

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Noora Silvennoinen

VILJELYKOE LIHALUUJAUHOLLA  
- Ennen kylvöä levitetyn lihaluujauhon vaikutus satoon ja kasvuun

Opinnäytetyö  
Syksy 2018

## Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Viljelykasvit.....	6
2.1	Kaura.....	6
2.2	Ohra.....	7
2.3	Viljelykasvien kehitys ja ravinnontarve.....	8
2.3.1	Typpi.....	9
2.3.2	Fosfori.....	10
2.3.3	Kalium.....	12
3	Luomu.....	13
3.1	Lannoitus.....	13
3.2	Lihaluu jauho.....	14
4	Viljelykoe.....	15
4.1	Tutkimuksen tarkoitus.....	15
4.2	Viljelykokeen toteutus.....	15
4.2	Kokeen olosuhteet.....	17
5	Tulokset.....	18
5.1	Kasvustonäytteet.....	18
5.2	Kuvat.....	19
5.3	Satonäytteet.....	21
5.4	Maanäytteet.....	21
6	Johtopäätökset.....	25
7	Pohdinta.....	25
	Lähteet.....	27



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Syyskuu 2018**  
**Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihe)

Tekijä  
Noora Silvennoinen

Nimeke  
VILJELYKOE LIHALUUJAUHOLLA - Ennen kylvöä levitetyn lihaluujauhon vaikutus satoon ja kasvuun  
Toimeksiantaja  
ProAgria kasvua pellostä -koulutushanke

**Tiivistelmä**

Opinnäytetyössä tutkittiin ennen kylvöä levitetyn lihaluujauhon vaikutusta satoon sekä kasvuun. Luomuviljely on Suomessa edelleen kasvussa, ja sen vuoksi on tärkeää löytää keinoja sen tehostamiseen ja kehittämiseen. Kirjallisuusosiossa käydään läpi kokeessa viljeltyjen kauran ja ohran ravinnetarvetta, ravinteiden kiertoa sekä luomulannoitusta ja erityisesti lannoitusta lihaluujauholla.

Tutkimus on ensimmäinen pilottitutkimus, joka toteutettiin kesällä 2017 Pohjois-Karjalan Valtimolla kahdella yhden hehtaarin loholla. Lohkoille levitettiin lihaluujauholannoitetta kaksi viikkoa ennen kylvöä, viikko ennen kylvöä, kylvön yhteydessä. Vertailukohteena käytettiin lannoittamatonta 0-ruutua. Tutkimuksessa kerättiin maanäytteitä, kasvustonäytteitä ja kuvia kasvustosta. Kesä oli sateinen ja asetti haasteita tutkimuksen toteuttamiselle.

Tutkimuksen tuloksissa ei ilmennyt eroja eri vaiheissa levitetyillä lannoitteilla, mutta verrattuna nollaruutuun sato ja muut tulokset olivat parempia. Tutkimuksesta olisi hyvä toteuttaa laajempi jatkotutkimus.

Kieli  
suomi

Sivuja 28

**Asiasanat**

luonnonmukainen viljely, lannoitus, lihaluujauho



**THESIS**  
**September 2018**  
**Degree Programme in Rural Industries**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+358 13 260 600 (number of the centre)

Author  
Noora Silvennoinen

Title  
Meat And Bone Meal As Fertilizer Cultivation Experiment- The Effect of Before The Cultivation Outspread Fertilization on the Growth and Crop.

Commissioned by  
ProAgria kasvua pellosto – Project

Abstract

This thesis is a pilot study how before the cultivation outspread meat and bone meal fertilizer effects on the growth and crop. Organic farming is growing in Finland and that is the reason why it is needed to get it more effective. In the literature part of the thesis, it is studied how the nutrient cycle and organic fertilizers, especially meat and bone meal fertilizers, affect barley and oat growth.

The first pilot study was performed in the summer 2017 in Valtimo, North Karelia. In two fields sized one hectare each meat bone meal fertilizer was outspread two weeks before cultivation, one week before cultivation and the same time as cultivation. The results were compared to unfertilized block. Soil and plant samples and pictures of the field were collected in the study. The rainy summer 2017 was challenging to the study.

In the study there was no difference between the different cultivation times, but compared to the unfertilized block the crop and other results were better. A bigger study would be necessary to ensure the result.

Language

Finnish

Pages 28

Keywords

Organic farming, fertilizer, meat and bone meal fertilizer

# 1 Johdanto

Suomessa oli luomutiloja vuonna 2017 noin 4 640 ja luomuviljeltyä peltoa 263 000 hehtaaria eli 11,7 % koko viljelyalasta sisältäen siirtymävaiheet. Viljelyala kasvoi edellisvuoteen verrattuna 10 %. (Evira 2017b.) Valtioneuvoston luomutuotannon tavoite vuoteen 2020 mennessä on saada tuotantoa lisättyä 20 %. Pohjois-Karjalassa Luomu tiloja jopa 24 %. Luomutuotanto on kokonaisvaltaisesti ekologisempaa, ja sen periaatteet tukevat kestäväää kehitystä (Viitaharju, Kujala & Törmä 2017). Tämän tavoitteen vuoksi on tärkeää kehittää luomuviljelykeinoja.

Opinnäytetyön kirjallisuusosuudessa käydään läpi kokeessa viljeltyjen kauran ja ohran ravinnetarvetta, ravinteiden kiertoa sekä luomulannoitusta erityisesti lihaluujauholannoitusta. Opinnäytetyön tutkimuksen tarkoitus on selvittää eri viljelyvaiheissa toteutetun lihaluujauhonlannoituksen vaikutus kasvuun ja satoon. Opinnäytetyö on toteutettu Pohjois-Karjalan ProAgrian Kasvua pellostä -koulutushankeen viljelijän pellolla toteutetun viljelykokeen yhteydessä. Kokeen suunnittelussa ja toteutuksessa oli Luonnonvarakeskus (Luke) mukana. ProAgrian kasvinviljelyneuvoja Henna Hyttinen on vastannut kokeen suunnittelusta ja toteutuksesta. Kokeen suunnittelussa oli mukana Luken tutkija Arja Nykänen ja tulosten analysoinnissa tutkija Päivi Kurki. Viljelykokeessa lihaluujauhoa levitettiin kaksi viikkoa ennen kylvöä, viikko ennen kylvöä, kylvön yhteydessä sekä jätettiin nollaruutu, jolle ei käsittelyä ollenkaan kahdelle ha:n alueelle. Näitä tuloksia arvioidaan vertailemalla eri käsittelyjä keskenään.

## 2 Viljelykasvit

### 2.1 Kaura

Kauralla (kuva 1) on Suomessa pitkät viljelyperinteet, ja Suomi on maailman viidenneksi suurin kauran viljelymaa. Kauran viljelyssä vaaleus, kirkkaus ja puhtaus ovat Suomen viljelyvaltteja. Valtaosa tuotetusta kaurasta menee eläinrehuksi sen korkean valkuais- ja rasvapitoisuuden sekä hyvän tasapainoisen rasva- ja aminohappokoostumuksen vuoksi. Kaura beetaglukaanin vaikutukset eläimille ja ihmisille on huomattu. Ihmisravinnoksi kauran tuotanto on lisääntymässä, ja sen käyttö ja viljely keliakikoille gluteenittomana ovat myös lisääntyneet. (Pietilä 2013.)

Kaura soveltuu useille maalajeille eikä pH:n suhteen ole ongelmia, mutta veden tarve on suuri. Korkeassa ja hyvässä pH:n luokassa hivenaineista erityisesti mangaanista tulee huolehtia. Kauran menestymisen kannalta viljelykiertoon on tärkeää kiinnittää huomiota. Kaura ei ole hallanarka, ja se voidaan kylvää kylmään maahan (+3 - 5°C) ja aikaisella kylvöllä taataan aikainen sato. Kylvötiheys on 400 - 550 itävää siementä/m<sup>2</sup>. Kauran typen tarve on 80 - 130 kg/ha alkukasvukaudesta. Kauran kasvun aikana on tarkkailtava kirvojen levittävää kääpiökasvuviroosia, lehti- ja laikkutautia sekä punahometta. (VYR 2013.)



