



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Iida Linna

---

# Kuitukipsin vaikutus ohran ja kauran kasvuun sekä sa- toon

Opinnäytetyö  
Kevät 2025  
Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Tekijä: Iida Linna

Työn nimi: Kuitukipsin vaikutus ohran ja kauran kasvuun sekä satoon

Ohjaaja: Anna Tall

Vuosi: 2025

Sivumäärä: 30

Liitteiden lukumäärä: 1

---

Opinnäytetyössä tarkastellaan kuitukipsin vaikutusta ohran ja kauran kasvuun sekä satoon koeruutukokeiden tulosten pohjalta.

Koeruutukokeet toteutettiin osaruutukokeina Ilmajoella Sedun koulutilan pellolla kasvukausina 2023 ja 2024. Kokeet toteutti Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Koeruuduilta havainnoitiin ohran ja kauran orastumista ja lehtivihreäpitoisuutta sekä kasvuston pituus ja lakaisuus. Koeruuduilta laskettiin ruutujen hehtaarisadot ja sadoista tehtiin NIR- ja GrainSense analyysit. Sadon määrästä eri kuitukipsikäsittelyillä tehtiin tilastollinen yksisuuntainen varianssianalyysi SPSS-ohjelmalla.

Koeruutukokeiden tulosten mukaan kuitukipsillä ei ollut merkittävää vaikutusta ohran ja kauran kasvuun ja sadonmuodostukseen. Kuitukipsin vaikutukset maassa, kasvien kasvussa ja sadossa olivat hyvin samansuuntaisia kuin kipsillä. Näiden tulosten mukaan kuitukipsi ei haittaa viljakasvien kasvua ja sadonmuodostusta. 4:n tn/ha lisäyksellä se saattaa jopa lisätä sadon määrää.

<sup>1</sup> Asiasanat: kuitukipsi, ohra, kaura

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of Natural Resources, Agriculture and Rural

Enterprises

Author: Iida Linna

Title of thesis: The effect of fiber gypsum on the growth and yield of barley and oats

Supervisor: Anna Tall

Year: 2025

Number of pages: 30

Number of appendices: 1

---

The thesis examines the effect of fiber gypsum on the growth and yield of barley and oats based on the results of field trials. The field trials were conducted by Seinäjoki University of Applied Sciences as partial field trials in Ilmajoki on the Sedu school farm during the growing seasons of 2023 and 2024. Observations were made on the germination and leaf chlorophyll content of barley and oats, as well as the plant height and lodging. The hectare yields from the field trials were calculated, and NIR and GrainSense analyses were performed on the yields. A statistical univariate analysis of variance was conducted using the SPSS software on the yield with different fiber gypsum treatments.

According to the results of the trial field tests, fiber gypsum had no significant effect on the growth and yield formation of barley and oats. The effects of fiber gypsum on the soil, plant growth, and yield were very similar to those of regular gypsum. Based on these results, fiber gypsum does not hinder the growth and yield formation of cereal crops. With an application of 4 tons/ha, it may even increase the yield.

<sup>1</sup> Keywords: fiber gypsum, barley, oat

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkuuettelo .....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO .....	9
2 TAUSTATEORIA.....	10
2.1 Viljakasvien sadonmuodostus .....	10
2.2 Kipsin rakenne ja vaikutus maassa .....	10
2.3 Kipsin vaikutus kasviin .....	11
2.3.1 Kalsium .....	11
2.3.2 Rikki .....	12
2.4 Kuitukipsi.....	12
3 KOEASETTELMA.....	13
4 KASVUKAUSIEN AIKAISET HAVAINNOT .....	16
4.1 Kasvukausien sää .....	16
4.2 Kasvustonäytteet.....	16
4.3 Orastuminen ja lehtivihreäpitoisuus.....	17
4.4 Pituus ja lakoisuus.....	17
4.5 Sadonkorjuu ja satotulokset .....	17
4.6 NIR ja GrainSense-analyysit .....	18
5 TULOKSET .....	19
5.1 Viljavuusanalyysien tulokset 2024.....	19
5.2 Kasvustonäytteet.....	20
5.3 Orastuminen ja lehtivihreäpitoisuus.....	21
5.4 Pituus ja lakoisuus.....	22
5.5 Sato.....	23
5.5.1 NIR- ja GrainSense-analyysit.....	25

6 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	26
LÄHTEET .....	27
LIITTEET .....	30

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Kalsium syrjäyttää maahiukkasen kationinvaihtopaikoilta muun muassa magnesiumia ja maanesteen kasvanut ionivahvuus puristaa ns. sähköistä kaksoiskerrosta (Ekholm ym., 2022).....	11
Kuva 2. Koeruutukokeen kenttäkartta ja koejäsenet.....	13
Kuva 3. Maan viljavuusnäytteen tulokset 2023.....	14
Taulukko 1. Kuitukipsin sisältämät ravinteet verrattuna Yaran kipsiin.....	12
Taulukko 2. Koeruutujen kylvö- ja puintipäivät.....	15
Taulukko 3. Koejäsenten kalsiumin ja rikin määrä kuitukipsissä kg/ha.....	15
Taulukko 4. Kasvukausien 2023 ja 2024 kuukausittaiset sademäärät ja keskilämpötilat Ilmajoen Sedun sääasemalta. Vertailuna vuosien 1991–2020 sademäärät ja keskilämpötilat Seinäjoen Pelmaan sääasemalta (Ilmatieteen laitos, i.a). ....	16
Taulukko 5. Viljojen kasvuajojen aikana kertynyt tehoisa lämpösumma vuosina 2023 ja 2024 Ilmajoella (Farmit, i.a). ....	16
Taulukko 6. Viljavuusanalyysin tulokset ohraruuduilta 2024.....	19
Taulukko 7. Viljavuusanalyysin tulokset kauraruuduilta 2024.....	20
Taulukko 8. Kasvustonäytteiden tulokset, ohra.....	21
Taulukko 9. Kasvustonäytteiden tulokset, kaura.....	21
Taulukko 10. Kauran orastiheys ja lehtivihreäpitoisuus 2023 ja 2024.....	22
Taulukko 11. Ohran orastiheys ja lehtivihreäpitoisuus 2023 ja 2024.....	22
Taulukko 12. Kauran pituus ja lakoisuus.....	23
Taulukko 13. Ohran pituus ja lakoisuus.....	23

Taulukko 14. Kauran hehtaarisadot. ....	24
Taulukko 15. Kauran seurantaruuutujen hehtaarisadot .....	24
Taulukko 16. Ohran kokeiden hehtaarisadot. ....	25
Taulukko 17. Ohran seurantaruuutujen hehtaarisadot. ....	25
Taulukko 18. Ohra 2023 NIR: raakavalkuainen ja tärkkelys. ....	1
Taulukko 19. Kaura 2023 NIR: raakavalkuainen, NDF ja rasva. ....	1
Taulukko 20. Ohra 2024 GrainSense: Proteiini, hiilihydraatti ja öljy. ....	1
Taulukko 21. Kaura 2024 GrainSense: Proteiini, hiilihydraatti ja öljy. ....	1

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Kipsi</b>	Kipsi materiaalina. Joko louhittavaa luonnonkipsiä tai Yaran toimittama fosforilannoitteen valmistuksen sivutuotteena syntyvää kipsiä.
<b>Kuitukipsi</b>	Rakennusalan kuitukipsilevyistä jauhettua kipsimateriaalia, jota on käytetty tässä tutkimuksessa. Kuitukipsilevy koostuu kipsistä, sellukuidusta ja vedestä. Kuitukipsin toimittaja on Puucomp.
<b>NIR</b>	Near infrared spectroscopy eli lähi-infrapunaspektroskopia. NIR-spektrometri mittaa värähtelevien molekyylien ylä- ja yhdistelmäsäveliä infrapuna-alueen lähellä (Measurelabs, i.a). Dataa voidaan käyttää yhdisteiden koostumusten määrittämiseen ja materiaalien tunnistamiseen.
<b>SPAD-mittaus</b>	SPAD-mittari lähettää lehteen punaista valoa ja infrapunavaloa. Laite mittaa kuinka paljon valoa absorboituu kasviin. Läpi päässyt punainen valo määrittää kasvin klorofylli eli lehtivihreäpitoisuuden. Lehtivihreäpitoisuudesta voidaan päätellä, tarvitseeko kasvi typpeä.



