
Astiataimikoe

Saloy Oy

HAMK
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU

Hämeenlinna 07.11.2014

Huhtama Leena
Leppäkoski Salla
Riihimäki Mona-Anitta

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	MATERIAALIT JA MENETELMÄT.....	2
2.1	Koejärjestelyt.....	2
2.2	Mittaukset.....	4
3	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	4
3.1	Kasvualustan ravinnepitoisuudet.....	4
3.2	Ohran kasvu.....	8
3.2.1	Korsimassa.....	8
3.2.2	Jyvien paino.....	10
4	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	11

Liitteet Valumavesianalyysit
 Maanäyteanalyysit

1 JOHDANTO

Hankkeen tavoitteena oli selvittää Saloy oy:n kehittämän vesienpuhdistusmenetelmän sivutuotteen hyödyntämistä kasvinkasvatuksessa. Menetelmässä vesistöjen fosfori saostetaan rautasulfaatin avulla lietteeksi. Hämeen ammattikorkeakoulun (HAMK) Lepaan toimipisteessä tehdyssä astiataimikokeessa pyrittiin selvittämään kasvien kykyä hyödyntää lietteen fosforia edelleen lannoitteena.

Kierrätys-fosforille on nykypäivänä suuri kysyntä ja tarve. Syynä tähän on se, että kasvilannoitteena käytettävän kaivannaisfosforin saatavuus heikenee rajusti lähivuosisikymmeninä. Sen arvellaan loppuvan kokonaan noin 50 vuoden päästä. Fosfori on elintärkeä ravinne viljely- ja ravintokasveille. Jotta ravinnon saanti voidaan turvata tuleville sukupolville, kotimainen ruoantuotanto tarvitsee kierrätys fosforia.

Suomen hallitus sitoutui vuonna 2010 pidetyssä Itämeri-huippukokouksessa tehostettuihin toimiin, jotta Saaristomeri saavuttaisi hyvän tilan vuoteen 2020 mennessä. Toisessa sitoumuksessa Suomesta aiotaan tehdä ravinteiden kierrätyksen esimerkkialue. Maa- ja metsätalous ministeriö sekä ympäristöministeriö ovat asettaneet samana vuonna työryhmän toteuttamaan tätä sitoumusta ja hanketta.

Maa- ja metsätalous ministeriön asettaman ravinteiden kierrätys-työryhmän taustalla on tarve ravinteiden, erityisesti fosforin ja typen, kierron säätämiseen siten, että kierrosta vuotaisi olennaisesti vähemmän ravinteita ympäristöön. Toimet liittyvät vesistökuormituksen vähentämiseen ja vesien hyvän tilan saavuttamiseen seuraavien 10–20 vuoden aikana. Tämä kaikki on varautumista epäorgaanisten lannoiteravinteiden niukkuuteen ja hinnan nousuun. Työryhmä loi 4 pääteemaa, joiden alle kehitettiin useita kymmeniä toimenpiteitä tuloksien saavuttamiseksi. Pääteemoja ovat

1. Ravinteiden säästeliäs ja tehokas käyttö,
2. Biojätteiden ja niiden mukana kiertävien ravinteiden määrän minimointi,
3. ravinteet tehokas ja turvallinen kierrätys sekä
4. ravinteiden kerääminen talteen vesistöistä ja niiden palauttaminen hyötykäyttöön.

Tämä koe on osa Ravinteiden kierrätys-hanketta, joka on toteutettu Hämeen ammattikorkeakoulussa, Lepaan yksikössä. Työssä tutkittiin pelto-ojien saostuslietteiden käyttömahdollisuuksia kasvualustana. Lietteiden käyttömahdollisuuksia on syytä tutkia fosforivarojen huventuessa kovaa vauhtia.

2 MATERIAALIT JA MENETELMÄT

2.1 Koejärjestelyt

Koe suoritettiin HAMK:n Lepaan toimipisteen taimistolla kasvukaudella 2014. Koetta varten perustettiin katettu kenttä, jossa kastelu- ja valumavedet pystyttiin hallitsemaan. Koe perustettiin 11.6.2014 ja sato korjattiin 15.9.2014.

