalsiumin kationin suhde taas on molemmilla ruuduilla heikentynyt kevästä. Koeruudulla 4 muutos

on ollut vähäisempi (3 %), kun taas ruudulla 5 muutos on ollut merkittävämpi (14 %). Toisaalta taas magnesiumin kationien suhde on noussut molemmilla ruuduilla merkittävästi keväästä, ja koeruudulla 5 magnesiumin kationien suhde on ylittänyt optimaalisen suhteen. Kalkitustarve on pysynyt ruudulla 4 samana ja ruudulla 5 noussut 1 tn/ha, mutta muutos kummallakin ruudulla on siinä, että suositelluksi kalkkilajiksi on noussut kalkkikivijauhe, mikä taas selittyy magnesiumin suhteen nousuna. Kaliumin kationien suhde on pysynyt ruuduilla samana kuin keväällä.

Lannoittamattomuus selittää osaltaan negatiiviset muutokset fosforin ja rikin määrissä koeruuduilla. Lannoittamattomuus on kuitenkin hieman ristiriidassa kaliumin ja magnesiumin määrien kasvamiseen. Toki mahdollista on, että lupiinin juuret ovat vapauttaneet kyseisiä ravinteita maasta enemmän, mitä lupiini on lopulta ottanut. Varsinkin koeruudun 5 laskenut pH ja kasvaneet kaliumin ja magnesiumin määrät viittaisivat siihen, että lupiinilla olisi tapahtunut kationien ottoa eli tässä tapauksessa kaliumin ( $K^+$ ) ja magnesiumin ( $Mg^{2+}$ ), mutta mahdollisesti osa tästä kationien vaihdosta on jäänyt hyödyntämättä ja vapautuneet ravinteet ovat jääneet maaperään.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Lannoitteiden todellista vaikutusta kasvustoon on vaikea arvioida sato- ja biomassanäytteiden puuttuessa. Kyseisten näytteiden uupuessa esimerkiksi lannoitteiden vaikutusta sadon lisäämiseen ja laadullisiin ominaisuuksiin tai lannoitteiden kustannuksia ja saavutettua taloudellista hyötyä ei pystytä arvioimaan. Näytteiden ottaminen olisi mahdollistanut kattavamman arvioinnin lannoitteiden hyödystä sinilupiinin viljelyssä.

Eri lannoitteiden vaikutusten arviointi kasvustoon kasvukauden aikana perustui silmämääräisiin havaintoihin, joissa ei kasvukauden aikana saavutettu suuria eroavaisuuksia eri lannoitetyyppien välillä. Lisäksi näiden eroavaisuuksien synnyssä ja vertailussa on otettava huomioon inhimillisten virheiden mahdollisuudet sekä pellon mahdollinen epätasainen kasvukunto ja sen kohdistuminen eri koeruutujen alueille.

Lannoitteiden vaikutuksista maaperään saatiin kuitenkin jotain välitöntä tietoa syksyn 2021 viljavuusnäytteiden avulla. Osaltaan lannoitteiden ravinnesisällöt selittivät mahdolliset positiiviset muutokset maaperästä analysoitujen ravinteiden osalta, kuten YaraMila Y3 -lannoite, jolla lannoitettujen koeruutujen kaliumin ja rikin määrä oli noussut. Positiivisia muutoksia tapahtui kuitenkin myös lannoittamattomalla koeruudulla, jossa kaliumin ja magnesiumin määrät olivat kasvaneet, mikä saa pohtimaan, ovatko lupiinin juuret vapauttaneet kyseisiä ravinteita maaperästä enemmän, mitä kasvi lopulta on ottanut. Laskennallisesti hevosen kuivikelannalla lannoitetuilla koeruuduilla päästiin parhaiten sinilupiinin ravinnetarpeet täyttävään tulokseen pääravinteiden osalta.