# 1 JOHDANTO

Kipsiä on käytetty pelloilla lannoitteena ja maanparannusaineena jo pitkään (Shainberg ym., 1989). Kipsin vaikutuksesta kasvien kasvuun ei ole tehty Suomessa paljoa tutkimuksia, mutta yhden tutkimuksen tulosten mukaan kipsillä ei ole kasvien kasvua haittaavia vaikutuksia (Malmilehto ym., 2021). Kipsin soveltumista fosforihuuhtoutumien vähentäjänä savimailla on tutkittu Suomessa jo melko paljon ja tulosten mukaan se toimii siinä tarkoituksessa (Aura ym., 2006; Yli-Renko & Rasa, 2011; Uusitalo ym., 2012; Ekholm ym., 2022; Rantamo ym., 2022; Yli-Halla ym., 2023).

Vesiensuojelu-, lannoite- ja maanparannuskäytön lisäksi kipsiä käytetään myös muun muassa rakennusmateriaalina kipsilevyissä, kipsivalulattioissa, sementissä ja kuvanveistomateriaalina (Kämäri & Ekholm, 2020). Maatalouskäyttöä ajatellen rakennus- ja purkujätteen kierrätyskipsistä olisi pystyttävä varmistamaan kipsin tasalaatuisuus ja ettei se sisällä haitta-aineita. Rakennus- ja purkujättekipsin käyttö lannoitevalmisteena edellyttäisi uutta tyyppinimeä ja EOW (end of waste) -kriteerien täyttymistä. Jätteeksi luokittelun päättyminen, eli end of waste (EOW) menettely, on ollut EU:n ja Suomen lainsäädännössä jo useita vuosia (Kierrätysteollisuus, 2019). Tämän menettelyn läpikäynyt materiaali lakkaa olemasta jätettä ja muuttuu tuotteeksi. Tällöin siihen ei sovelleta enää jätelakia, vaan tuotelainsäädännön määräyksiä. Tämä mahdollistaa esimerkiksi sen, että materiaalia voi käsitellä ilman ympäristölupaa, jota taas yleensä jätteen käsittely vaatii.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan rakennusalan kuitukipsilevyistä jauhetun kuitukipsimateriaalin vaikutusta ohran ja kauran kasvuun sekä satoon koeruutuviljelykokeiden tulosten pohjalta. Opinnäytetyössä kuitukipsimateriaalista käytetään lyhyempää nimitystä kuitukipsi. Koeruutukokeet toteutettiin kasvukausina 2023 ja 2024 Ilmajoella Sedun koulutilan pellolla.

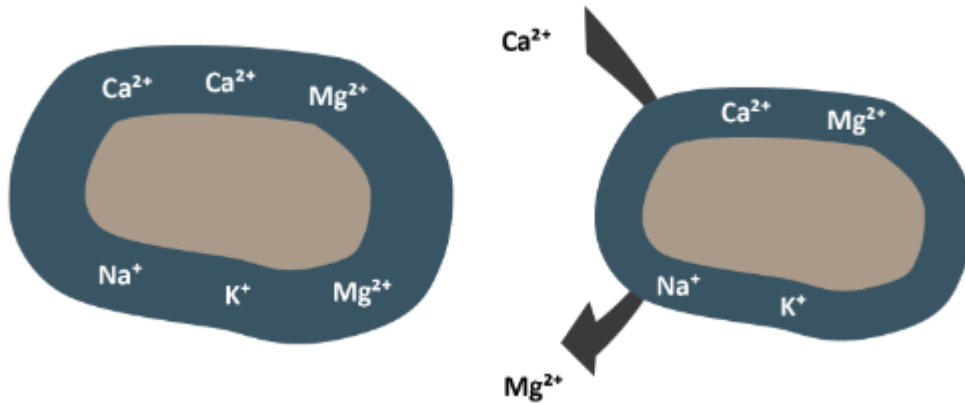
## 2 TAUSTATEORIA

### 2.1 Viljakasvien sadonmuodostus

Viljakasvien kasvuun ja sadonmuodostukseen vaikuttavia tekijöitä kutsutaan kasvutekijöiksi (Heinonen ym., 1992, s. 177). Kasvutekijän määritelmä ei ole yksiselitteinen, mutta tavallisesti se jaetaan sisäisiin ja ulkoisiin kasvutekijöihin. Sisäisiä kasvutekijöitä ovat kasvin geneettiset laji- ja lajikeominaisuudet. Ulkoisia kasvutekijöitä ovat kasvinravinteet, vesi, valo, lämpö ja kasvuympäristö. Kasvin geneettiset ominaisuudet luovat perustan, jonka mukaan kasvi voi toimia ja reagoida vallitseviin kasvuoloihin (Peltonen-Sainio ym., 2005, s. 13). Kasvinjalostuksessa valitaan kulloisiinkin olosuhteisiin parhaiten sopeutuneet aineistot. Kasvin kehittyminen on perimän suomissa rajoissa ulkoisten kasvutekijöiden, päivänpituuden ja lämpötilan määräämää. Viljelytoimilla ei voi vaikuttaa kasvin kehitysrytmiin, mutta huolehtimalla kasvin tarvitsemien ravinteiden ja veden saannista sekä hyvästä kasvualustasta voidaan vaikuttaa kasvin sadon määrään ja laatuun.

### 2.2 Kipsin rakenne ja vaikutus maassa

Kipsi on kemialliselta koostumukseltaan kidevedellistä kalsiumsulfaattia ja sen kemiallinen kaava on  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Kipsi liukenee maassa kalsium- ja sulfaatti-ioneiksi (Alestalo, 2011). Sulfaatti on kasveille käyttökelpoinen rikin muoto (Ajosenpää ym., 2021). Kipsi nostaa liulessaan maan ionivahvuutta eli suolapitoisuutta, mikä näkyy viljavuusanalyysissä johtoluvun kasvuna. Sähköisten ominaisuuksien muututtua liukoisen fosforin pidättyminen maahan tehostuu, mikä vähentää fosforin huuhtoutumista maasta (Yli-Renko & Rasa, 2011). Kipsin lisäys vaikuttaa myös maan ravinnesuhteisiin ja mururakenteeseen (Ajosenpää ym., 2021). Kipsiä lisätessä maahan tulee kalsiumia (Ca) ja rikkiä (S). Kalsium syrjäyttää magnesiumia (Mg) maan kationinvaihtopaikoista ja muodostaa maahiukkasten välille kalsiumsiltoja, mikä voi vaikuttaa positiivisesti maan rakenteeseen ja vähentää maan eroosiota (Kuva 1) (Ekholm ym., 2022). Maan vaihtuvan kalsiumin määrät eivät nouse, vaikka kipsin mukana tulee maahan kalsiumia. Aiemmissa kokeissa kipsin ei ole havaittu juurikaan nostavan viljavuusanalyysin tai kasvien kalsiumpitoisuuksia (Alestalo, 2011; Yli-Renko & Rasa, 2011; Mattila ym., 2019; Yli-Halla ym., 2023). Kipsi ei myöskään nosta maan pH:ta, vaan ennemminkin se laskee sitä, koska kipsi vähentää maan magnesiumipitoisuuksia, mutta ei lisää maan vaihtuvan kalsiumin määriä (Mattila ym., 2019).



Kuva 1. Kalsium syrjäyttää maahiukkasen kationinvaihtopaikoilta muun muassa magnesiumia ja maanesteen kasvanut ionivahvuus puristaa ns. sähköistä kaksoiskerrosta (Ekholm ym., 2022).

Savijoen kipsinlevityspilotissa kipsin huuhtoutumista tutkittiin Savijoen sulfaattipitoisuutta seuraamalla (Ekholm ym., 2022). Tulosten mukaan 4,7 vuoden päästä kipsin levityksestä 48 % kipsin sulfaatista oli huuhtoutunut Savijokeen. Aluksi sulfaatin huuhtoutuminen oli nopeampaa, mutta hidastui alun jälkeen. Ensimmäisten 2,4 vuoden jälkeen kipsin sulfaatista huuhtoutui 26–28 %, mutta kalsiumista vain 15–16 %. Kipsin kalsium vaikuttaa maassa siis pidempään kuin sulfaatti.