Koekasviksi valittiin tyypillisesti asiataimikokeissa käytetty ohra. Koelajikkeena toimii ohramallas 'Barke', joka on myöhäinen, vaateliias, erittäin saatoisa ja isojuväinen lajike. 'Barke' on mallastajien suosikkilajike, joka ei tuota pettymystä. Lajikkeen itävyys on hyvä, 95 %, satotasokin on korkea 4000 kg/ha. Lajikkeella on myös hyvä härmän kestävyys, sekä rengas- ja verkkolaikun kestävyys korkeita. (S.G. Nieminen)

Koejäsenet on esitetty taulukossa 1. Lannoitteena käytettiin NK-lannoitetta (YaraMila NK2). Lannoitteessa oli lisäksi kasvuun tarvittavat hivenaineet, mutta ei fosforia. Lannoite sekoitettiin kasvualustaan kokeen alussa, eikä sitä lisätty kokeen aikana. Kastelu kokeen alussa pyrittiin mitoittamaan siten, ettei ulosvalumaa tapahtuisi. Kerrallaan kastelumäärä oli 4 dl/ruukku. Kastelu tehtiin tarvittaessa, hellekautena päivittäin. Viimeinen kastelu suoritettiin 9.8.2014. Kesän aikana kasteluja oli yhteensä 32.

Taulukko 1. Astiataimikokeen koejäsenet. Koejäsenet 5 ja 6 toimivat verranteina: koejäsenessä 5 mukana oli peruslannoite, koejäsen 6 sisälsi ainoastaan hiekkaa ja kalkkia.

Koejäsen	Sauvo	Pien-Saimaa	Hiekka,		Lannoite 0,5 ‰	Kalkki 3 kg/m ³
	tilavuus% 20	tilavuus% 20	tilavuus% 80	100		
1	x		x		x	x
2		x	x		x	x
3	x		x			x
4		x	x			x
5				x	x	x
6				x		x

Saloy oy on teettänyt yksityiskohtaiset analyysit lietteiden koostumuksista ennen astiataimikokeen alkua. Tuloksia ei esitellä tässä raportissa. Astiataimikokeen alussa ja lopussa teetettiin kasvualustoista viljavuusanalyysit.

Koekenttä sijaitsi HAMK:n Lepaan toimipisteen taimistolla. Kenttä oli katettu, sivuilta ja päädyistä avoin tasainen alue. Kasvatus tapahtui 10 litran ruukuissa. Kukin ruukku asetettiin hieman laajempiin astioihin valumavesien keräämistä ja näytteenottoa varten (Kuva 1). Koejärjestely on esitetty kuvassa 2.



Kuva 1. Astiataimikoekenttä ja kasvatusastiat HAMKin Lepaan toimipisteen taimistolla.

5	6	3	2	4	1
6	1	4	3	5	2
1	2	5	4	6	3
2	3	6	5	1	4
3	4	1	6	2	5
4	5	2	1	3	6

Kuva 2. Koejäsenten sijoittuminen koalueelle. Koaluetta ympäröi suojarivi, jonka tarkoituksena on tasata varsinaisten koejäsenten kasvuolosuhteita. Suojarivissä oli koejäsenten kanssa identtisisissä astioissa ohrakasvusto, jota ei mitattu.

Koetta perustettaessa jokaista kasvualustaa valmistettiin kahdessa erässä, eli 30 litraa kerrallaan. Kalkki ja mahdolliset lannoitteet jaettiin puoliksi isoihin 30 l seoksiin. Viljelyastiat täytettiin valmiilla seoksella, ja kuhunkin astiaan kylvettiin 40 siementä ”Barkea”. Taimiston henkilökunnan toimesta ruukutettiin ja kylvettiin silmämääräisellä siemenmäärällä suojarivit.