Tämän lannoituskokeen perusteella ei pystytä varmaksi sanomaan, saavutetaanko sinilupiinin lannoittamisella sellaista hyötyä, että sen viljely olisi taloudellisesti kannattavaa. Esimerkiksi tämänhetkisessä maailmantilanteessa, jossa lannoitteiden hinnat ovat korkealla ja jossa lannoitteiden saatavuudesta ei aina ole varmuutta, lannoitteiden käytön kohdistaminen jollekin muulle Suomen kasvuolosuhteissa viljelyvarmemmalle lajille, kuten viljoille, saattaisi olla taloudellisesti kannattavampaa. On kuitenkin muistettava, että lupiini viihtyy parhaiten vähäravinteisilla mailla ja

kykenee onnistuneen ymppäyksen ansiosta sitomaan ilmakehän typpeä käyttöönsä juurinystyröiden avulla.

Lähtökohtaisesti sinilupiinin onnistunut kasvu onkin enemmän riippuvainen kasvukauden olosuhteista, kuten lämpösumman kertymisestä, sadannan määrästä sekä rikkakasvien, mahdollisten kasvitautien ja tuholaisien vaikutuksesta kasvustoon, kuin lannoituksesta. Tokikin lannoituksella yleensä on mahdollista parantaa viljelykasvin kasvua ja maaperän ravinnepitoisuuksia, kuten tässä lannoituskokeessa oli osaltaan havaittavissa.

## LÄHTEET

- Ajosenpää, H., Hiltunen, S., Hinkkanen, K., Kotimäki, J.-A., Leskinen, U.-M., Nurkka, J., Nykänen, A., Tuominen, P., Valtonen, O., Terhemaa, P. & Vihonen, E. 2015. Luonnonmukaisen rehuviljan ja valkuaiskasvien tuotannon hyvät toimintatavat. [Verkkajulkaisu]. ProAgria Keskusten Liitto ry. [Viitattu 11.5.2022]. Saatavana: [https://www.ekon.fi/wp-content/uploads/luomurehuviljan\\_ja\\_valkuaiskasvien\\_tuotanto\\_linkit.pdf](https://www.ekon.fi/wp-content/uploads/luomurehuviljan_ja_valkuaiskasvien_tuotanto_linkit.pdf)
- Al Bawaba. 2019. Australia: Manganese Deficiency In Lupins Makes An Unwelcome Return. [Verkkootikkeli]. MENA Report; London. [Viitattu 13.5.2022]. Saatavana ABI/Inform Collection -tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Amistar. Minor Use. Myyntipäällyksen teksti. 30.7.2021. [Verkkajulkaisu]. Tukes. KemiDigi. [Viitattu 3.8.2021]. Saatavana: [https://www.kemidigi.fi/api/document/downloadfile/764881/1836\\_k%C3%A4ytt%C3%B6ohje.pdf](https://www.kemidigi.fi/api/document/downloadfile/764881/1836_k%C3%A4ytt%C3%B6ohje.pdf)
- Briggs, S. 2008. Organic Cereal and Pulse Production – A Complete Guide. NY, USA: Diamond Farm Book Publishers. 161–168, 277.
- Canna. Ei päiväystä. Kirvat – Tuholaiset ja taudit. [Verkkosivu]. Canna. [Viitattu 4.8.2021]. Saatavana: [https://www.canna.fi/kirvat\\_tuholaiset\\_ja\\_taudit](https://www.canna.fi/kirvat_tuholaiset_ja_taudit)
- Davies, C.L., Turner, D.W. & Dracup, M. 2000. Yellow lupin (*Lupinus luteus*) tolerates waterlogging better than narrow-leaved lupin (*L. angustifolius*) I. Shoot and root growth in a controlled environment. [Verkkootikkeli]. Australian Journal of Agricultural Research 51 (6). [Viitattu 16.5.2022]. Tiivistelmä saatavana: <https://www.publish.csiro.au/cp/AR99073>
- Farmit.net. Ei päiväystä. Sääpalvelu. [Verkkosivu]. Farmit.net. Saatavilla ainoastaan rekisteröityneille käyttäjille osoitteessa: <https://www.farmit.net/weather-service>
- Fenix. Minor Use. Myyntipäällyksen teksti. 4.8.2020. [Verkkajulkaisu]. Tukes. KemiDigi. [Viitattu 3.8.2021]. Saatavana: [https://www.kemidigi.fi/api/document/downloadfile/698295/K%C3%A4ytt%C3%B6ohje\\_MinorUse.pdf](https://www.kemidigi.fi/api/document/downloadfile/698295/K%C3%A4ytt%C3%B6ohje_MinorUse.pdf)
- Fusilade Max. Myyntipäällyksen teksti. 30.11.2016. [Verkkajulkaisu]. Tukes. KemiDigi. [Viitattu 3.8.2021]. Saatavana: [https://www.kemidigi.fi/api/document/downloadfile/691120/Myyntip%C3%A4%C3%A4llyksen\\_teksti.pdf](https://www.kemidigi.fi/api/document/downloadfile/691120/Myyntip%C3%A4%C3%A4llyksen_teksti.pdf)
- GRDC. 2017. Lupin – Plant Growth And Development. [Verkkajulkaisu]. Grain Research & Development Corporation. [Viitattu 23.5.2022]. Saatavana:

<https://grdc.com.au/resources-and-publications/grownotes/crop-agronomy/lupin-southern-region-grownotes/GrowNote-Lupin-South-3-Plant-Growth.pdf>

Gresta, F., Wink, M., Prins, U., Abberton, M., Capraro, J., Scarafoni, A. & Hill, G. 2017. Lupins in European Cropping Systems. Teoksessa: Murphy-Broken, D., Stoddard, F. L. & Watson C.A. Legumes in Cropping Systems. Oxfordshire; Boston MA: CABI. 88–108.

Hannukkala, A. 16.01.2018. Pahkahomeen monet isäntäkasvit. [Verkojulkaisu]. Helsingin Yliopisto. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 3.8.2021]. Saatavana: <https://1590883.167.directo.fi/@Bin/1d7cd0ef38c18fe1f70f8579fc901cd4/1628003943/application/pdf/330165/Pahkahomeen%20monet%20is%c3%a4nt%c3%a4kasvit.pdf>

Hertel, K. 2011. Vegetative growth. Teoksessa: Edwards, J., Walker, J. & McIntosh, G. Lupin Growth & Development. Uusi Etelä-Wales: Industry & Investment NSW. Saatavana: [https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0006/516183/Procrop-lupin-growth-and-development.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0006/516183/Procrop-lupin-growth-and-development.pdf)

Hevosennälän hyödyntämismahdollisuuksista. 29.11.2018. Hevostietokeskus. [Verkkosivu]. Hevostietokeskus. Tallitoimijan verkkoluennot -hanke. [Viitattu 26.4.2022]. Saatavana: <https://hevostietokeskus.fi/i/talliymparisto/lantahuolto/hevosennälän-hyodyntamismahdollisuuksista>

Hocking, P.J. & Jeffery, S. 2003. Cluster-root production and organic anion exudation in a group of old-world lupins and a new-world lupin. *Plant and Soil* 258, 135-150.

Iantcheva, A. & Naydenova, G. 15.02.2021. Biological nitrogen fixation in legumes. [Verkoartikkeli]. Legume Hub. [Viitattu 4.8.2021]. Saatavana: [https://www.legumehub.eu/is\\_article/biological-nitrogen-fixation-in-legumes/](https://www.legumehub.eu/is_article/biological-nitrogen-fixation-in-legumes/)

Ilmatieteen laitos. Ei päiväystä. Terminen kasvukausi. [Verkkosivu]. Ilmatieteen laitos. [Viitattu 30.7.2021]. Saatavana: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi>

Joona, J. 2011. Rikkaäestys on edullinen vaihtoehto rikkojen torjuntaan kasvustosta. *Käytännön Maamies* 05/2011, 24–27.