Kuva 1. Kaura (Farmit 2011).

## 2.2 Ohra

Ohra (kuva 2) on maailmaan vanhimpia viljelykasveja. Sitä viljellään kauran ohella koko Suomessa (Luke 2015). Ohraa viljellään rehu-, tärkkelys- ja mallasteollisuuden tarpeisiin tasaisesti teollisuuden tarpeiden mukaan. Ohralajikkeet ovat moni- tai 2-tahoisia. Monitahoisuus tarkoittaa, että jyvät ovat tähkässä kuudessa rivissä, kun taas kaksitahoisella ne ovat kahdessa. Monitahoinen tähkä antaa enemmän jyviä, mutta ne ovat pienempiä kuin kaksitahoisessa. (Luke 2015.) Ohra poikkeaa muista viljakasveista kehittämällä jokaiseen tähkylään yhden kukan, josta muodostuu jyvä. Ohran tähkän kasvutapa on päätteetön ja päättyy kuihtuneeseen ja kehittymättömään solukkaan. (Peltonen-Sainio ym. 2005.)

Rehu- ja tärkkelysohralle käyvät kaikki maalajit. Mallasohraa ei suositella elope-raisille maille valkuaispitoisuuden nousun vuoksi, vaan se vaatii viljavuusluokaltaan hyvän kasvulohkon. Ohran tavoitetiheys on 450 - 500 kpl/m<sup>2</sup>, 2-tahoisen 500 - 550 kpl/m<sup>2</sup> ja mallasohran 550 - 600 kpl/m<sup>2</sup>. Ohra kärsii helposti ravinnepuutteista fosforin, kaliumin ja rikin osalta. (K-maatalous 2017.)



Kuva 2. Ohra (Maatilan Pirkka 2012).

### 2.3 Viljelykasvien kehitys ja ravinnontarve

Kasvin kehittyminen tapahtuu jo ennen kasvua ja alkaa kuivan siemenen kastumisesta. Kasvu alkaa suvuttomana siemenen kasvuna sirkaksi, siirtymävaiheen kautta suvulliseen vaiheeseen. Alkuvaiheessa siemenestä ravintoaineet kuljetaan sirkkataimen kasvun tarpeisiin. Viljoille Suomessa kasvaa pääversoon 6 - 7 lehteä, minkä jälkeen muodostuu lippulehti. Viljoihin muodostuu pääversion lisäksi 3 - 4 sivuversoa, jotka harvoin tuottavat satoa, mutta ovat tarpeellisia maanpeittävyudessa. Viljojen kukka-aiheet pölytyvät, ja ne alkavat muodostaa jyviä. Näiden muodostumiseen vaikuttaa kasvin saamat ravinteet. Osa kasvien heteistä abortoituu. Kasvua kuvataan eri asteikoilla, joista tunnetuimmat ovat Feeksin ja Zadoksin asteikot. (Peltonen-Sainio ym.2005.)

Kukinnan kehittymiseen vaikuttavat päivänpituus ja lämpötila sekä kasvin edellytykset tuottaa ja käyttää kasvuun tarvittavia yhteyttämistuotteita. Kasvin sadon kannalta keskeisiä ovat riittävä veden ja typen saanti. Näiden hallinta vaikuttavat kasvin kasvupotentiaalin hyödyntämiseen, eli kuinka paljon kasvi tuottaa jyviä ja kuinka jyvät täyttyvät. (Peltonen-Sainio ym. 2005.)

Satopotentiaalin kannalta merkitykselliset kasvunvaiheet ovat 2 - 3 viikkoa ennen tähkälle tai röyhylle tuloa. Tätä kutsutaan ”satoisuusikkunaksi”, jolloin kuivuus tai ravinteiden niukkuus voi vaikuttaa sato-odotuksiin. Tämän vaiheen onnistumiseen Suomessa merkityksellistä ovat aikainen ja tasainen taimettuminen. Satoikkuna-vaiheen aikainen kukkien tuotantokyky on tärkeää, koska runsas jyvämäärä on edellytys hyvälle sadontuotolle. (Peltonen-Sainio ym. 2005.)

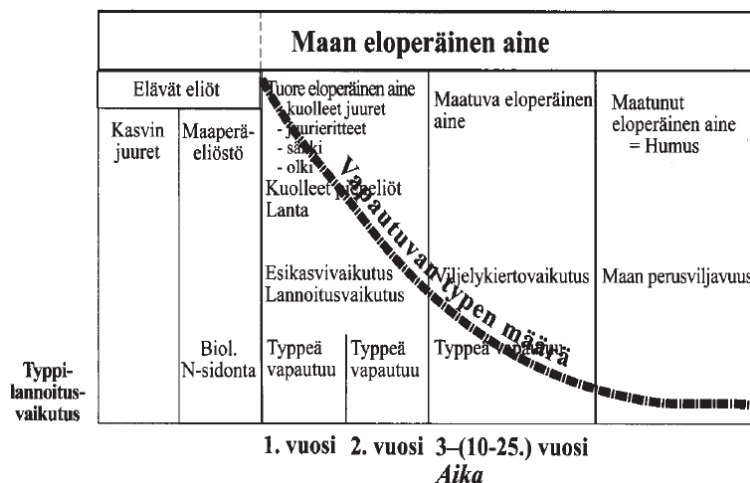
Kasvit ottavat ravinnon maanesteestä nestevirtauksen ja ioninvaihdon avulla. Lisäksi kasvit voivat hyödyntää juurilla niukkaliukoisia ravinnelähteitä sekä aktiivisen oton että pieneliötoiminnan avulla. Juuristo muodostuu yhdestä tai useammasta isosta juuresta, ohuista sivujuurista ja lyhyistä juurikarvoista. Eri kasveilla juuriston tiheys, määrä ja syvyys vaihtelevat. Juurten toiminta on tärkeä myös maan murustumista lisäävä ja rakennetta parantava tekijä. Pieneliöstö muodostuu bakteereista, sädesienistä, sienistä, levistä, hyppyhäntäisistä ja lieroista. Pieneliöstön tehtävinä on eloperäisen aineen hajotus, maan murustaminen ja



muokkaus, tautien ehkäisy ja terveyden ylläpito, haitta-aineiden sitominen ja sitouttaminen, ravintoaineiden vapauttaminen sekä biologinen sidonta ja ravintoaineiden kierrätys. Pieneliöt säätelevät typen ja muiden ravintoaineiden vapautumista. Esimerkiksi vilkkaan kasvun aikana pieneliöstön hajottaessa eloperäistä ainesta vapautuu nopeasti typpeä. (Rajala 2005, 53 - 72, 124 - 140.)

### 2.3.1 Typpi

Suomalaisissa maassa typpi on valtaosin orgaanisessa muodossa eli eloperäiseen ainekseen sitoutuneena. Kasvien käyttöön typen tarvitsee muuntua liukoiseen muotoon. Eloperäinen aines voidaan jakaa, kuten kuvassa 3 esitetään eläviin eliöihin, tuoreeseen, maatuvaan ja maatuneeseen eloperäiseen aineeseen. Helposti hajoavasta osasta eloperäinen aines vapautuu kasvien käyttöön, jo saman kasvukauden aikana. Tätä nimitetään lannoitusvaikutukseksi. Esikasvit vaikuttavat typpilannoitukseen viljelykasvien juuriston, sängin ja muiden satojätteiden hajoamisen kautta erityisesti ensimmäiset kaksi vuotta, jonka jälkeen hajoaminen hidastuu vuosien aikana. Typpeä on savi- ja hiesumaissa noin 5 - 10 t/ha ja karkeissa kivennäismaissa noin 5 t/ha. (Rajala 2005, 133 – 136.)