## 2.3 Kipsin vaikutus kasviin

### 2.3.1 Kalsium

Kalsium on maanesteen valtakationi, joten sitä on runsaasti myös kasvissa (Heinonen ym., 1992, s. 234–236). Kalsiumilla on kasvissa useita tehtäviä. Se on muun muassa joidenkin entsyymien rakennusosana. Kalsium osallistuu solun rakenteen säätelyyn sekä sähköisen tasapainon ja osmoottisen potentiaalinn ylläpitämiseen solussa. Kalsiumia tarvitaan myös solujen pituuskasvuun ja jakautumiseen. Kasvi ottaa kalsiumin maasta kahdenarvoisena kationina  $\text{Ca}^{2+}$ . Kalsium ei kulje kasvin siiviläputkissa, joten se ei liiku vanhemmista kasvinosista nuoriin. Kasvin onkin saatava kalsiumia jatkuvasti. Kasvi pystyy ottamaan kalsiumia vain juurtensa kärkiosilla, joten kalsiumia täytyy olla saatavilla koko siinä maatilavuudessa, johon juuret kasvavat. Täten mikä tahansa muu tekijä, joka estää juurten kasvun, voi estää kasvin kalsiumin saannin ja aiheuttaa puutosoireita. Kalsiumin puute näkyy kasvissa ensimmäisenä kasvupisteissä ja nuorissa lehdissä epämuodostumina ja kloroottisuutena. Myöhemmin puutos ilmenee nekroosina lehtien reunoissa.

### 2.3.2 Rikki

Kipsi lisää huomattavasti maan rikkipitoisuutta (Mattila ym., 2019). Valtaosa kasvin rikistä on metioniini ja kysteiini aminohapoissa (Heinonen ym., 1992, s. 228) Näitä aminohappoja on lähes kaikissa kasvin valkuaisaineissa ja niillä on tärkeä merkitys valkuaisaineiden rakenteelle. Rikkiä sisältäviä valkuaisaineita on muun muassa kasvin kloroplasteissa eli viherhiukkasissa ja siemenissä. Rikillä on osansa myös kasvin hapetus-pelkistys-reaktioissa ja rasvahappojen rakentumisessa sekä B<sub>1</sub>- ja H-vitamiinien rakennusosana. Kasvi ottaa rikin maasta juurillaan kahdenarvoisena anionina (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Kasvi ottaa rikkiä tehokkaimmin kasvunsa keskivaiheilla. Rikki ei kulkeudu kasvin vanhoista lehdistä nuorempiin. Rikin puute näkyykin ensin kloroottisuutena kasvin nuorimmissa lehdissä.

### 2.4 Kuitukipsi

Kuitukipsin sisältämät metallit ja ravinteet selvitettiin laboratoriossa. Suurin osa kuitukipsistä on kalsiumia ja rikkiä niin kuin puhdas kipsikin. Kalsiumia kuitukipsissä on 240 000 mg/kg ka ja rikkiä 180 000 mg/kg ka (Taulukko 1). Ravinteista kaliumia ja fosforia kuitukipsissä on hyvin pieniä määriä. Kuidun osuus kuitukipsistä on myös vähäinen. Kuitukipsin kuiva-ainepitoisuus ei ole tarkalleen tiedossa, mutta se on noin 95 %. Yaran kipsissä on kalsiumia ja rikkiä suunnilleen saman verran kuin kuitukipsissä, mutta siinä on fosforia enemmän.

Taulukko 1. Kuitukipsin sisältämät ravinteet verrattuna Yaran kipsiin.

Ravinne	Kuitukipsi: Määrä mg/kg ka	Yara kipsi: Määrä mg/kg ka
Kalsium (Ca)	240000	230000
Rikki (S)	180000	180000
Kalium (K)	240	
Fosfori (P)	73	2000
Kupari (Cu)	9,7	
Sinkki (Zn)	9,4	

### 3 KOEASETELMA

Viljakoe toteutettiin koeruutukokeena Ilmajoella Sedun koulutilan pellolla vuosina 2023 ja 2024. Koeasetelmana oli osaruutukoe: pääruutuna viljakasvi ja osaruutuna (tässä työssä käytän nimitystä koejäsen) kuitukipsin käyttömäärä (Kuva 2). Viljakasveina olivat kaura ja ohra. Kuitukipsin levitysmäärät koejäsenillä olivat 0, 2, 4 ja 8 tn/ha ja jokaista koejäsentä oli neljä kerrannetta. Kylvövirheen takia vuonna 2023 ohran 3. koejäsentä oli viisi kerrannetta ja 4. koejäsentä kolme kerrannetta. Kauralla taas 3. koejäsentä oli kolme kerrannetta ja 4. koejäsentä oli viisi kerrannetta. Ruutujen koko oli 15 m<sup>2</sup>. Lisäksi vuoden 2023 koeruutujen paikalle kylvettiin keväällä 2024 samalla tavalla ohra ja kaura, missä seurattiin kuitukipsin pidemmän aikavälin vaikutusta kasvien kasvuun ja satoon. Tuloksissa tästä käytetään nimitystä seuranta.

Kaista 4	suoja	401	402	403	404	405	406	407	408	suoja	<b>Pääruudut</b> Ohra oranssi Kaura vihreä Ruutu 306 ohra Ruutu 406 kaura
		4	3	1	2	3	4	2	1		
Kaista 3	suoja	301	302	303	304	305	306	307	308	suoja	<b>Osaruudut (koejäsenet)</b> 1. ei kuitukipsiä 2. kuitukipsiä 2 tn/ha 3. kuitukipsiä 4 tn/ha 4. kuitukipsiä 8 tn/ha
		2	1	4	3	4	3	1	2		
Kaista 2	suoja	201	202	203	204	205	206	207	208	suoja	
		3	4	2	1	2	1	4	3		
Kaista 1	suoja	101	102	103	104	105	106	107	108	suoja	
		1	2	3	4	1	2	3	4		

Kuva 2. Koeruutukokeen kenttäkartta ja koejäsenet.

Koeruudut sijaitsivat molempina vuosina samalla peltolohkolla vierekkäin. Vuonna 2023 pellolta otettiin ennen kuitukipsin levitystä maan viljavuusnäytteet ja niiden tulokset näkyvät kuvassa 2. Viljavuusnäytteen numerot 1-4 tarkoittavat koeruutukokeen kaistoja 1-4 (Kuva 3 ja Kuva 2). Pellon maalaji on multava hietamoreeni (Kuva 3). Pellon pH on hyvä ja ravinteista ainoastaan kalium on pellossa yhdessä kohdassa välttävä.

Analyysi		Yksikkö	23-00095855	23-00095856	23-00095857	23-00095858
Numero			1	2	3	4
Nimi			1	5	9	13
Maalaji	FV(a)		HtMr	HtMr	HtMr	HtMr
Multavuus	FV(a)		m	m	rm	m
Johtoluku	FV(a)	10 mS/cm	1,1	1,0	1,3	1,3
pH	FV(a)		■ 6,8	■ 6,9	■ 6,9	■ 6,8
Kalsium (Ca)	FV(a)	mg/l	■ 2000	■ 2000	■ 2100	■ 2200
Fosfori (P)	FV(a)	mg/l	■ 31	■ 27	■ 29	■ 29
Kalium (K)	FV(a)	mg/l	□ 140	○ 100	□ 170	□ 160
Magnesium (Mg)	FV(a)	mg/l	■ 310	■ 310	■ 330	■ 350
Rikki (S)	FV(a)	mg/l	□ 14	□ 13	□ 12	□ 13
Kationinvaihtokapasiteetti	FV	cmol/kg	14	14	15	16
Ca/ KVK	FV	%	71	71	70	69
K/ KVK	FV	%	3	2	3	3
Mg/ KVK	FV	%	18	18	18	18
Na/ KVK	FV	%	2	2	2	2
Kalkitustarve	FV	tonni/ha	0	0	0	0
Suosittelava kalkkilaji	FV		Kalkkikivi-jauhe	Kalkkikivi-jauhe	Kalkkikivi-jauhe	Kalkkikivi-jauhe

Kuva 3. Maan viljavuusnäytteen tulokset 2023.