Varsinaisen saostuslietteen sisältämät ruukut asetetaan ämpäreihin, jolloin ruukun ja ämpäriin pohjien väliin jää tyhjä tila. Jokaiseen 36 ämpäriin porattiin isolla poralla reiät, joista työnnettiin tiiviste läpi ja lisättiin noin 40 cm pätkän ohutta, 12 mm puutarhaletkua, joka tiivistettiin paikoilleen ilmastointiteipillä. Näin saatiin aikaiseksi ”hanat”, joiden kautta pystyttiin keräämään valumavedet analyysijä varten. Myös suojarivin ruukut asetetaan ämpäreihin, jotta ne olisivat varsinaisten koeruukkujen kanssa samalla

korkeudella.

Valmiit ja kylvetyt ruukut asetettiin koetta varten pystytettyyn katokseen pihalaattojen päälle niin, että ämpäreihin asennetut hanat jäävät laattojen väliin

2.2 Mittaukset

Valmiiksi sekoitetuista kasvualustoista otettiin maanäytteet kokeen alussa (5.6.). Hortilab Oy analysoi näytteistä perusravinteet viljavuustutkimuksessa. Hortilabin analyysipalvelu ovat FINAS:in (Finnish Accreditation Service) akkreditoimia, T187. Analyysituloksien oikeellisuus on kansainvälisen, laboratorioille tarkoitetun standardin SFS-EN ISO/IEC 17025:2005 mukaista. Maanäytteet otettiin analyysieihin myös kokeen lopussa (24.9.).

Kasvukauden aikana kustakin koejäsenestä otettiin kolme kertaa näyte valumavedestä. Näytteestä teetettiin Hortilab OY:ssä puristenesteanalyysi, jonka avulla valumavesien mukana huuhtoutuvien ravinteiden määrää pystyttiin seuraamaan. Vesinäytteet otettiin 15.7., 12.8. ja 15.9.2014.

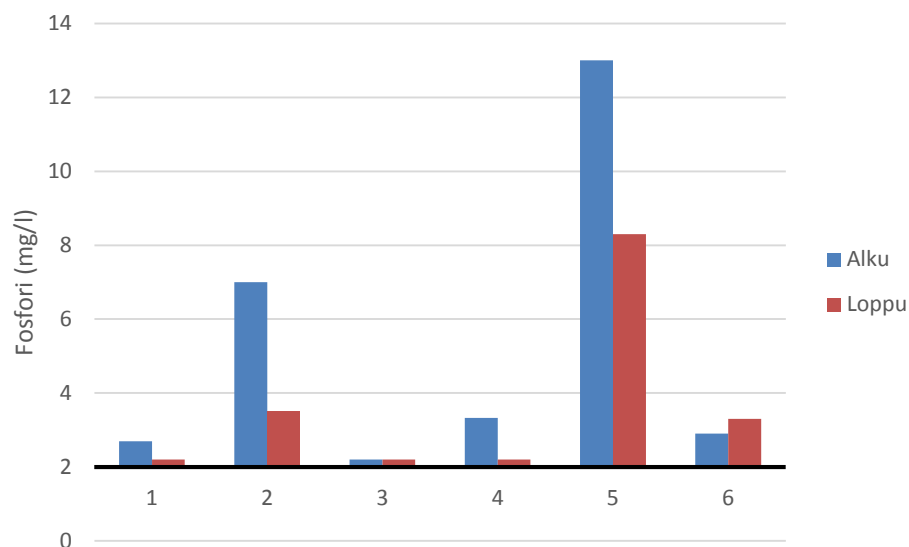
Kasvukauden lopussa kasvustosta mitattiin korsien tuorepaino ja kuivapaino (g), jyvien lukumäärä (kpl) sekä jyvien kokonaispaino (g). Jos jyviä oli runsaasti, laskettiin sata jyvää, joista punnittiin jyvien paino. Kuivapainon mittausta varten kasvinosat kuivattiin 60 °C vuorokauden ajan.

3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

3.1 Kasvualustan ravinnepitoisuudet

Fosforipitoisuuden muutosta kasvualustasa havainnoitiin sekä kasvualustasta otettujen että valumavesistä otettujen näytteiden avulla.