Kekkonen H., Niemi J., Heinola K., Liu X., Sipilä A., Tuomisto J., Suvanto H., Lähdesmäki M., Enbuska M., Niskanen M., Laitila N. & Vihonen E. 2018. Valkuaiskasveista Voimaa. Tuota Valkuaista- hankkeen loppujulkaisu. [Verkojulkaisu]. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 66/2018. [Viitattu 10.5.2022]. Saatavana: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-678-0>

Keskitalo, M. Ei päiväystä. Lupiinilajikkeet ja ympit testissä. [Verkojulkaisu]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 30.7.2021]. Saatavana: [https://www.luke.fi/futurecrops/wp-content/uploads/sites/12/2019/09/Lupiinit-testissa\\_Keskitalo-Erikoiskasvipaiva-22.8.2019.pdf](https://www.luke.fi/futurecrops/wp-content/uploads/sites/12/2019/09/Lupiinit-testissa_Keskitalo-Erikoiskasvipaiva-22.8.2019.pdf)

- Koivualhon luomutila. 2021. Verkkokauppa. [Verkkosivu]. Koivualhon luomutila. [Viitattu 10.5.2021]. Saatavana: <https://www.koivunalho.fi/verkkokauppa>
- Kozłowska, H. 2000. Nutrition. Teoksessa: Hedley, C.L. Carbohydrates in Grain Legume Seeds: Improving Nutritional Quality and Agronomic Characteristics. New York: CABI Publishing.
- Käki, R. 2007. Herne luomuviljelyssä. Teoksessa: Alanco, M., Eteläniemi, A., Hautala, P., Jaakkola, S., Koskimies, H., Käki, R., Lassila, A., Leskinen, U., Partanen, E., Partanen, K., Peltomäki, A., Piirainen, A., Puumala, L., Tolvanen, T., Valkonen, E. & Väljä, M. Luomutilan valkuaiskasviopas. [Verkkojulkaisu]. Luomuliitto ry. [Viitattu 11.5.2022]. Saatavana: <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/oppaat-ja-esitteet/luomutilan-alkuiskasviopas-2007.pdf>
- Lehtonen, S. 5.10.2021. Yara teki perjantaina 69 euron korotuksen, lannoitteiden hinnat nyt 2,5-kertaiset verrattuna runsaan vuoden takaiseen avaushintaan. [Verkkoartikkeli]. Maaseudun Tulevaisuus. [Viitattu 9.10.2021]. Saatavana: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.1583210>
- Luonnonvarakeskus. Ei päiväystä. Sinilupiinin viljely. [Verkkosivu]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 3.10.2022, 30.7.2021, 20.6.2022]. Saatavana: <https://www.luke.fi/futurecrops/fi/viljely/sinilupiinin-viljely/>
- Lupin Agronomy Guide. Ei päiväystä. [Verkkojulkaisu]. PGRO. [Viitattu 30.7.2021]. Saatavana: <https://www.pgro.org/downloads/Lupin-Agronomy-Guide-2014.pdf>
- Mikä ihmeen kationinvaihtokapasiteetti? 2016. [Verkkojulkaisu]. Eurofins Agro. [Viitattu 25.5.2022]. Saatavana: [https://www.eurofins.fi/media/1936727/mika\\_ihmeen\\_kationinvaihtokapasiteetti.pdf](https://www.eurofins.fi/media/1936727/mika_ihmeen_kationinvaihtokapasiteetti.pdf)
- Naturcom. Ei päiväystä. Lupiini. [Verkkosivu]. Naturcom. [Viitattu 30.7.2021]. Saatavana: <https://naturcom.fi/tuote/valkolupiini/>
- Parker, P. & Edwards, J. 2011. Pod and seed development. Teoksessa: Edwards, J., Walker, J. & McIntosh, G. Lupin Growth & Development. Uusi Etelä-Wales: Industry & Investment NSW. Saatavana: [https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0006/516183/Procrop-lupin-growth-and-development.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0006/516183/Procrop-lupin-growth-and-development.pdf)
- Peltonen, S. 2011. Valkuaisrehujen tuotannon edellytykset. Teoksessa: Aaltonen, R. & Peltonen, S. Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 134. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto, 25.
- Pritchard, I. 15.05.2018. Lupin essentials – growing a successful lupin crop. [Verkkojulkaisu]. DPIRD. [Viitattu 4.8.2021]. Saatavana:

<https://www.agric.wa.gov.au/lupins/lupin-essentials-%E2%80%93-growing-successful-lupin-crop?nopaging=1>

ProAgria Etelä-Pohjanmaa. Ei päiväystä. Herneenviljely – näin onnistut. [Verkkajulkaisu]. ProAgria Etelä-Pohjanmaa. Monipuolisuutta viljelykiertoon -hanke. [Viitattu 10.5.2022]. Saatavana:

[https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/herneenviljelijanhuoneentaulu\\_2021.pdf](https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/herneenviljelijanhuoneentaulu_2021.pdf)

Puhakka, L., Jaakkola, S. & Vanhatalo, A. 2012. Palkoviljat nautojen ruokinnassa. [Verkkoartikkeli]. Maataloustieteen päivät, nro 28. [Viitattu 11.5.2022]. Saatavana:

<https://doi.org/10.33354/smst.75583>

Puhakka, L., Jaakkola, S., Kokkonen, T. & Vanhatalo, A. 2014. Sinilupiini lypsylehmien valkuaisrehuna. Teoksessa: Hakojärvi, M. & Schulman, N. Maataloustieteen päivät 2014: 8.-9.1.2014 Viikki, Helsinki. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote no 30. Helsinki: Suomen maataloustieteellinen seura.

S.G. Nieminen Oy. Ei päiväystä. Palkokasvit. [Verkkosivu]. SGN Group. [Viitattu 30.7.2021]. Saatavana: <https://www.sgniemenen.fi/ammattiviljely/peltoviljely/palkokasvit/>

Siljander-Rasi, H., Perttilä, S. & Partanen, K. 2006. Sikojen rehut. Teoksessa: Siljander-Rasi, H., Nopanen, A. & Helin, J. Sian ruokinta ja hoito. Tieto tuottamaan 114. Helsinki: ProAgria Keskusten Liitto, 31.

Siljander-Rasi, H. 27.10.2016. Lihasikojen todellinen kasvupotentiaali ja uusimmat kasvatuskokeet. [Verkkajulkaisu]. Atria Tuottajat. Käytännönläheinen tutkimus sikatilalla -hanke. [Viitattu 10.5.2022]. Saatavana:

<https://www.atriatuottajat.fi/globalassets/alkutuotanto/hankkeet/liitteet-ja-tiedostot/lihasikojen-todellinen-kasvupotentiaali-ja-uusimmat-kasvatuskokeet.pdf>

Sipilä, A. 2006. Biologinen typensidonta. Nurmitieto 2.2.4. [Verkkajulkaisu]. Suomen nurmiyhdistys ry:n ja MTT. [Viitattu 20.6.2022]. Saatavana:

[http://www.nurmiyhdistys.fi/Nurmitieto/NT\\_2-2-4.pdf](http://www.nurmiyhdistys.fi/Nurmitieto/NT_2-2-4.pdf)

Switch 62.5 WG. Myyntipäällyksen teksti. 13.11.2014. [Verkkajulkaisu]. Tukes. KemiDigi. [Viitattu 3.8.2021]. Saatavana:

[https://www.kemidigi.fi/api/document/downloadfile/691274/1855\\_myyntip%C3%A4%C3%A4llyksen\\_teksti.pdf](https://www.kemidigi.fi/api/document/downloadfile/691274/1855_myyntip%C3%A4%C3%A4llyksen_teksti.pdf)

Tuunainen, P., Koivunen, E. & Valaja, J. 2014. Sinilupiinin (*Lupinus Angustifolius*) vaikutus munivien kanojen tuotantoon ja munan laatuun. [Verkkoartikkeli]. Maataloustieteen päivät, nro 30. [Viitattu 9.10.2021]. Saatavana: <https://doi.org/10.33354/smst.75306>



- Tuunainen, P., Valaja, J., Valkonen, E., Hiidenhovi, J., Tupasela, T. & Hongisto, M. 2012. Kotimaista valkuaista broilereille. [Verkkoartikkeli]. Maataloustieteen päivät, nro 28. [Viitattu 9.10.2021]. Saatavana: <https://doi.org/10.33354/smst.75655>
- Vihonen, E. Ei päiväystä. TUOVA – Tuottavaa valkuaista hanke. [Verkkojulkaisu]. ProAgria Etelä-Pohjanmaa. [Viitattu 30.7.2021]. Saatavana: <https://www.luomuliitto.fi/hallinta/wp-content/uploads/2016/02/Lupiini-sinimailanen-esitys.pdf>
- Viljavuustutkimuksen tulkinta. Ei päiväystä. [Verkkojulkaisu]. Eurofins Agro. [Viitattu 23.5.2022]. Saatavana: [https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/2849228/viljavuustutkimuksentulkinta\\_01022019.pdf](https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/2849228/viljavuustutkimuksentulkinta_01022019.pdf)
- Watt, M. & Evans, 1999. Proteoid Roots. Physiology and Development. Teoksessa: Plant Physiology, Volume 121. [Verkkojulkaisu]. American Society of Plant Biologists. [Viitattu 17.9.2021]. Saatavana: <https://academic.oup.com/plphys/article/121/2/317/6096199>
- Walker, J. & Edwards, J. 2011. Germination and emergence. Teoksessa: Edwards, J., Walker, J. & McIntosh, G. Lupin Growth & Development. Uusi Etelä-Wales: Industry & Investment NSW. Saatavana: [https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0006/516183/Procrop-lupin-growth-and-development.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0006/516183/Procrop-lupin-growth-and-development.pdf)
- Walker, J. & Luckett, D. 2011. Reproductive development. Teoksessa: Edwards, J., Walker, J. & McIntosh, G. Lupin Growth & Development. Uusi Etelä-Wales: Industry & Investment NSW. Saatavana: [https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0006/516183/Procrop-lupin-growth-and-development.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0006/516183/Procrop-lupin-growth-and-development.pdf)
- Winnicki, K., Ciereszko, I., Leśniewska, J., Dubis, A. T., Basa, A., Zabka, A., Holota, M., Sobiech, L., Faligowska, A., Skrzypczak, G., Maszewski, J. & Polit, J. T. 2019. Irrigation affects characteristics of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius* L.) seeds. [Verkkoartikkeli]. Planta 249. [Viitattu 17.5.2022]. Saatavana: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00425-019-03091-9#Sec12>
- Wrigley, C. 2003. The lupin – the grain with no starch. [Verkkoartikkeli]. Cereal Foods World; St. Paul. Vol. 48. [Viitattu 13.5.2022]. Saatavana ABI/Inform Collection - tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- YaraMila NK 2. Ei päiväystä. Yara. [Verkkosivu]. Yara Suomi. [Viitattu 26.4.2022]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/lannoitteet/yaramila/yaramila-nk-2/>
- YaraMila Y 3. Ei päiväystä. Yara. [Verkkosivu]. Yara Suomi. [Viitattu 26.4.2022]. Saatavana: <https://www.yara.fi/lannoitus/lannoitteet/yaramila/yaramila-y-3/>