Vuonna 2023 koeruudut lannoitettiin Cemagro Agro:lla ja kaliumsulfaatilla, jossa maahan tuli tyypeä 89,6 kg/ha fosforia 9,6 kg/ha ja kaliumia 30,7 kg/ha. Vuonna 2024 koeruudut lannoitettiin YaraMila Y3 -lannoitteella, jossa tyypeä tuli maahan 77 kg/ha, fosforia 10 kg/ha ja kaliumia 27 kg/ha. Lannoitteet ja kuitukipsi levitettiin ruuduille käsin ja sekoitettiin pintamaahan ennen kylvöä.

Lajikkeiksi valikoituivat Meeri-kaura ja Bredo-ohra. Meeri on aikainen, satoisa ja viljelyvarma lajike (Boreal i.a). Meeri soveltuu myllykauraksi, vientiin ja rehukauraksi. Bredo on monitahoinen, hieman aikaisinta ohralajiketta myöhäisempi, satoisa ja lujakortinen lajike (Lantmännen Agro i.a).

Molempina vuosina kauraa kylvettiin 550 kpl/m<sup>2</sup> ja ohraa 500 kpl/m<sup>2</sup>. Kylvö toteutettiin koeruuokylvökoneella. Vuonna 2023 kylvettiin noin viikkoa aikaisemmin kuin vuonna 2024 (Taulukko 2). Puintipäivä oli vuonna 2023 noin kaksi viikkoa myöhemmin kuin vuonna 2024.

Taulukko 2. Koeruutujen kylvö- ja puintipäivät.

<b>Vuosi</b>	<b>Kylvöpäivä</b>	<b>Puintipäivä</b>
2023	29.5	12.9
2024	23.5	28.8

Koeruuduille ruiskutettiin rikkakasvientorjuntaan 14.6.2023 Hurler 0,5 l/ha, Maatilan MCPA Trio 0,5 l/ha + kiinnite 1 l/ha. Samalla koeruuduille ruiskutettiin ZMC-Crow-lehtilannoitetta 2 l/ha. ZMC-Crow sisältää sinkkiä, mangaania, rikkiä ja kuparia. Vuonna 2024 koeruudut ruiskutettiin 18.6. ja rikkakasvien torjunta-aineina olivat Tooler 40 g/ha ja Hurler 0,5 l/ha + kiinnite 1 l/ha. Myös 2024 koeruuduille ruiskutettiin samalla ZMC-Crow-lehtilannoitetta 2 l/ha. Kaikki ruudut saivat saman määrän rikkakasvien torjunta-aineita ja lehtilannoitetta.

Taulukossa 3 on teoreettisesti laskettuna kuitukipsin sisältämän kalsiumin ja rikin arvioidut määrät kaikille koejäsenille 95 % kuiva-ainepitoisuudella. Luvut antavat osviittaa kalsiumin ja rikin määristä, mutta ne eivät ole täsmällisen tarkkoja.

Taulukko 3. Koejäsenten kalsiumin ja rikin määrä kuitukipsissä kg/ha.

<b>Koejäsen</b>	<b>Kuitukipsi käsittely</b>	<b>Kalsium kg/ha</b>	<b>Rikki kg/ha</b>
<b>1</b>	0 tn/ha	0	0
<b>2</b>	2 tn/ha	450	340
<b>3</b>	4 tn/ha	910	680
<b>4</b>	8 tn/ha	1820	1360

## 4 KASVUKAUSIEN AIKAiset HAVAINNOT

### 4.1 Kasvukausien sää

Vuonna 2023 sademäärät olivat touko-, kesä- ja syyskuussa pitkän ajan keskiarvoa pienemmät, mutta heinä- ja elokuussa satoi tavanomaista enemmän (Taulukko 4). Vuonna 2024 toukokuussa satoi hyvin vähän ja kesä- syyskuussa satoi tavanomaista enemmän. Heinä- ja elokuussa satoi huomattavasti pitkän ajan keskiarvoa enemmän. Taulukossa 4 on listattu kasvukausien 2023 ja 2024 kuukausittaiset sademäärät (mm) ja keskilämpötilat (°C) Ilmajoelta Sedun sääasemalta, missä myös koeruutukokeet toteutettiin.

Taulukko 4. Kasvukausien 2023 ja 2024 kuukausittaiset sademäärät ja keskilämpötilat Ilmajoen Sedun sääasemalta. Vertailuna vuosien 1991–2020 sademäärät ja keskilämpötilat Seinäjoen Pelmaan sääasemalta (Ilmatieteen laitos, i.a).

	Sedun sääasema 2023		Sedun sääasema 2024		Seinäjoki Pelmaa 1991–2020	
	Sademäärä mm	Keskilämpötila °C	Sademäärä mm	Keskilämpötila °C	Sademäärä mm	Keskilämpötila °C
toukokuu	24,4	10,4	9,8	13,0	46	9,2
kesäkuu	25,2	15,9	79	15,7	59	14,1
heinäkuu	154,2	16,2	257,8	17,5	74	16,7
elokuu	89,6	16,6	206,4	16,7	73	14,9
syyskuu	45,8	13,9	75,8	13	54	10,0

Suomessa viljeltävien ohralajikkeiden tehoisa lämpösummavaatimus vaihtelee välillä 782–927 astetta (Farmit, 2006). Kauralajikkeilla lämpösumma vaatimus on 889–995 astetta. Lämpösummavaatimukset täyttyivät Ilmajoella kumpanakin kasvukautena (Taulukko 5). Vuonna 2024 lämpösummaa kertyi edellisvuotta enemmän.

Taulukko 5. Viljojen kasvuajoina aikana kertynyt tehoisa lämpösumma vuosina 2023 ja 2024 Ilmajoella (Farmit, i.a).

Aika	Kertynyt lämpösumma
29.05.2023 - 12.09.2023	1107
23.05.2024 – 28.08.2024	1122

### 4.2 Kasvustonäytteet

Jokaisesta ruudusta otettiin 10 cm:n rivipituudelta kasvustonäyte saksilla 5 cm:n korkeudelta. Jokaisesta koejäsenestä tuli siis näyte 40 cm:n matkalta. Näytteet otettiin lippulehtivaiheessa,



mutta osassa kasveista oli tähkälle/röyhylle tulo jo alkanut. Näytteet otettiin aamulla nestejäennyksen ollessa korkea. Kasvustonäytteet otettiin 8.7.2024 ja analysoitiin Eurofinsin Viljavuuspalvelussa. Vuonna 2023 ei otettu kasvustonäytteitä.

### **4.3 Orastuminen ja lehtivihreäpitoisuus**

Orastuminen laskettiin, kun näkyvissä oli 2–4 kasvulehteä. Oraat laskettiin jokaisesta koeruudusta metrin matkalta ruudun etuosasta ja takaosasta. Näistä laskettiin ruudun keskiarvo ja koejäsenten keskiarvot.

Ohran ja kauran lehtivihreäpitoisuudet mitattiin SPAD-mittarilla kasvustojen ollessa lippulehtivaiheessa. Vuonna 2023 ohran lehtivihreäpitoisuudet mitattiin 30.6. ja kauran 11.7. Vuonna 2024 ohran lehtivihreäpitoisuudet mitattiin 28.6. ja kauran 4.7. Jokaisesta ruudusta otettiin kahdeksan mittausta ja niistä laskettiin ruudun keskiarvo ja vielä koejäsenten eli eri kuitukipsikäsittelyjen keskiarvot.

### **4.4 Pituus ja lakoisuus**

Koeruutujen pituudet mitattiin molempina vuosina puintipäivänä. Vuonna 2023 pituus mitattiin keskimääräisesti koko ruudusta. Vuonna 2024 jokaisesta ruudusta otettiin viisi mittausta, joista laskettiin koejäsenten keskiarvot. Pituushavainnot vuosina 2023 ja 2024 eivät siis ole täysin vertailukelpoisia keskenään. Lakoisuusprosentti havainnoitiin jokaisesta ruudusta silmämääräisesti. Lakoisuus vaihteli enemmän kasvupaikan mukaan kuin koejäsenen mukaan.