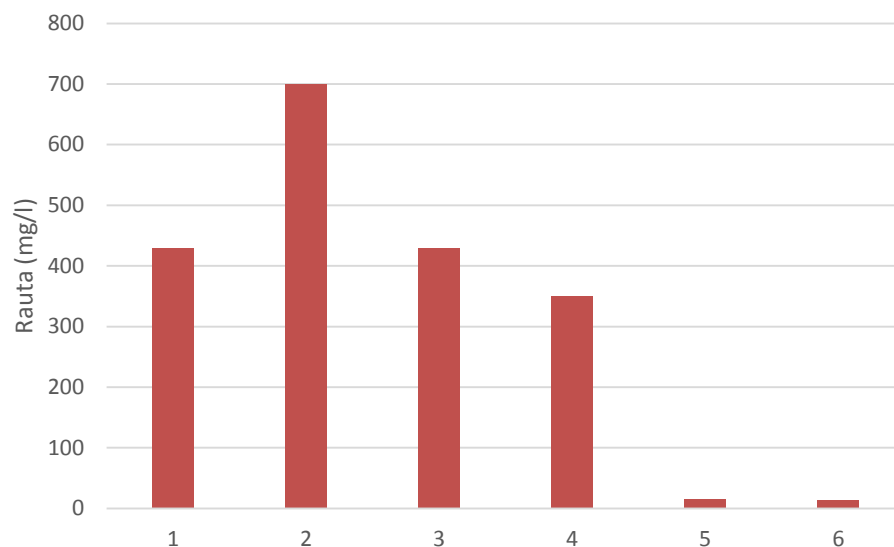
Eniten kasvualustan fosforipitoisuus vähentyi koejäsenissä, joissa oli 20 % Pien-Saimaan lietettä (Kuva 3, koejäsenet 2 ja 4, sekä taulukko 2). Lietteissä oli selkeä ero fosforin luovutuksessa, sillä pelkästään Sauvon lietettä sisältävästä koejäsenestä ei fosforipitoisuus ollut kasvukauden aikana vähentynyt. Sauvon lietettä sisältäneestä koejäsenestä ei myöskään valumavesiin irronnut merkittävästi fosforia (kuva 5).



Kuva 3. Maanäytteistä analysoidut kasvualustan fosforipitoisuudet kokeen alussa ja loppussa. Analyysissä pienin pitoisuus ilmoitettiin yksiköllä <2,0 mg/l. X-akselin luvut ovat koejäsenten koodit (taulukko 1 ja 2).

Taulukko 2. Kasvualustoiden fosforipitoisuuksien prosentuaalinen muutos kasvukauden aikana.

Koejäsen	Muutos %
1 Sauvo + ravinteet + kalkki	-26
2 Pien-Saimaa + ravinteet + kalkki	-47
3 Sauvo + kalkki	0
4 Pien-Saimaa + kalkki	-40
5 Hiekka + ravinteet + kalkki	-36
6 Hiekka + kalkki	+15