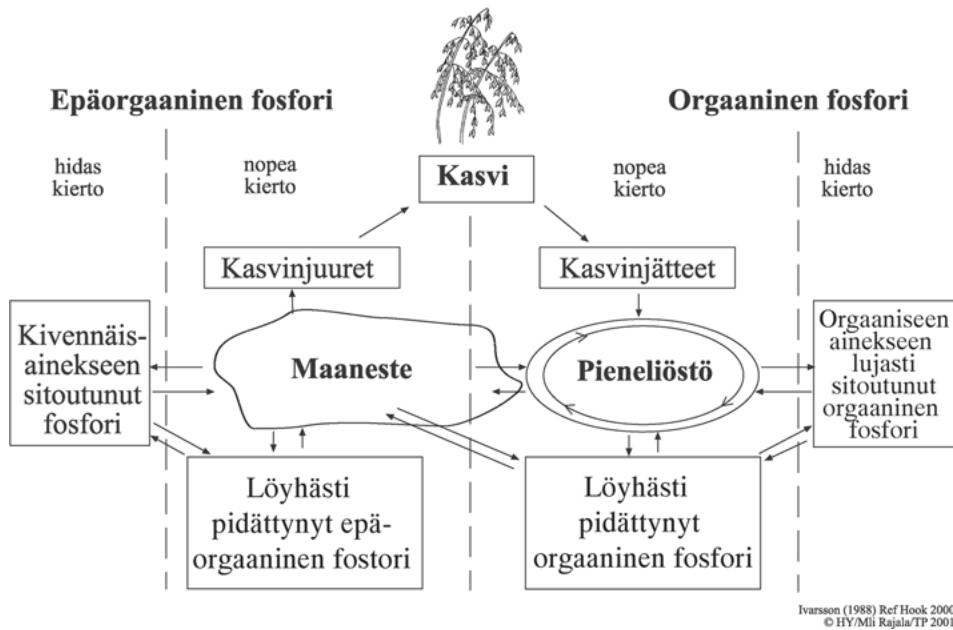
Kuva 3. Maan eloperäisen aineen jaottelu hajoamisnopeuden perusteella (Rajala 2005, 134).

Maasta vapautuvan typen määrään vaikuttavat maan multavuus eli eloperäisen aineksen kokonaismäärä ja laatu eli maan hitaasti hajoavan eloperäisen aineksen määrä. Lisäksi vapautumiseen vaikuttaa maahan lisätyn eloperäisen aineksen määrä ja laatu eli käyttökelpoisen hiilen ja typen määrät sekä suhteet. Viljelykierrossa vaikuttavat juurimassan määrä ja laatu, sekä juurieritteiden aktivoiva vaikutus lisää myös typen kiertoa. Myös maan hyvä kasvukunto kuten kuivatus, rakenne sekä pH sekä muokkaus vaikuttaa typen vapautumiseen. Maan pieneliötoiminta, rakenne ja kaasujen vaihto vaikuttavat nopeuttavasti tai hidastavasti typen vapautumiseen. Kasvukauden sääolosuhteista erityisesti kosteus ja lämpötilat vaikuttavat typen määrään ja kasvuun. (Rajala 2005, 133 – 136-)

Lannoitus vaikuttaa maahan kertyvän typen määrään ja myös maasta vapautuvan typen määrään. Kun viljelykierrossa on maata parantavia kasveja ja käytetään hitaasti hajoava eloperäistä lannoitusta, maan eloperäinen aines ja typen määrä lisääntyvät. Nämä lisäävät myös maasta vapautuvan typen määrää. (Rajala 2005, 133 - 136).

### **2.3.2 Fosfori**

Peltomaissa fosforia on nykyisin yleensä noin 3 000 kg/ ha, josta noin 2 000 kg on luontaista fosforia ja noin 1 000 kg on lannoituksesta maahan kertynyttä fosforia. Pääosa fosforista on sitoutunut maan kivennäisainekseen ja eloperäiseen ainekseen (kuva 4). Fosforin liikkuvuus maassa on heikkoa, joten kasvin pitää ulottua fosfori lähteeseen. Tällöin korostuu hyvin kehittyneen juuriston sekä sienijuuren ja maan hyvän rakenteen merkitys. (Rajala 2005, 137 – 144.)



Kuva 4. Fosforin olomuotoja ja kierto maassa (Rajala 2005, 137).

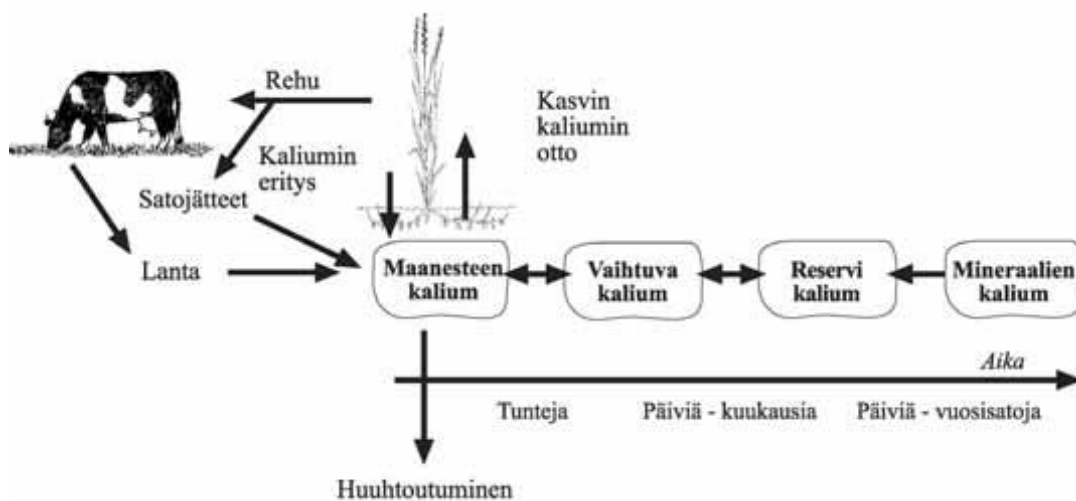
Fosforin pidättyminen on suurta, kun maan fosforin kyllästysaste on pieni, kivennäismaa on hapanta, käytössä vesiliukoinen fosforilannoitus tai maan suolapitoisuus korkea. Fosforin pidättyminen on pientä, kun maan fosforin kyllästysaste on suuri ja lannoitus on niukkaa. Pidättyminen on myös pientä, jos fosfori on lannoitteissa eloperäisten aineiden suojaamaa ja käytetään hidasliukoisia eloperäisiä fosforin lähteitä tai käytetään hidasliukoisia kivennäisfosforilannoitteita. Maan varastoista tulisi vapautua uutta fosforia kasvien käytettyä varastoja. Monipuolinen viljelykierto ja lannan oikea käyttö nostavat maan eloperäisen aineksen pitoisuutta ja lisäävät maasta vapautuvan fosforin määrää. (Rajala 2005, 137 – 144.)

Kasvin fosforin saantia voidaan turvata mm.

1. Lisäämällä helppoliukoisia fosforilannoitteita maahan, joka nostaa helppo liukaisen fosforin määrää.
2. Juuriston kasvua lisäämällä (pituus ja tiheys) ja lisäämällä fosforin saantia maasta (mm. sienijuurisymbioosi, happamet juurieritteet).
3. Huolehtia maan kasvukunnosta viljelytekniikoilla esim. viherlannoitusta, jotka edistävät sienijuuria ja pieneliötoimintaa. Nämä lisäävät fosforin vapautumista maasta. isää fosforinsuosimalla Lisäämällä fosforin vapautumista maasta (mm. viherlannoitus) (Rajala 2005, 137 – 144.)

### 2.3.3 Kalium

Maaperä sisältää kaliumia keskimäärin 2,3 %. Kallioperässä kalium on sitoutunut mineraaleihin esim. maasälpään ja kiilteisiin. Näitä löytyy myös kivennäismaissa ja saves sisältää rapautuneita kiilteitä. Aitosavien kaliumpitoisuus voi olla yli 3 %. Kuvassa 5 on esitelty kaliumin olomuotoja ja kiertoa. (Rajala 2005, 145 – 148.)



Kuva 5. Kaliumin olomuotoja ja kierto (Rajala 2005, 145).

Maaperän kaliumin vapautumista ja hyväksikäyttöä voidaan edistää mm. vaihtelemalla viljelykiertoa, viljelemällä ravinteita hyvin vapauttavia kasveja (esimerkiksi monivuotisia palko- ja nurmikasveja), kehittämällä kasvien juuriston kasvua ja toimintaa (= maanrakenteen huomiointi), säätelemällä maan pH:ta (tarvittaessa happaman maan kalkitus), pieneliötoiminnan aktivointi, käyttämällä eloperäistä lannoitusta, muokkaamalla ja kuohkeuttamalla maata sekä pitämällä maanesteen liukoisten ravinteiden pitoisuudet alhaisina. (Rajala 2005, 145 – 148.)