### **4.5 Sadonkorjuu ja satotulokset**

Vuonna 2023 koeruudut puitiin 12.9 ja vuonna 2024 28.8. Ruudut puitiin koeruutupuimurilla jokainen ruutu omaan säkkiin. Viljasäkit kuivattiin lavakuivurissa. Vuoden 2023 puinnissa ruuduissa 105 (kaura, koejäsen 1) ja 302 (ohra, koejäsen 1) säkki vuoti. Sadon määrä määritettiin esipuhdistetusta sadosta (kg/ha) 14 %:n kosteudessa jokaisesta koeruudusta. Hehtaarisatojen eroista eri koejäsenillä tehtiin tilastollinen yksisuuntainen varianssianalyysi SPSS-ohjelmalla.

#### 4.6 NIR ja GrainSense-analyysit

Vuoden 2023 sadosta otettiin NIR-analyysit. Ohran sadosta analysoitiin raakavalkuainen ja tärkkelys. Kauran sadosta analysoitiin raakavalkuainen, NDF (neutral detergent fibre, %/ka) ja rasva. Jokaisen ruudun sadosta otettiin kaksi NIR-analyysia, joista laskettiin koejäsenten keskiarvot. Vuoden 2024 sadosta analysoitiin proteiini-, hiilihydraatti- ja öljypitoisuus GrainSense A1 -vilja-analysaattorilla. GrainSense-analysaattorin toiminta perustuu lähi-infrapunaspektroskopiaan ja mittaukseen tarvitsee vain kolme grammaa viljan jyviä (Partti, 2019). NIR- ja GrainSense-analyysit eivät ole vertailukelpoisia keskenään.

## 5 TULOKSET

### 5.1 Viljavuusanalyysien tulokset 2024

Viljavuusanalyysi määritettiin keväällä 2024 vuoden 2023 koeruuokokeen seurantaruuuilta ja syksyllä 2024 vuoden 2024 koeruuokokeesta. Keväällä otettujen näytteiden mukaan ohra-ruuduilla maan johtoluku oli suurin kuitukipsin levitysmäärillä 4 tn/ha ja 8 tn/ha (Taulukko 6). Kalsiumin määrä maassa oli hieman suurempi ja rikin määrä selvästi suurempi, kuitukipsin määrän lisääntyessä. Magnesiumin ja kaliumin määrät olivat vähän pienempiä kuitukipsin määrän noustessa.

Syksyllä 2024 ohralta maan johtoluku suureni kuitukipsin määrän lisääntyessä (Taulukko 6). Kalsiumin määrä maassa nousi hieman kahdella suurimmalla kuitukipsikäsitteilyllä ja rikin määrä nousi selvästi kuitukipsin määrän lisääntyessä. Magnesiumin ja kaliumin määrät vähentyivät hieman kuitukipsin määrän noustessa.

Taulukko 6. Viljavuusanalyysin tulokset ohra-ruuduilta 2024.

OHRA		Kevät 2024, seuranta				Syksy 2024, uusi			
Viljavuusanalyysien vertailua		Ilmajoki, ruutukoe ohra 2024				Ilmajoki, ruutukoe ohra 2024			
Käsittely		0 tn/ha	2 tn/ha	4 tn/ha	8 tn/ha	0 tn/ha	2 tn/ha	4 tn/ha	8 tn/ha
Maalaji		HHt	HHt	HHt	HHt	HHt	HHt	HHt	HHt
Multavuus		m	m	m	m	rm	rm	rm	rm
Johtoluku	10 mS/cm	1,3	1,3	1,9	4,6	1,3	1,9	2	4
pH		6,8	6,8	6,8	6,7	6,6	6,7	6,7	6,6
Kalsium (Ca)	mg/l	2000	2100	2200	2500	1900	1900	2000	2100
Fosfori (P)	mg/l	35	35	33	34	31	31	33	32
Kalium (K)	mg/l	160	160	150	140	170	160	160	130
Magnesium (Mg)	mg/l	310	270	260	180	290	280	270	250
Rikki (S)	mg/l	8,6	20	45	220	12	42	48	130
Kationinvaihtokapasiteetti	cmol/kg	14	14	15	16	14	14	14	15
Ca/KVK	%	71	75	73	78	68	68	71	70
K/KVK	%	3	3	3	2	3	3	3	2
Mg/KVK	%	18	16	14	9	17	17	16	14
Na/KVK	%	2	2	2	2	2	2	2	2
Kalkitustarve	tonni/ha	0	0	0	0	0	0	0	0
Suosittelava kalkkilaji		Kalkkikivi- jauhe	Kalkkikivi- jauhe	Vapaa-val- intainen	Mg-pitois- et	Kalkkikivi- jauhe	Kalkkikivi- jauhe	Kalkkikivi- jauhe	Vapaa-val- intainen

Myös kauralla maan johtoluku nousi keväällä otetuissa näytteissä kuitukipsin määrän lisääntyessä (Taulukko 7). Kalsiumin määrä maassa nousi hieman ainoastaan suurimmalla kuitukipsin levitysmäärällä. Rikin määrä nousi kuitukipsin määrän lisääntyessä. Magnesiumin

määrä maassa pieneni suuremmilla kuitukipsin levitysmäärillä ja kaliumin määrä oli vähäisempi ainoastaan 8 tn/ha kuitukipsin levitysmäärällä.

Viljavuusanalyysin tuloksissa syksyllä 2024 kauralla maan johtoluku nousi kuitukipsin määrän lisääntyessä (Taulukko 7). Kalsiumin määrä maassa nousi hieman ja rikin määrä nousi selvästi kuitukipsin määrän lisääntyessä.

Taulukko 7. Viljavuusanalyysin tulokset kauraruuduilta 2024.

KAURA		Kevät 2024, seuranta				Syksy 2024, uusi			
Viljavuusanalyysien vertailua		Ilmajoki, ruutukoe kaura 2024				Ilmajoki, ruutukoe kaura 2024			
Käsittely		0 tn/ha	2 tn/ha	4 tn/ha	8 tn/ha	0 tn/ha	2 tn/ha	4 tn/ha	8 tn/ha
Maalaji		HHt	HHt	HHt	HHt	HHt	HHt	HHt	HHt
Multavuus		m	m	m	m	rm	rm	m	m
Johtoluku	10 mS/cm	1,4	1,9	1,7	2,6	2,2	3,1	2,7	4,9
pH		6,8	6,8	6,8	6,8	6,6	6,6	6,7	6,5
Kalsium (Ca)	mg/l	2100	2100	2100	2200	2000	2100	2000	2200
Fosfori (P)	mg/l	34	33	34	32	34	34	33	33
Kalium (K)	mg/l	180	180	180	150	130	160	160	160
Magnesium (Mg)	mg/l	300	270	270	240	250	280	280	260
Rikki (S)	mg/l	18	21	29	67	55	99	82	200
Kationinvaihtokapasiteetti	cmol/kg	15	14	14	15	14	15	14	16
Ca/KVK	%	70	75	75	73	71	70	71	69
K/KVK	%	3	3	3	3	2	3	3	3
Mg/KVK	%	17	16	16	13	15	16	17	14
Na/KVK	%	2	2	2	2	2	2	2	2
Kalkitustarve	tonni/ha	0	0	0	0	0	0	0	0
Suosittelava kalkkilaji		Kalkkikivi- jauhe	Kalkkikivi- jauhe	Kalkkikivi- jauhe	Vapaa-val- intainen	Vapaa-val- intainen	Kalkkikivi- jauhe	Kalkkikivi- jauhe	Vapaa-val- intainen

## 5.2 Kasvustonäytteet

Taulukossa 8 on kasvustonäytteiden tulokset ohralla. Kasveilla oli selvästi puutetta ainoastaan mangaanista ja hieman puutetta boorista ja typestä. Kalsiumin ja rikin määrät kasvustossa olivat selvästi ohjearvon yläpuolella. Rikkipitoisuus oli selvästi yli ohjearvon myös ruuduilla, jotka eivät saaneet kuitukipsiä. Myös magnesiumia ja kaliumia oli yli ohjearvon, vaikka määrät olivat hieman pienemmät suurimmilla kuitukipsin levitysmäärillä.