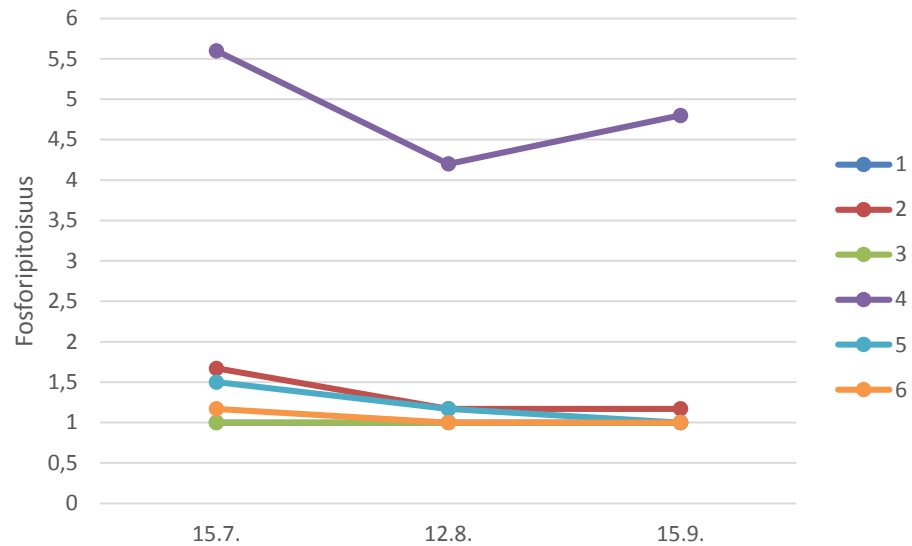


Kuva 4. Maanäytteistä analysoidut kasvualustan rautapitoisuudet kokeen lopussa. X-akselin luvut ovat koejäsenten koodit (taulukko 1 ja 2).

Sauvon lietettä sisältäneet koejäsenet 1 ja 3 rautapitoisuudessa ei ollut kokeen lopussa eroa, vaan pitoisuus oli molemmissa koejäsenissä sama. Myöskään valumavesiin liuennut rautapitoisuus ei vaihdellut koejäsenten välillä. Rautapitoisuutta ei analysoitu kokeen alussa otetuista maanäytteistä.

Pien-Saimaan lietettä sisältäneissä koejäsenissä 2 ja 4 oli suuri ero maanäytteen rautapitoisuuksissa kokeen lopussa (kuva 4). Lannoittamattoman koejäsenen 4 rautapitoisuus kokeen lopussa oli puolet pienempi verrattuna lannoitettuun koejäseneseen 2. Koejäsen 4 luovutti rautaa paljon muita enemmän valumavesiin kesän aikana. Muissa koejäsenissä valumavesien rautapitoisuudet olivat korkeimmillaankin <3,5 mg/l, mutta koejäsenen 4 valumavesien rautapitoisuudet vaihtelivat 47–290 mg/l välillä. Tämä on vaikuttanut kokeen lopussa otettuun maanäytteen rautapitoisuuteen, joka oli muita alhaisempi (kuva 4). Saloy oy:llä on käytössään lietenäytteiden analyysit.

Koejäsen 4 luovutti myös fosforia enemmän kuin muut koejäsenet (kuva 5). muiden koejäsenten valumavesistä mitatut fosforipitoisuudet olivat < 0,6 mg/l, mutta koejäsenellä 4 pitoisuudet vaihtelivat 0,7–3,5 mg/l välillä.



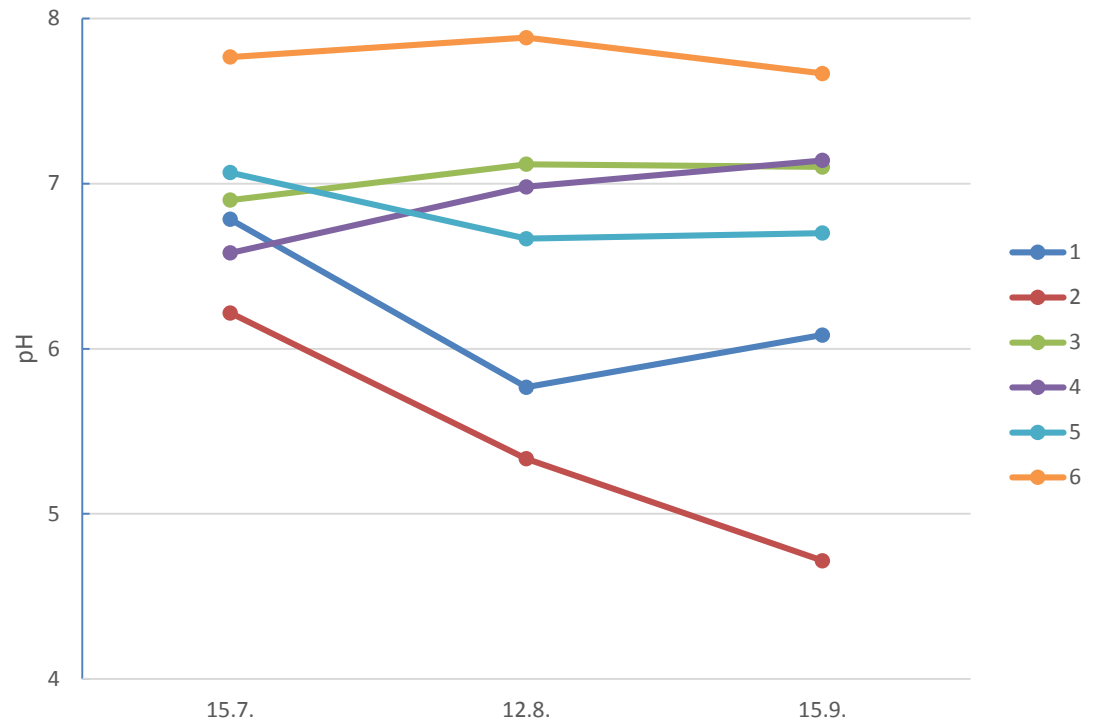
Kuva 5. Valumavesistä mitatut fosforipitoisuudet kasvukauden aikana. Fosforipitoisuuksien muuntamiseen käytetty asteikko on taulukossa 3.