Kasvin käyttöön kalium tulee pohjamaasta hyvässä viljelykierrossa ja maassa. Pintamaassa kaliumia ei pidä olla eikä kaliumlannoitusta saa käyttää. Kaliumin oton kannalta maassa ei saa olla esteitä juuriston kasvulle pohjamaahan (esim. korkea pohjavesi, tiivistynyt kyntöantura, happamuus jne.) sillä pohjamaassa on kasveille käyttökelpoista kaliumia. (Rajala 2005, 145 - 148.)

### **3 Luomu**

Luonnonmukainen kasvinviljely perustuu vuoroviljelyyn ja eläinperäisten lannoitteiden käyttöön. Kemiallisten ravinteiden tai torjunta-aineiden käyttö on kiellettyä. Luomussa käytetään monipuolista viljelykiertoa, jossa pyritään parantamaan maanrakennetta ja viljavuutta sekä nostamaan maan humuspitoisuutta. (Evira 2017a.) Luomussa on haasteena säädellä eloperäisten lannoitteiden typen vapautumista. Ravinteiden jatkuva alijäämä johtaa maan ravintoarvojen heikkeneemiseen. (Rajala 2005, 128.) Tämän vuoksi luomuun on myös kehitetty lannoitteita.

#### **3.1 Lannoitus**

Suomessa ei ole erikseen hyväksyntää lannoitevalmisteille, mutta tuotannossa voidaan käyttää niitä lannoitevalmisteita ja maanparannusaineita, jotka on lueteltu toimeenpanoasetuksessa (EY) N:o 889/2008 liitteissä I ja II ja täyttävät lannoitevalmisteita koskevan lainsäädännön. Luonnonmukaisessa tuotannossa voidaan käyttää typpibakteeri- tai muita mikro-organismivalmisteita. Lisäksi kompostoitumisen edistämiseksi voidaan käyttää kasvipohjaisia tai mikro-organismivalmisteita. Valmisteet eivät saa olla muuntogeenisiä tai sisältää muuntogeenisten organismien avulla tuotettuja ainesosia. (Evira 2017c.)

Lannoituksen tarkoitus luonnonmukaisessa viljelyssä on maan ravinnevarastojen lisääminen ja kasvien ravinne tasapaino pääasiassa pieneliötoiminnan välityksellä. Eloperäisten lannoitteiden satoa lisäävä vaikutus perustuu siihen, että ne toimivat kasvien ravinteiden lähteinä. Toiseksi ne parantavat maan fysikaalisia ja kemiallisia viljelyomaisuuksia. Lannoitteet myös vilkastuttavat maan pieneliötoimintaa ja tervehdyttävät maata. EY:n luomuasetus 2092/91 säätelee lannoitusta luomuviljelyssä yksityiskohtaisesti. Luomu lannoituksessa keskitytään tyyppiin, kaliumiin, fosforiin, sivu- ja hivenravinteisiin riippuen kasveista ja satokustannustasosta. (Rajala 2005, 125 – 130.)

### 3.2 Lihaluu jauho

Lihaluu jauho on luomuviljelyssä käytetty teurastamoteollisuuden jätteestä muodostettua lannoitetta. Eläimistä saatavia sivutuotteita ovat ne osat eläimistä ja eläimistä saatavista tuotteista, joita ei käytetä ihmisravinnoksi. Näitä ovat esimerkiksi kuolleet eläimet, vanhentuneet eläinperäiset elintarvikkeet, kompostointilaitokseen menevä ruokajäte sekä eläinten teurastuksessa syntyvät jakeet, joita ei käytetä ihmisravinnoksi. Tuotteita säätelee EU:n sivutuotelaki 517/2015, ja sen nojalla annettu maa- ja metsätalousministeriön asetus 783/2015 eläimistä saatavista sivutuotteista sisältävät EU:n sivutuoteasetusten kansalliseen toimeenpääntöön liittyvät helpotukset, jotka koskevat sivutuotteiden ja niistä johdettujen tuotteiden käyttöä ja hävitystä. Lannoitteen valmistusta ja markkinointia valvoo Evira. (Evira 2016.)

BSE-taudin (bovine spongiform encephalopathy) vuoksi valvotaan myös naudon, lampaiden ja vuohien teurastusta sekä lihanleikkausta. BSE kuuluu TSE-riskiaineeksi (transmissible spongiform encephalopathies). Riskiaineksen poiston ja hävityksen tarkoituksena on varmistaa, ettei kyseinen materiaali joudu teurastamoilta elintarvike- tai rehuketjuun tai ympäristöön. Näin pystytään estämään mahdolliset vaarat ihmisten ja eläinten terveydelle. Merkityksettömän BSE-riskin maista, kuten Suomesta, peräisin olevilla naudoilla TSE-riskiainesta on yli 12 kuukauden ikäisten nautojen kallo, lukuun ottamatta alaleukaa, mutta aivot ja silmät mukaan luettuina sekä selkäydin. Euroopan komissio on toimittanut jäsenmaille ohjeen eri riskiluokkiin kuuluvista maista peräisin olevien nautaeläinten TSE-riskiaineksesta. Teurastamot ja lihaa leikkaavat tahot valvovat itse ja huolehtivat muualta tulevan lihan riskiluokat. Evira on antanut tästä ohjeen 16011. (Evira 2016.)

Tutkimuksissa lihaluu jauhon on todettu olevan kauralle 96 %: isen keinolannoitteen satovaikutuksesta. Lisäksi lihaluu jauhon jälkivaikutus ravinnearvoihin on parempi (Kivelä 2007). Seuri (2001) ym. huomasivat kokeissa v. 1990 - 95 lihaluu-

jauhon olevan ainoa hidasliukoinen lannoite, jolla oli vaikutusta ohra- ja nurmisaidon määrään sekä laatuun. Tämä tulos perustui pääasiassa korkeaan typpipitoisuuteen. Chen ym. (2009) totesivat myös lihaluujauhon olevan tehokas lannoite kauralle ja ohralle sekä olevan ekologinen vaihtoehto ravinteiden kierrätykseen. Nogalska ym. (2014) totesivat neljävuotisessa tutkimuksessaan, että lihaluujauhon levittäminen, joka toinen vuosi lisää viljojen ja rapsin kasvua.

Suomessa lihaluujauhoa valmistaa tällä hetkellä Ecolan Oy, joka saa raaka-aineen Honkajoki Oy:ltä. Aiemmin Suomessa oli Honkajoen Viljo-lannoite. Lannoitteen kysyntä on lisääntynyt ja tuotanto lisääntymässä. (Maaseudun tulevaisuus.) Ecolanin Agra Organic 8-4-2 Lannoitetta on käytetty viljelykokeessa. Tuotteen ravinnepitoisuudet ovat typpi 8 % (N) (liukoinen 2,5 %), Fosfori (P) 4 % ja Kalium (K) 2 %, kalsium (Ca) 11 %, Rikki (S) 1,5 % ja orgaanisia aineita 75 %. Lannoite sisältää eläinperäisiä sivutuotteita, jauhettua kaurankuorta, kaliumsulfaattia, viananssia (sokerijuurikas) sekä kananlantaa. Tuote on rakeistettu ja voidaan levittää normaaleilla lannoitelevittimillä. Tuotetta levitetään 500 – 1000 kg/ha yleensä kevätkylvöjen yhteydessä. Levitysmäärällä saadaan 40 – 80 kg typpeä/ha ja 20 - 40kg fosforia/ha. Varoaika levittämisestä on 21 vuorokautta, jolloin peltoa ei saa laiduntaa eikä käyttää laidunkasvillisuutta ruokintaan. (Ecolan 2017.) Lannoite on luonnonmukaiseen tuotantoon soveltuva lannoite (Evira 2017 b).