Taulukko 8. Kasvustonäytteiden tulokset, ohra.

Numero	Näyte		Analyysit										
			mg/kg dm	mg/kg dm	mg/kg dm	mg/kg dm	g/kg dm	g/kg dm	g/kg dm	g/kg dm	g/kg dm	g/kg dm	
			Rauta (Fe)	Sinkki (Zn)	Kupari (Cu)	Boori (B)	Mangaani (Mn)	Rikki (S)	Kalsium (Ca)	Magnesium (Mg)	Kalium (K)	Fosfori (P)	Typpi (N)
	8.7.2024												
		Ohjearvo	50	20	6	4	30	2	5	1,5	30	3,5	28
504-2024-00093603	Ohra 0 tn/ha	Tulos	67	28	11	4,4	21	3,5	7,1	2,1	42	4,6	29,6
Sato (kg/ha)	3780	Tulkinta	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali	Matala	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali
504-2024-00093603	Ohra 2 tn/ha	Tulos	58	31	7,8	3,9	16	4,6	6,3	2	37	3,9	26,1
Sato (kg/ha)	3474	Tulkinta	Normaali	Normaali	Normaali	Melko matala	Matala	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali	Melko matala
504-2024-00093605	Ohra 4 tn/ha	Tulos	61	30	7,2	4	18	4,5	6,5	1,9	38	4,3	25,9
Sato (kg/ha)	3975	Tulkinta	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali	Matala	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali	Melko matala
504-2024-00093607	Ohra 8 tn/ha	Tulos	52	26	7	3,6	17	4	5,9	1,8	35	3,9	24,3
Sato (kg/ha)	3660	Tulkinta	Normaali	Normaali	Normaali	Melko matala	Matala	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali	Melko matala

Taulukossa 9 on kasvustonäytteiden tulokset kauralla. Kasvuston mangaanipitoisuudet olivat huomattavasti ohjearvoa pienemmät. Kasvustoissa oli myös ohjearvoa pienemmät kalsium-, kalium- ja tyypipitoisuudet. Rikin määrät kasvustossa olivat selvästi ohjearvon yläpuolella. Magnesiumin määrä vastasi suunnilleen ohjearvoa.

Taulukko 9. Kasvustonäytteiden tulokset, kaura.

Numero	Näyte		Analyysit										
			mg/kg dm	mg/kg dm	mg/kg dm	mg/kg dm	g/kg dm	g/kg dm	g/kg dm	g/kg dm	g/kg dm	g/kg dm	
			Rauta (Fe)	Sinkki (Zn)	Kupari (Cu)	Boori (B)	Mangaani (Mn)	Rikki (S)	Kalsium (Ca)	Magnesium (Mg)	Kalium (K)	Fosfori (P)	Typpi (N)
	8.7.2024												
		Ohjearvo	50	25	6	4	40	2,5	5	2	45	3,5	30
504-2024-00093607	Kaura 0 tn/ha	Tulos	60	36	6	4,9	20	3,8	4,3	2,4	45	5,1	32,7
Sato (kg/ha)	4242	Tulkinta	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali	Matala	Normaali	Melko matala	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali
504-2024-00093608	Kaura 2 tn/ha	Tulos	53	30	6	4,3	21	4,2	3,9	2,1	43	4,7	29,3
Sato (kg/ha)	4434	Tulkinta	Normaali	Normaali	Normaali	Normaali	Matala	Normaali	Melko matala	Normaali	Melko matala	Normaali	Melko matala
504-2024-00093609	Kaura 4 tn/ha	Tulos	54	37	5,6	4,1	20	4,5	3,7	2,1	42	4,4	26,4
Sato (kg/ha)	4628	Tulkinta	Normaali	Normaali	Melko matala	Normaali	Matala	Normaali	Matala	Normaali	Melko matala	Normaali	Melko matala
504-2024-00093610	Kaura 8 tn/ha	Tulos	51	35	5,6	4	18	4,5	3,8	2,1	40	4,1	27,1
Sato (kg/ha)	4066	Tulkinta	Normaali	Normaali	Melko matala	Normaali	Hyvin matala	Normaali	Melko matala	Normaali	Melko matala	Normaali	Melko matala

### 5.3 Orastuminen ja lehtivihreäpitoisuus

Kuitukipsikäsittelyllä ei ollut nähtävää vaikutusta ohran ja kauran orastumiseen (Taulukko 10 ja Taulukko 11). Kuitukipsi ei vaikuttanut orastumiseen kumpanakaan vuotena.

Kauran SPAD-arvosuositus (lehtivihreä) on lippulehtiasteella 37–41 (Simola, i.a). Tuloksissa kauran lehtivihreäpitoisuudet ovat suositusta korkeampia, mutta kuitukipsikäsittelyillä ei ole nähtävissä siihen vaikutusta (Taulukko 10). Ohran SPAD-arvosuositus lippulehtiasteella on 35–38. Ohran lehtivihreäpitoisuudet ovat tulosten mukaan suosituksia korkeammat vuonna 2024, mutta vuonna 2023 suositusten mukaiset (Taulukko 11). Kuitukipsin eri levitysmäärillä ei ollut vaikutusta ohran lehtivihreäpitoisuuksiin.

Taulukko 10. Kauran orastiheys ja lehtivihreäpitoisuus 2023 ja 2024.

Kaura	Koejäsen	Kuitukipsi tn/ha	Orastiheys kpl/m <sup>2</sup>		Lehtivihreäpitoisuus	
			Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
2023	1	0	591	83	57	5
	2	2	604	101	57	17
	3	4	558	106	57	4
	4	8	566	138	56	5
2024	1	0	610	56	54	3
	2	2	614	71	54	16
	3	4	594	70	54	3
	4	8	629	98	54	2

Taulukko 11. Ohran orastiheys ja lehtivihreäpitoisuus 2023 ja 2024.

Ohra	Koejäsen	Kuitukipsi tn/ha	Orastiheys kpl/m <sup>2</sup>		Lehtivihreäpitoisuus	
			Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
2023	1	0	510	99	39	7
	2	2	548	73	35	5
	3	4	530	93	37	5
	4	8	483	98	37	4
2024	1	0	590	61	41	4
	2	2	574	52	40	3
	3	4	589	51	39	3
	4	8	563	67	40	3

#### 5.4 Pituus ja lakoisuus

Kuitukipsillä ei tulosten mukaan ollut kumpanakaan vuotena vaikutusta ohran ja kauran pituuteen ja lakoisuuteen (Taulukko 12 ja Taulukko 13). Vuonna 2023 sekä ohra- että kaurakasvustojen pituudet olivat kokonaisuudessaan matalampia kuin vuonna 2024.

Taulukko 12. Kauran pituus ja lakoisuus.

Kaura	Koejäsen	Kuitukipsi tn/ha	Pituus cm		Lako %	
			Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
2023	1	0	85	4,1	59	19
	2	2	87,5	6,5	69	20
	3	4	85	5	70	26
	4	8	84,5	6,7	26	17
2024 seuranta	1	0	103,4	1,8	56,3	28,7
	2	2	107,0	1,0	52,5	25,0
	3	4	102,9	1,7	52,5	25,0
	4	8	102,2	1,6	37,5	35,0
2024	1	0	107,4	5,3	65	37,0
	2	2	107,6	4,3	58,8	33,8
	3	4	106,5	6,1	43,8	47,8
	4	8	107,2	5,5	43,8	47,8

Taulukko 13. Ohran pituus ja lakoisuus.