Koska osassa kasvualustaruukuista valumavesien fosforipitoisuus oli ilmoitettu yksiköllä $< 0,2 \text{ mg/l}$, muutettiin pitoisuudet arvoiksi käyttäen taulukon 3 asteikkoa. Jokaisesta kasvualustaruukusta otetun näytteen pitoisuus muutettiin asteikon mukaisesti arvoksi, josta laskettiin koejäsenen keskiarvopitoisuus eri näytteenottokerroilla.

Taulukko 3. Valumavesien fosforipitoisuuden muuntamiseen käytetty asteikko.

arvo	pitoisuus puristenesteessä (mg/l)
1	$<0,2$
2	0,2-0,6
3	0,7-1,1
4	1,2-1,6
5	1,7-2,1
6	2,2-2,6
7	2,7-3,1
8	3,2-3,6

Pien-Saimaan lietettä sisältävien kasvualustojen fosforihuuhtouma oli selvästi suurin. Koejäsenessä 2, jossa oli sekä Pien-Saimaan lietettä että ravineliä, pH laski valumavedestä otetussa näytteessä kasvukauden aikana radikaalisti (Kuva 6). Tällä on saattanut olla merkitystä havaittuun fosforipitoisuuden pienenemiseen kasvualustassa (Taulukko 2).



Kuva 6. Valumavesien pH-muutokset kasvukauden aikana.

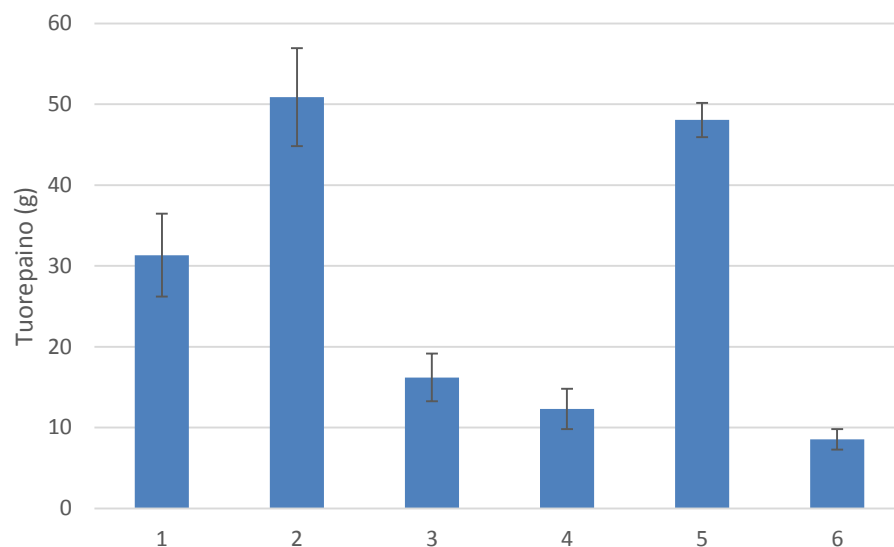
Kokeen alussa ja lopussa otetuissa maanäytteissä pH oli laskenut vain verranteena käytetyssä koejäsenessä 5. Muiden koejäsenten pH nousi. Koejäsenen 6 pH nousi korkeimmalle, mutta myös valumavesien pH on ollut muita koejäseniä korkeampi kokeen aikana. Alhaisen pH:n tiedetään lisäävän ravinteiden huuhtoutumista. Yhden kasvukauden aikana pH ei kuitenkaan muuttunut lietettä sisältävissä koejäsenissä.