## **4 Viljelykoe**

### **4.1 Tutkimuksen tarkoitus**

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää eri vaiheissa toteutetun lihaluujauhon lannoituksen vaikutus viljelykasvin kasvuun sekä satotasoon. Koe on kertaluontoinen, mutta jos siinä ilmenee viitteitä hyödyistä, voidaan sitä jatkaa.

### **4.2 Viljelykokeen toteutus**

Koe toteutettiin kesällä 2017 Valtimolla. Kokeeseen haettiin Nurmeksen luomu

ryhmän kautta kaksi vapaaehtoista viljelijää ja 1 ha peltolohkot. Kokeessa lihaluujauho levitettiin pellolle neljänä eri ajankohtana peltolohkoille. Lihaluujauho (kuva 6) levitettiin kaksi viikkoa ennen kylvöä, yksi viikko ennen kylvöä, kylvön yhteydessä ja nollaruutu, jolle ei käsittelyä. Näiden lohkojen kasvua tutkittiin maanäytteillä, kasvustonäytteillä, valo- ja ilmakuvilla sekä satonäytteillä. Tuloksia arvioitiin vertaamalla eri lannoitusaikojen vaikutusta kasvustoissa.



- 0-ruutu
- kylvöyhteydessä
- 1 vko ennen kylvöä
- 2 vko ennen kylvöä

Kuva 6. Viljelykokeen viljelyajankohdat ja viljeltävät lohkot.

Kokeessa otettiin lohkoilta ennen kylvöä perusmaanäyte, josta otettiin perusviljavuusanalyysi. Lisäksi otettiin maanäytteet ennen kylvöä, pensomisvaiheessa, lippulehtivaiheessa ja puinnin yhteydessä, joista pakastuksen kautta analysoitiin liukoinen typi. Tulokset analysoitiin Jokioisissa Lukella. Kasvustonäytteet otettiin lippulehtivaiheessa (12.7) ja pensomisvaiheessa (24.7) ja niistä analysoitiin typi. Kasvustonäytteet kerättiin lohkolta valiten keskimääräisesti edustavia kasveja ja ne lähetettiin viljavuuspalvelulle analysoitavaksi.

Satonäytteet kerättiin 27.9. ja 11.10. Kasvustosta leikattiin saksilla jokaisesta lohkosta 4 osanäytettä yhden neliön verran (m<sup>2</sup>). Sadon laadun arviointiin leikattiin vain röyhy/tähkä. Näytteet laitettiin pussiin ja vietiin Maaningan Luken tutkimus-asemalle. Näytteet punnittiin ennen uuniin laittoa, minkä jälkeen näytteet kuivat-



tiin 60 asteen uunissa vuorokauden ajan. Näytteet punnittiin käsipuimurilla ja kuivumisen jälkeen lähetettiin Jokioisten Luken tutkimusasemalle sadon laadun määrittämiseen. Sadosta määritettiin paino, puhtaus, tuhannen jyvänpaino, kosteus ja typpi.

Viljelijät ottivat kasvustosta valokuvia kasvun aikana. Pelloilta katsottiin satelliittikuvaa sekä NVID kuvaa, joista arvioitiin kasvuston määrää.

## 4.2 Kokeen olosuhteet

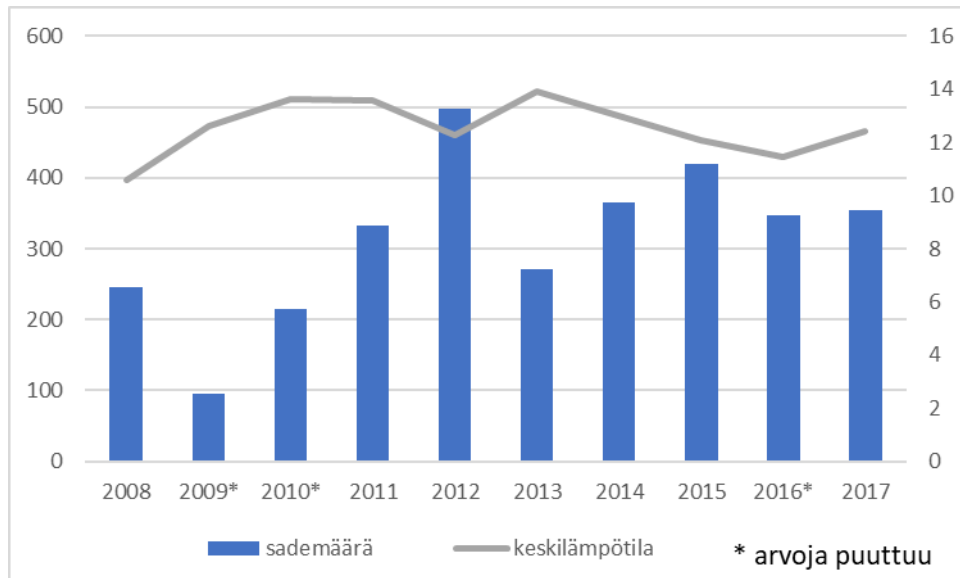
Viljelykoe suoritettiin Valtimolla kesällä 2017. Pelto 1 on seitsemän vuotta luomussa ollut rinnepelto ja pelto 2 on 20 vuotta luomussa ollut tasamaan pelto. Peltojen eri lohkot ovat lähtötiedoilta maanäytteiden perusteella vertailukelpoisia (taulukko 1).

Taulukko 1. Koepeltojen viljavuus- ja viljelytiedot.

	Pelto 1	Pelto 2
maalaji FV(a)	Hs	HHt
multavuus FV(a)	m	m
pH FV	5,2 - 5,9	5,1 - 5,2
edellisen vuoden kasvi	kevät rypsi	nurmiseos
viljely kasvi	nurmi+kaura	kaura
lannoitteen levitys	17.5./24.5./28.6.	24.5./31.5./6.6.
kylvöpäivät	2.6.	6.6.
puinti	27.9.	27.9.

Kesä 2017 oli haastava olosuhteiden osalta. Ilmatieteen laitoksen mukaan sademäärä Valtimolla (Valtimon kirkonkylän mittauspiste) v. 2017 touko-syyskuussa oli 345,4 mm. Terminen kasvukausi alkoi 17.5. ja loppui 16.10. Keskilämpötila oli 12,4 astetta (5,1 – 15,1 astetta). Keskiarvoihin verrattuna (kuvio 1) keskimääräiset sääolosuhteet ovat Valtimolle tavanomaiset, mutta sademäärä poikkeukselli-

sesti 2017 heinä ja elokuussa, eikä elo-syyskuussa kuten muina vuosina. (Ilmatieteenlaitos 2018.) Sääolojen vuoksi kaikki suunnitellut mittaukset ja kuvaukset eivät onnistuneet eikä pelloilta korjattu satoa laatu näytteitä lukuun ottamatta.

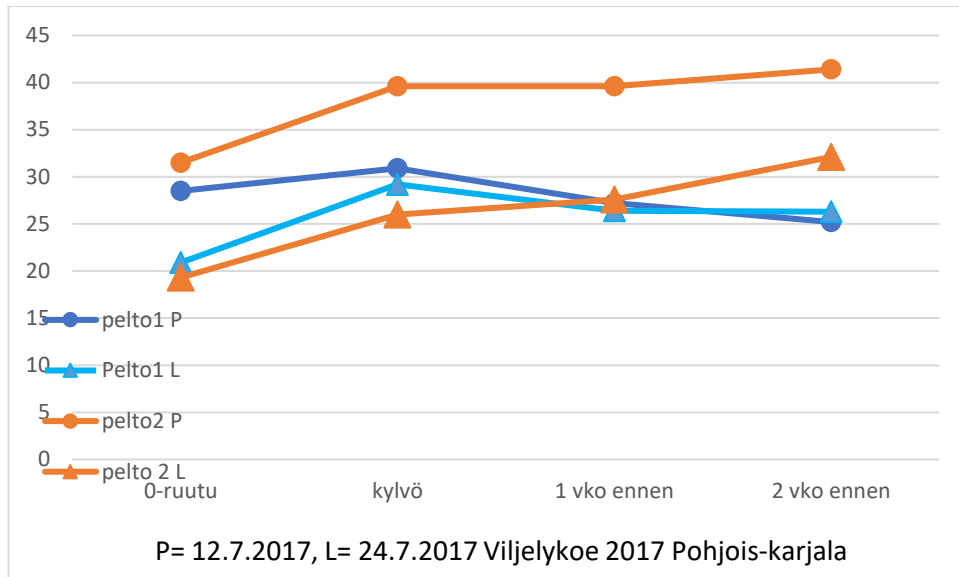


Kuvio 1. Valtimon keskisademäärä (mm) ja keskilämpötila (C°) 2008 - 2017 touko-syyskuussa (Ilmatieteen laitos 2018).