Ohra	Koejäsen	Kuitukipsi tn/ha	Pituus cm		Lako %	
			Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
2023	1	0	61,3	7,5	5	4
	2	2	62,5	6,5	8	5
	3	4	59	5,5	15	15
	4	8	60	5	13	23
2024 seuranta	1	0	98,7	2,6	10,0	10,8
	2	2	97,7	0,6	7,5	9,6
	3	4	99,1	2,6	3,8	2,5
	4	8	94,2	2,6	8,8	6,3
2024	1	0	101,5	6,2	35,0	41,2
	2	2	99,4	5,7	11,3	19,3
	3	4	100,2	5,7	21,3	39,2
	4	8	100,6	5,9	25,0	36,7

## 5.5 Sato

Kauran hehtaarisatojen keskiarvot vuosien 2023 ja 2024 koerutukokeista ovat taulukossa 14. Kauran hehtaarisadoissa ei ollut merkittäviä eroja koejäsenten välillä. Vuoden 2023 kokeessa kauran hehtaarisadot olivat hieman suurempia suuremmilla kuitukipsikäsittelyillä. Vuoden 2024 kokeessa kauran hehtaarisato oli suurin kuitukipsikäsittelyllä 4 tn/ha. Vuosien 2023 ja 2024 yhteistuloksissa suurin sato oli koejäsenellä 3 eli kuitukipsin levitysmäärällä 4

tn/ha. Kuitukipsillä ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevää vaikutusta kauran hehtaarisatoihin vuosien 2023 ja 2024 yhteistuloksissa ( $p=0,13$ ).

Taulukko 14. Kauran hehtaarisadot.

Kaura	Koejäsen	Kuitukipsi tn/ha	Hehtaarisato (14 %)	
			Keskiarvo	Keskihajonta
2023	1	0	4087	366
	2	2	4158	146
	3	4	4333	38
	4	8	4544	266
2024	1	0	4242	159
	2	2	4434	383
	3	4	4628	221
	4	8	4066	144
2023 ja 2024 yhteensä	1	0	4 165	274
	2	2	4 296	306
	3	4	4 501	223
	4	8	4 331	327

Taulukossa 15 on kauran hehtaarisadot vuodelta 2024, vuoden 2023 koeruutukokeen seurantarauuduilta. Suurin sato oli koejäsenellä 3. Kauran hehtaarisadoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja koejäsenten välillä seurantavuonna ( $p=0,67$ ).

Taulukko 15. Kauran seurantarauutujen hehtaarisadot

Kaura seuranta 2024		Hehtaarisato (14 %)	
Koejäsen	Kuitukipsi tn/ha	Keskiarvo	Keskihajonta
1	0	4197	324
2	2	4195	382
3	4	4319	196
4	8	4059	436

Ohran hehtaarisatojen keskiarvot vuosien 2023 ja 2024 koeruutukokeista ovat taulukossa 16. Ohran hehtaarisadoissa ei ollut merkittäviä eroja koejäsenten välillä. Vuosien 2023 ja 2024 yhteistuloksissa suurin sato oli koejäsenellä 3 eli kuitukipsin levitysmäärällä 4 tn/ha. Kuitukipsillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta ohran hehtaarisatoihin vuosien 2023 ja 2024 yhteistuloksissa ( $p=0,48$ ).



Taulukko 16. Ohran kokeiden hehtaarisadot.

Ohra	Koejäsen	Kuitukipsi tn/ha	Hehtaarisato (14 %)	
			Keskiarvo	Keskihajonta
2023	1	0	4076	366
	2	2	4261	516
	3	4	4249	260
	4	8	4144	171
2024	1	0	3780	246
	2	2	3474	347
	3	4	3975	281
	4	8	3660	312
2023 ja 2024 yhteensä	1	0	3 928	329
	2	2	3 868	585
	3	4	4 127	291
	4	8	3 867	354

Taulukossa 17 on ohran hehtaarisadot 2024 vuodelta, 2023 vuoden koeruutukokeen seurantaruuuilta. Suurin sato oli koejäsenellä 4. Ohran hehtaarisadoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja eri koejäsenten välillä seurantavuonna ( $p=0,46$ ).

Taulukko 17. Ohran seurantaruutujen hehtaarisadot.

Ohra seuranta 2024		Hehtaarisato (14 %)	
Koejäsen	Kuitukipsi tn/ha	Keskiarvo	Keskihajonta
1	0	3084	244
2	2	3058	310
3	4	3259	59
4	8	3270	98

### 5.5.1 NIR- ja GrainSense-analyysit

Vuoden 2023 sadon NIR-analyysin ja vuoden 2024 GrainSense-analyysin tulokset ovat luetavissa liitteestä 1. NIR-analyysin tuloksissa ei ollut nähtävissä kuitukipsillä mitään merkittävää vaikutusta ohran raakavalkuais- ja tärkkelyspitoisuuteen eikä kauran raakavalkuais-, NDF- ja rasvapitoisuuteen. GrainSense-analyysin tuloksissa ei ollut nähtävissä kuitukipsillä vaikutusta ohran ja kauran proteiini-, hiilihydraatti- ja öljypitoisuuksiin.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Koeruutukokeiden tulosten mukaan kuitukipsillä ei ollut merkittävää vaikutusta ohran ja kauran kasvuun eikä tilastollisesti merkitsevää vaikutusta satoon. Kuitukipsin merkitys ohran ja kauran kasvuun ei ollut kielteinen eikä myönteinen. Kuitenkin ruuduilla, joille kuitukipsiä levitettiin, voidaan nähdä lievää sadon nousua. On myös huomioitava, että tutkimuksessa ei ole tunnistettu kaikkia satoon vaikuttavia ympäristömuuttujia. Siksi kasvufunktiot ovat epälineaarisia ja poikkeavat toisistaan peräkkäisinä vuosina.

Kuitukipsin lisäys näkyi maan viljavuusanalyseissä maan johtoluvun ja rikin määrän kasvuna. Kalsiumin määrä maassa myös kasvoi hieman ja kaliumin ja magnesiumin määrät pienenevät kuitukipsin määrän noustessa. Kasvustonäytteissä kuitukipsin lisäys näkyi rikin määrän nousuna kasveissa. Kalsiumin määrä kasveissa sen sijaan laski hieman, vaikka kuitukipsin mukana tulee kalsiumia maahan.

Kuitukipsillä ei ollut havaittavissa merkittävää vaikutusta kauran ja ohran orastumiseen ja lehtivihreäpitoisuuteen eikä pituuteen ja lakoisuuteen kumpanakaan vuotena. Kuitukipsillä ei myöskään ollut tilastollisessa tarkastelussa merkitsevää vaikutusta ohran ja kauran hehtaarisatoihin. Kuitenkin tuloksissa oli nähtävissä, että 4:n tn/ha kuitukipsikäsittelyllä oli suurimmat sadot vuoden 2024 tuloksissa ja vuosien 2023 ja 2024 yhteistuloksissa. 4 tn/ha voisi siis olla sopiva kuitukipsin levitysmäärä pellolle.

Kuitukipsin vaikutukset maassa, kasvien kasvussa ja sadossa olivat hyvin samansuuntaisia kuin muissa kipsillä tehdyissä kokeissa. Näiden tulosten mukaan kuitukipsi ei haittaa viljakasvien kasvua ja sadonmuodostusta ja 4:n tn/ha lisäys saattaa jopa lisätä sadon määrää.

Kuitukipsin soveltumista fosforihuuhtoutumien vähentäjänä savimailla kipsin tapaan pitäisi vielä tutkia. Näiden tulosten mukaan kuitukipsi kuitenkin toimii hyvin samalla tavalla kuin esimerkiksi Yaran kipsi.