3.2 Ohran kasvu

Ohra satoa havainnoitiin mittaamalla tuotettu korsimassa ja punnitsemalla sato. Yhdessäkään koejäsenessä ei kasvukauden aikana havaittu ravinteista aiheutuvia puutos- tai myrkytysoireita.

3.2.1 Korsimassa

Ohran korsimassatuotanto kussakin koejäsenessä on esitetty kuvassa 7 korsien tuorepainona.



Kuva 7. Ohran korsien tuorepaino eri koejäsenissä. Virhepalkit kuvaavat keskihajontaa. X-akselin luvut ovat koejäsenten koodit (taulukko 1 ja 2).

Suurin korsimassa saavutettiin koejäsenessä, jossa oli 20 % Pien-Saimaan lietettä sekä lannoite ja kalkitus (Kuva 7, koejäsen 2). Tämä koejäsen ja lannoitetun kontrollikäsittelyn (numero 5) välillä ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa tuorepainossa ($df=5$, $F=1,2$, $p=ns$). Liete ei selvästikään estänyt kasvien kasvua. Kuitenkaan pelkkä Pien-Saimaan liete (koejäsen 4) ei riittänyt kilpailemaan kaupallisen lannoitteen kanssa. Korsimassan tuotanto jäi merkittävästi alhaisemmaksi (Koejäsen 4 vs. 5. $Df=4$, $F=267,6$, $p=0,000$). Kaikki lietettä sisältäneet koejäsenet (1-4) tuottivat suuremman korsimassan kuin ilman ravinteita toteutettu kontrollikäsittely (Kuva 7, koejäsen 6). Erot olivat koejäsentä 4 lukuun ottamatta tilastollisesti merkitseviä (taulukko 4).

Sauvon lietettä sisältävät koejäsenet (1 ja 3) tuottivat tilastollisesti merkittävästi alemman korsimassan kuin lannoitettu kontrolli (5) (Koejäsen 1: $df=5$, $F=38,1$, $p=0,02$. Koejäsen 3: $df=5$, $F=53,7$, $p=0,001$), mutta korkeamman korsimassan kuin lannoittamaton kontrolli (6) (taulukko 4). Kuten kuvasta 7 voidaan nähdä, oli lannoituksella merkittävä vaikutus Sauvon lietettä sisältävien koejäsenten korsimassan tuotantoon ($Df=5$, $F=41,0$, $p=0,001$).

Taulukko 4. Tilastollisen analyysin tunnusluvut (yksisuuntainen varianssianalyysi).

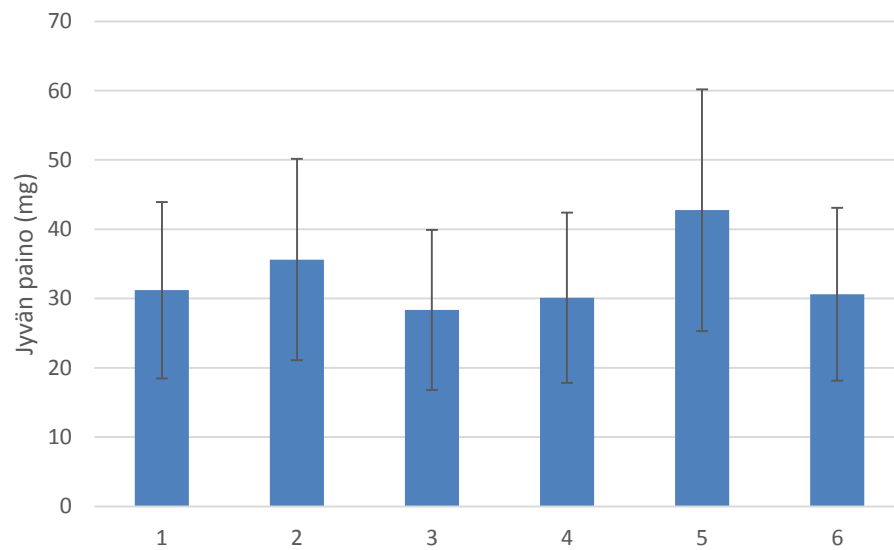
	Kontrolli 6 ilman lisäravinteita vs.	df	F	p-arvo
1	Sauvo + ravinteet + kalkki	5	86,6	0,000
2	Pien-Saimaa + ravinteet + kalkki	5	213,0	0,000
3	Sauvo + kalkki	5	53,7	0,001
4	Pien-Saimaa + kalkki	4	3,9	ns