## 5 Tulokset

### 5.1 Kasvustonäytteet

Kasvustosta otettiin kasvustonäytteet ja niistä analysoitiin typpi. Kasvustonäyte 1 otettiin pensomisvaiheessa ja kasvustonäyte 2 lippulehtivaiheessa. Lihaluujauhoa saaneilla lohkoilla kasveissa oli enemmän typpeä kuin lannoittamattomissa koejäsenissä. Eri lannoitusajankohtien välillä pensomisvaiheessa näyttäisi siltä, että kylvön yhteydessä lannoite auttoi eniten ja lippulehtivaiheessa 2 viikkoa ennen kylvöä lannoitettu (kuvio 2).



Kuvio 2. Kasvustojen typpipitoisuus pensomis- (P) ja lippulehtivaiheessa (L) eri lohkoilla.

Kasvustonäytteiden keräyksen yhteydessä molemmilla pelloilla ennen kylvöä lannoitettujen lohkojen kasvustot näyttivät silmämääräisesti paremmilta kuin kylvön yhteydessä ja nollaruutu. Näytteitä kerätessä oli huomionarvoista myös se, että ennen kylvöä ja kylvön yhteydessä lihaluujauhoa saaneilla lohkoilla oli enemmän rikkakasveja kuin nollaruudussa. Näytteenottohetkiltä ei kuvamateriaalia sääolosuhteiden vuoksi ole. Sama suuntaus on nähtävissä kuvissa alla.

## 5.2 Kuvat

Kuvat 7 ja 8 pelloilta 24.7.2017 ja 25.9.2017 näyttivät pientä eroa lohkojen välillä kasvun eri vaiheissa. Lohkot, joissa lihaluujauho oli levitetty aiemmin näyttää kasvusto tiheämmältä.



Kuva 7. Lihaluujauhoa saaneet kasvustot 24.7. Vasemmalta oikealle nollaruutu, kylvön yhteydessä, viikko ennen kylvöä ja kaksi viikkoa ennen kylvöä.



Kuva 8. Lihaluujauhoa saaneet kasvustot 25.9. vasemmalta oikealle nollaruutu, kylvön yhteydessä, viikko ennen kylvöä ja kaksi viikkoa ennen kylvöä.

Webvisusta otetuissa kuvissa (kuva 9) ei eroja lohkojen välillä ole havaittavissa. Ongelmana oli myös useiden kuvien harmaus, mikä johtuu kesän pilvisistä päivistä.



Kuva 9. Webwisun kuvat kasvukaudelta pellolta 1 (vasen) ja pellolta 2 (oikea) heinäkuun puolivälissä.

### 5.3 Satonäytteet

Satoa arvioitaessa ei eri käsittelyn vaiheilla ollut eroa. Näytteissä eroa on 0-ruudun ja lihaluujauhon levityksen välillä. Kosteus tulokset vaihtelevat hieman peltosten ja eri lohkojen välillä.

Taulukko 2. Sadosta määritetty typpi, proteiini ja tuhannen jyvän paino (tjp) laskettuna lohkoilta otettujen neljän näytteen keskiarvona.

		pelto 1	pelto 2
<b>TJP</b> (g)	0-ruutu	56,1	58,1
	kylvö	53,1	59,0
	1vko ennen	53,8	61,5
	2vko ennen	53,7	57,0
<b>Typpi</b> (N, % ilmakuivassa)	0-ruutu	1,8	1,7
	kylvö	1,9	1,9
	1vko ennen	1,9	1,9
	2vko ennen	1,9	2,0
<b>Proteiini</b> (% KA:ssa)	0-ruutu	12,0	11,6
	kylvö	12,0	12,6
	1vko ennen	12,5	13,0
	2vko ennen	12,5	13,2

### 5.4 Maanäytteet

Maanäytteet ennen kylvöä on esitetty taulukossa 3 peltolohkon 1 osalta ja taulukossa 4 peltolohkon 2 osalta. Lähtötiedoissa ei ollut merkittäviä eroja käsittelyjen välillä eri lohkoilla.

Taulukko 3. Pellon 1 lähtötiedot.

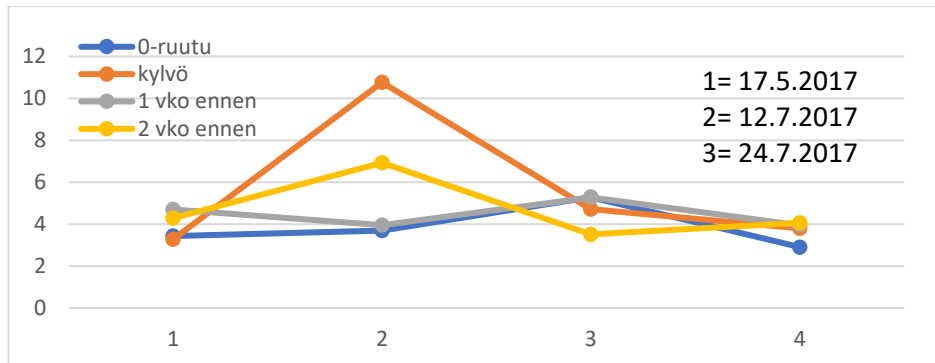
	1 pelto			
	0-ruutu	kylvö	1 vko	2 vko
johtoluku (10 mS/cm)	3	3	3,3	2,8
pH	5,2	5,4	5,5	5,9
Kalsium (mg/l)	930	1300	1200	1400
Fosfori (mg/l)	5,6	6,5	5,6	6
Kalium (mg/l)	120	110	110	120
Magnesium(mg/l)	160	220	260	250
Rikki (mg/l)	12	14	14	13

Taulukko 4. Pellon 2 lähtötiedot.

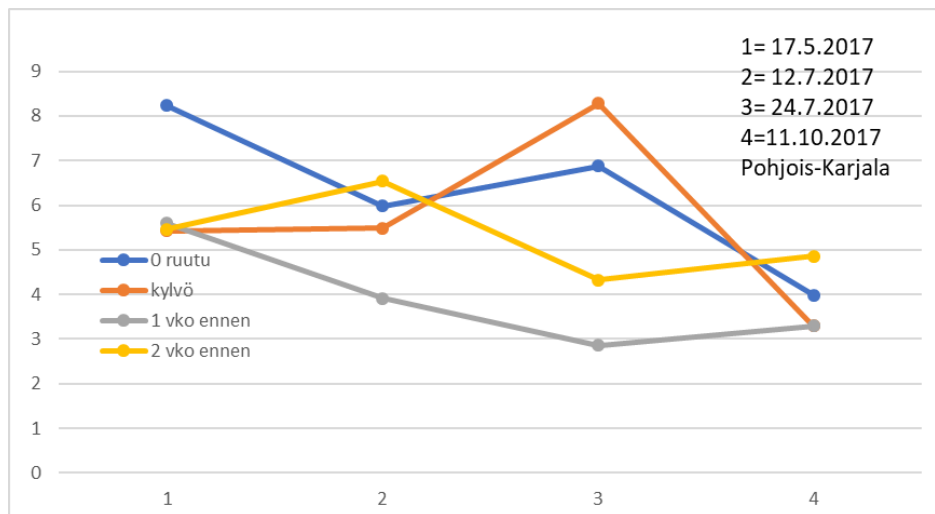
	2 pelto			
	0-ruutu	kylvö	1 vko	2 vko
johtoluku (10 mS/cm)	5,7	4	3,5	3,8
pH	5,1	5,3	5,5	5,4
Kalsium (mg/l)	1200	1100	1100	1100
Fosfori (mg/l)	6,3	6,2	9	6,9
Kalium (mg/l)	35	39	44	43
Magnesium (mg/l)	270	330	190	190
Rikki (mg/l)	20	18	14	15

Maan liukoinen typpi koostuu ammonium- ja nitraattitypestä. Maan liukoisen tyypin määrittämiseksi, maanäytteitä kerättiin seuraavasti 1. näyte 17.5.2017 ennen kylvöä, 2. näyte 12.7.2017, 3. näyte 24.7.2017 ja 4. näyte 27.9. tai 10.10.2017.