## LÄHTEET

- Ajosenpää, T., Anttila, L., Ekholm, P., Heikkinen, J., Jaakkola, S., Kaseva, A., Kämäri, M., Kääriä, J., Luodeslampi, P., Malmilehto, S., Muurinen, S., Rasa, K., Soinne, H., Talola, S., Uusi-Kämppe, J., & Uusitalo, R. (2021). *Kipsi, kuitu ja rakennekalkki – opas viljelijöille*. ProAgrian hankejulkaisut 10.  
[https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/maanparannusaineet\\_opas\\_viljelijöille\\_digitaalinen-julkaisu.pdf?\\_gl=1\\*\\_gi33az\\*\\_ga\\*MTE0NzU4MDA0OC4xNzAxNDI2MTQ2\\*\\_ga\\_94F5LHB0XC\\*MTcwODUxMDQ4OC4zLjEuMTcwODUxMDUwMy40NS4wLjA](https://www.proagria.fi/uploads/archive/attachment/maanparannusaineet_opas_viljelijöille_digitaalinen-julkaisu.pdf?_gl=1*_gi33az*_ga*MTE0NzU4MDA0OC4xNzAxNDI2MTQ2*_ga_94F5LHB0XC*MTcwODUxMDQ4OC4zLjEuMTcwODUxMDUwMy40NS4wLjA)
- Alakukku, L. (toim.). (2006). *Maaperän prosessit: pellon kunnon ja ympäristönhoidon perusta*. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:952-487-027-4>
- Alestalo, L. (2011). *Keväällä levitetyn kipsin vaikutukset suorakylvöpellolle*.  
<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201105035730>
- Aura, E., Saarela, K., & Rätty, M. (2006) *Savimaiden eroosio*. <http://urn.fi/URN:ISBN:952-487-039-8>
- Boreal. (i.a). *Meeri<sup>BOR</sup>: Isojyväinen lajike*. <https://boreal.fi/lajikkeet/meeri/>
- Ekholm, P., Ollikainen, M., Ala-Harja, V., Begum, K., Huttunen, M., Järvenranta, K., Kiirikki, M., Kuosa, H., Lötjönen, S., Riihimäki, J., Taskinen, A., Tikkanen, T., & Yli-Halla, M. (2022). *Peltojen kipsikäsittely fosforikuormituksen hallinnassa: Pilottina Savijoen valuma-alue*. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 32 | 2022. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-5506-2>
- Farmit. (i.a). *Tehoisa lämpösumma*.
- Farmit. (12.6.2006). *Tehoisan lämpötilasumman kertyminen ja kasvuolot eri puolilla Suomea*. <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2006/06/12/tehoisan-lampotilasumman-kertyminen-ja-kasvuolot-eri-puolilla-suomea>
- Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kempainen, E. (1992). *Maa, viljely ja ympäristö*.
- Ilmatieteen laitos. (i.a). *Kuukausitilastot*. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kuukausitilastot>
- Kierrätysteollisuus. (17.9.2019). *Kun jäte lakkaa olemasta jäte – sujuvammalla menettelyllä materiaalit kierto*. <https://kierratysteollisuus.fi/kun-jate-lakkaa-olemasta-jate/>
- Kämäri, M., & Ekholm, P. (16.10.2020). *Kipsin maatalouskäytön sääntely ja saatavuus eri lähteistä*. Suomen ympäristökeskus (SYKE), Helsinki. [https://blogs.helsinki.fi/save-kipsihanke/files/2020/10/Kipsiselvitys\\_20201013.pdf](https://blogs.helsinki.fi/save-kipsihanke/files/2020/10/Kipsiselvitys_20201013.pdf)

- Lantmännen Agro. (i.a). *Bredo 700 kg ohra*.  
<https://www.lantmannenagrokauppa.fi/tuote/bredo-700-kg-ohra/>
- Malmilehto, S., Kaipainen, R., & Muurinen, S. (2021). *Kipsin kevätlevityksen vaikutus juurikkaan ja viljan kasvuun*. Sokerijuurikkaan tutkimuskeskus. <https://www.ely-keskus.fi/documents/44515442/45041410/Kipsin+kev%C3%A4tlevityksen+vaikutus+juurikkaan+ja+viljan+kasvuun.pdf/315b9fb9-b6a0-8762-bcbe-24a1c3079dcf?t=1637058868260>
- Mattila, T. J., Manka, V., & Rajala, J. (2019). *Kipsi maanparannusaineena: hyödyt ja haitat maan kasvukunnolle*. Raportteja 192. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti.  
<http://hdl.handle.net/10138/299973>
- Measurlabs. (i.a). *NIR-spektroskopia*. <https://measurlabs.com/fi/metodit/lahti-infrapunaspektroskopia-nir/>
- Partti, K. (28.11.2019). *GrainSense, laite ja pilvipalvelu viljan laadun analysoimiseen nopeasti ja langattomasti*. Biotalous. <https://www.biotalous.fi/grainsense-laite-ja-pilvipalvelu-viljan-laadun-analysoimiseen-nopeasti-ja-langattomasti/>
- Peltonen-Sainio, P., Rajala, A., & Seppälä, R. T. (2005). *Viljojen kehityksen ja kasvun ABC*. MTT.
- Rantamo, K., Arola, H., Aroviita, J., Hämäläinen, H., Hannula, M., Laaksonen, R., Laamanen, T., Leppänen, M. T., Salmelin, J., Syrjänen, J. T., Taskinen, A., Turunen, J., & Ekholm, P. (2022). *Risk Assessment of Gypsum Amendment on Agricultural Fields: Effects of Sulfate on Riverine Biota*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 41(1), 108-121.  
<https://doi.org/10.1002/etc.5248>
- Save. (5.12.2018). *SAVE – Saaristomeren vedenlaadun parantaminen peltojen kipsikäsittelyllä*. Hankkeen loppuraportti. <https://blogs.helsinki.fi/save-kipsihanke/files/2019/03/SAVE-hankkeen-loppuraportti-2018.pdf>
- Shainberg, I., Sumner, M. E., Miller, W. P., Farina, M. P. W., Pavan, M. A., & Fey, M. V. (1989). *Use of gypsum on soils: A Review*. Julk.: Stewart, B. A. (toim.). *Advances in Soil Science*, Vol. 9. Springer. S. 1–111.
- Simola, E. (i.a). *Viljojen SPAD-arvon (lehtivihreän) mittaaminen ja typen lisälannoitustarpeen määrittäminen*. <https://laari.info/wp-content/uploads/2022/09/laari-spad-mittaus-viljelijaohje-esimola.pdf>
- Uusitalo, R., Ylivainio, K., Hyväluoma, J., Rasa, K., Kaseva, J., Nylund, P., Pietola, L., & Turtola, E. (2012). *The effects of gypsum on the transfer of phosphorus and other nutrients through clay soil monoliths*. *Agricultural and Food Science*, 21(3), 260–278.  
<https://doi.org/10.23986/afsci.4855>
- Yli-Halla, M., Taskinen, A., & Ekholm, P. (2023). *Gypsum amendment influences soil and plant chemical composition temporarily*. *Agricultural and Food Science*, 32(4), 195–206.  
<https://doi.org/10.23986/afsci.131550>

Yli-Renko, M., & Rasa, K. (2011). *Kipsikokeilu TEHO-hankkeessa*. Julk.: Kulmala, A. (toim.). TEHO-hankkeen raportteja, osa 1. TEHO-hankkeen julkaisuja 1/2011. S. 34–54.  
<https://www.doria.fi/handle/10024/94230>

## **LIITTEET**

### **Liite 1. NIR- ja GrainSense analyysit**

## Liite 1. NIR- ja GrainSense analyysit

Taulukko 18. Ohra 2023 NIR: raakavalkuainen ja tärkkelys.

Ohra 2023 Koejäsen	Raakavalkuainen %		Tärkkelys %	
	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
1	11,43	0,41	52,8	0,23
2	11,24	0,70	51,6	3,77
3	11,55	0,36	53,1	0,47
4	11,17	0,78	53,0	0,33

Taulukko 19. Kaura 2023 NIR: raakavalkuainen, NDF ja rasva.

Kaura 2023 Koejäsen	Raakavalkuainen %		NDF %		Rasva %	
	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
1	11,61	0,42	33,1	0,80	4,94	0,15
2	11,56	0,33	32,5	3,00	5,01	0,20
3	11,71	0,42	33,5	1,07	5,14	0,24
4	11,86	0,46	32,5	1,63	5,17	0,22

Taulukko 20. Ohra 2024 GrainSense: Proteiini, hiilihydraatti ja öljy.

Ohra 2024 Koejäsen	Proteiini %		Hiilihydraatti %		Öljy %	
	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
1	13,99	0,36	85,16	0,24	0,85	0,28
2	14,00	1,06	85,05	1,06	0,95	0,10
3	13,85	0,63	85,15	0,69	1,00	0,19
4	13,38	0,48	85,61	0,53	1,01	0,18

Taulukko 21. Kaura 2024 GrainSense: Proteiini, hiilihydraatti ja öljy.

Kaura 2024 Koejäsen	Proteiini %		Hiilihydraatti %		Öljy %	
	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta	Keskiarvo	Keskihajonta
1	13,79	0,22	83,37	0,14	2,84	0,15
2	13,95	0,16	83,09	0,22	2,95	0,21
3	13,83	0,20	83,21	0,16	2,96	0,06
4	13,66	0,22	83,47	0,23	2,88	0,13