Korsimassan tuotanto ei eronnut käsittelyissä, joissa oli joko Pien-Saimaan tai Sauvon lietettä ilman lisäravinteita (Kuva 7, koejäsenet 3 ja 4. $Df=4$,

F=3,4, p=ns). Sen sijaan ero korsimassan tuotannossa oli havaittavissa, kun kasvualustaan lisättiin sekä liete että lisäravinteet. Tässä tapauksessa Pien-Saimaan lietettä sisältäneet koejäsenet kasvattivat merkittävästi suuremman korsimassan kuin mitä havaittiin Sauvon lietettä sisältäneissä astioissa (Kuva 7, koejäsenet 1 ja 2. Df=5, F=41, p=0,001).

3.2.2 Jyvien paino

Kokonaisohrasato mitattiin punnitsemalla jyvät ja laskemalla niiden lukumäärä. Ohran jyvien keskimääräinen kuivapaino kussakin koejäsenessä on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Ohran jyvän keskipaino. Virhepalkit kuvaavat keskihajontaa. X-akselin luvut ovat koejäsenten koodit (taulukko 1 ja 2).

Myös jyvien keskipainon suhteen Pien-Saimaan lietettä sisältänyt koejäsenen ylsi lähes lannoitetun ja kalkitun kontrollikäsittelyn tasolle. Vaihtelu jyvien painossa oli kuitenkin suurta. Ainoastaan erot lannoittamattomien lietekasvualustojen 1 ja 2 sekä lannoitetta sisältävän kontrollin (5) välillä olivat tilastollisesti merkitseviä (1 vs.5: df=5, F=48,7, p=0,01. 2 vs.5: df=5, F=27,0, p=0,003).

Pien-Saimaan ja Sauvon lietteitä sisältäneiden koejäsenten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja jyvien keskipainon suhteen riippumatta siitä, oliko kasvualustaan lisätty ravinteita vai ei.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Lietteissä havaittiin ero kasvualustakäytössä. Kumpikaan liete ei heikentänyt kasvien kasvua suhteessa kontrollikäsitelyihin, mutta Pien-Saimaan liete lisättynä kasvualustaan tuotti selvästi paremman korsimassan kuin Sauvon liete.

Pien-Saimaan lietteestä irtosi sekä fosforia että rautaa selvästi enemmän kuin Sauvon lietettä sisältäneestä koejäsenestä. Koejäsenet, joihin oli lisätty Pien-Saimaan lietettä, tuottivat myös hyvän ohran kasvun. Kasvu oli yhtä hyvää kuin lannoitetussa kontrollikäsitelyssäkin. Selittävä tekijä hyvälle kasvulle saattaa olla lietteestä saatu fosforilisä. Kuitenkaan pelkkä Pien-Saimaan liete ei riittänyt kilpailemaan kaupallisen lannoitteen kanssa.

Pien-Saimaan liete myös luovutti rautaa paljon muita enemmän valumavesiin kesän aikana. Muissa koejäsenissä valumavesien rautapitoisuudet olivat korkeimmillaankin <3,5 mg/l, mutta pitoisuudet olivat lannoitetussa Pien-Saimaan lietettä sisältäneessä koejäsenessä moninkertaiset.