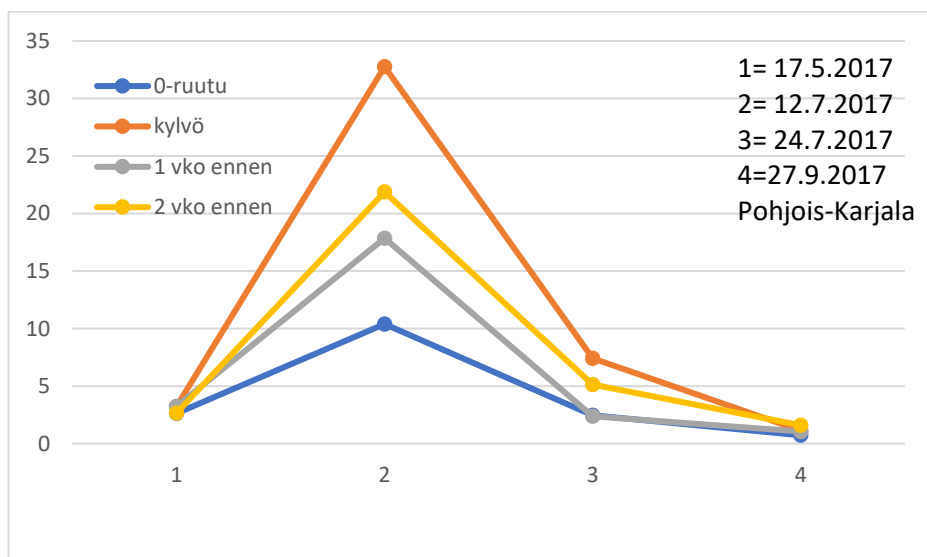
Kuviossa 2 ja 3 on esitetty ammoniumtyppinäytteiden (NH<sub>4</sub>-N) tulokset pelloilla eri ajankohtina. Kuvioissa 4 ja 5 on esitetty nitraattityppinäytteiden (NO<sub>3</sub>-N) tulokset. Kuvioissa 6 ja 7 on esitetty liukoisen tyypin tulokset. Liukoisen tyypin tulokset puoltavat lihaluujauhon levitystä.



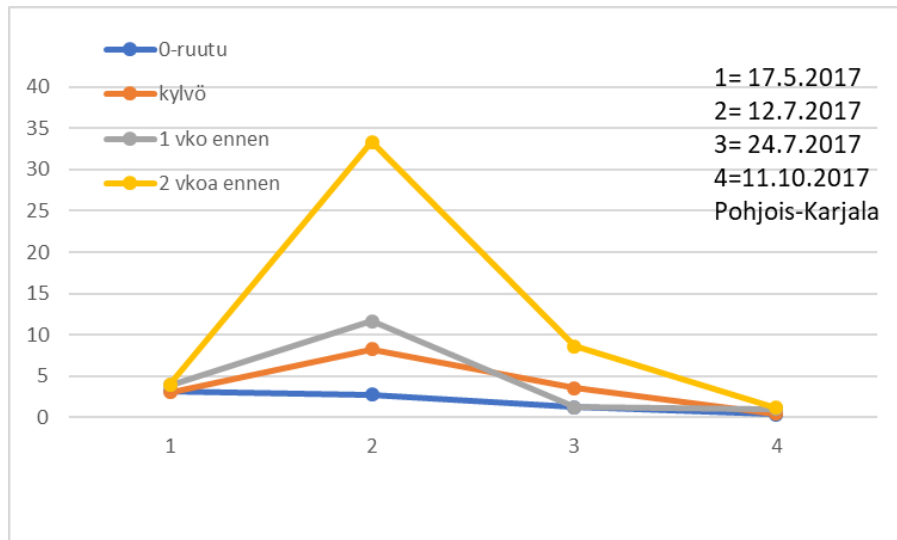
Kuvio 3. Maan ammoniumtyppipitoisuus pellolla 1 (mg/kg ka).



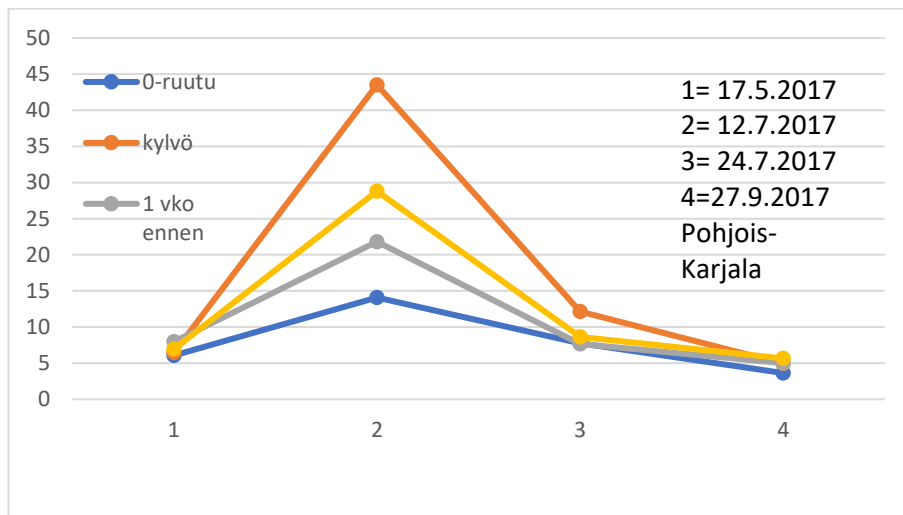
Kuvio 4. Maan ammoniumtyppipitoisuus pellolla 2 (mg/kg ka).



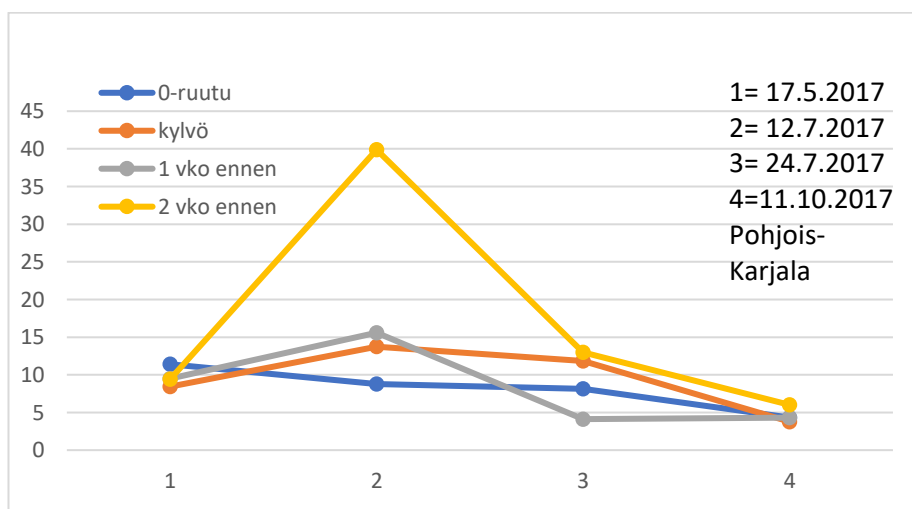
Kuvio 5. Maan nitraattityppipitoisuus pellolla 1 (mg/kg ka)



Kuvio 6. Maan nitraattityypipitoisuus pellolla 2 (mg/kg ka).



Kuvio 7. Maan liukoisen typen pitoisuus pellolla 1 (mg/kg ka).



Kuvio 8. Maan liukoisen typen pitoisuus pellolla (2 mg/kg ka).



## 6 Johtopäätökset

Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää eri vaiheissa toteutetun lihaluujauhon lannoituksen vaikutus viljelykasvin kasvuun sekä satotasoon. Tämän pilottitutkimuksen perusteella vaikuttaisi, että lihaluujauho toimii hyvin lannoitteena sekä parantaa sadon laatua. Tutkimuksessa oli pieni koeala eikä toistettuja käsittelyjä, joten tulosten varmistamiseksi tulisi toteuttaa isompi sokkoutettu ja randomoitu tutkimus. Eri ajankohtina levitettynä lihaluujauholla ei tutkituilla mittareilla ollut eroa, mutta verrattuna nollaruutuun lihaluujauholla saatiin kokeessa paremmat tulokset kasvukauden olosuhteista huolimatta.

## 7 Pohdinta

Kesä 2017 oli haastava viljelyn suhteen eikä näiltä koepelloilta pystytty puimaan kuin vain kokeen analysointiin otettu sato syksyn sateiden vuoksi. Kaikkia suunniteltuja tutkimusnäytteitä tutkimuksia ei myöskään voitu analysoida tai ottaa. Tulokset lihaluujauhoaloilla verrattuna nollaruutuun olivat paremmat kosteudesta huolimatta, ja lihaluujauho toimii myös kosteissa olosuhteissa. Sään vaikutusta kasvuun on vaikea arvioida ja toisenlaisena kesänä tulokset voisivat olla toisenlaiset myös eri vaiheissa levitettynä.

Tuloksissa oli nähtävissä positiivista suuntausta lihaluujauhon levityksen puolesta. Maan liukoisen typen arvo oli selkeästi parempi levitetyillä alueilla kuin nollaruudussa. Eri ajankohtien välillä ei selkeää eroa ollut. Maan liukoisen typen määrittämiseen näyteajankohtia oli vähän, mikä on mitä ilmeisimmin vaikuttanut käyrien muotoon. On mahdollista, että 1 ja 2 viikkoa ennen kylvöä levitetyn lihaluujauhon korkein typen vapautuminen oli jo ohitettu heinäkuun näytteenoton ajankohtina.

Maan typpiarvot olivat hieman parempia pellolla 2 ennen kylvöä levityillä lohkoilla. Tässä taustalla oli luultavasti karjanlannan levitys sekä esikasvina toiminut nurmi,

jotka sisältävät paljon orgaanista ainesta. Perusmaanäytteiltään pellot olivat samanlaiset muuten paitsi maalajin osalta. Viljelykierrolla pystytään vaikuttamaan paljon viljelyn tuloksiin.

Tutkimus on pilotti ja ensimmäinen pienialainen kokeilu eri vaiheissa levitetystä lihaluujauhosta. Tutkimuksessa ei pystytty tämän vuoksi toteuttamaan mm. sokkoutusta. Näytteiden ottajat ovat pyrkineet välttämään koejäsenten tunnistuksen vaikutusta, mutta tämä on voinut mm. kasvustonäytteitä ottaessa vaikuttaa kumpaakin suuntaan. Olisi parempi, jos tuloksia analysoivat ja näytteitä ottavat eivät tietäisi, mikä käsittely on kyseessä.

Tämän tutkimuksen perusteella olisi järkevää toteuttaa laajempi koe, jossa eri käsittelyjä ja lohkoja olisi useita, sillä yksittäisen lohkon ja näytteen vaikutus olisi pienempi. Toisaalta hietamailla typenkierto on nopeaa, ja siksi erojen saaminen on haastavaa. Aiempi viljelykierto vaikuttaa tuloksiin, joten olisi mielenkiintoista tutkia, miten eri esikasvi vaikuttaisi suhteessa lihaluujauhoon. Tutkimuksessa olisi myös hyvä toteuttaa seuranta, että miten lihaluujauho vaikuttaa tulevilla kasvukausilla. Jälkivaikutuksista on tutkimustuloksia myös esitetty (Nogalska ym. 2014).

Suomessa luomuviljelyä on tarkoitus lisätä, ja sen vuoksi sen tehostamiseen ja suurempien satotasojen saavuttamiseen tarvitaan keinoja. Lihaluujauho vaikuttaa toimivan lannoitteena, mutta sen saatavuus voi asettaa haasteen sen käyttöön laajemmin ja tavanomaisessa viljelyssä. Sen käyttö siinä mittakaavassa, kuin sitä on saatavissa, on ekologista ja järkevää kierrätystä.

## Lähteet

- Chen, L., Kivelä, J., Helenius, J. & Kangas, A. 2009. Meat bone meal as fertilizer for barley and oat. *Agricultural and food science*. vol. 20 (2011), 235 - 244.
- Farmit. 2017. Monipuolinen Venla-Kaura. <https://www.farmit.net/kasvinviljely/2011/11/30/monipuolinen-venla-kaura>. 21.1.2018.
- Ecolan. 2017. Agra organic 8-4-2. <http://ecolan.fi/fi/agran-tuotteet/ecolan-agra-organic-8-4-2>. 10.10.2017.
- Evira. 2016. ELÄIMISTÄ SAATAVAT SIVUTUOTTEET. <https://www.evira.fi/kasvit/viljely-ja-tuotanto/lannoitevalmisteet/valmistus-ja-markkinoille-saattaminen/>. 10.12.2017
- Evira. 2017a. Luomu. <https://www.evira.fi/yhteiset/luomu>. 29.10.2017
- Evira b. 2017b. Luomuvälvönnän tilastot ja tietohaut. <https://www.evira.fi/yhteiset/luomu/tilastot-ja-tietohaut/>. 9.12.2017.
- Evira. 2017c. Lannoitus. <https://www.evira.fi/yhteiset/luomu/kasvit/lannoitus/>. 9.12.2017.
- Ilmatieteenlaitos. 2018. <https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>. 4.9.2018.
- K-maatalous. 2017. Viljelyopas 2017. [https://issuu.com/kmaatalous/docs/vo-2017\\_w](https://issuu.com/kmaatalous/docs/vo-2017_w). 8.12.2017.
- Kivelä, J. 2007. LIHALUUJAUHO KAURAN LANNOITTEENA - Teurastamoteollisuuden sivutuotteesta lannoitteeksi. Helsingin yliopisto Soveltavan biologian laitos Agroekologia 01/2007.
- Luonnonvarakeskus (Luke). 2015. Ohran pitkä viljelyhistoria. <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/www/Tietopakettit/Kasvigeenivarat/MaataisTietoPankki/Viljat/Ohra/Viljelyhistoria> 8.12.2017.
- Maatilan Pirkka. 2012. Viljan vastaanotto alkanut Oulun Oritkarissa ja Kalajoella Rahjan satamassa. <https://maatilanpirkka.fi/fi/content/viljan-vastaanotto-alkanut-oulun-oritkarissa-ja-kalajoella-rahjan-satamassa>. 21.1.2018.
- Maaseudun tulevaisuus. 2017. Lihaluujauho ratkaisee luomun lannoitepulmia: Ecolan tuplaa tuotannon. <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.214507>. 21.1.2018.
- Nogalska, A., Chen, L., Sienkiewicz, S. & Nogalski, Z. 2014. *Agricultural and food science*. 23: 19 - 27.

- Peltonen-Sainio, P., Rajala, A. & Seppälä, R. 2005. Viljojen kehityksen ja kasvun ABC. Maa- elintarviketalous 67. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met67.pdf>. 8.12.2017.
- Pietilä, L. 2013. Kaura on pohjoisen valtti. Maaseudun tiede 68 (3), 19. <https://issuu.com/mttelo/docs/mtiede3-2013>. 8.12.2017.
- Rajala, J. 2006. Luonnonmukainen maatalous. Helsingin yliopiston Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, julkaisu n:o 80.
- Seuri, P., Nykänen, A., & Huhta, H. 2001. Siilinjärven apatiittipöly ja muut hidasliukoiset fosfori- ja kalium-lannoitteet luomuviljelyssä Tuloksia koesarjasta vuosilta 1990–1995. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 54. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/440377/asarja54.pdf?sequence=1>. 10.12.2017.
- Vilja-alan yhteistyöryhmässä (VYR). Kauran viljelijän huonetaulu. 2013. [http://www.vyr.fi/document/1/72/471e9de/oppaat\\_ef526c3\\_kauran\\_viljelijan\\_huoneentaulu\\_suomi.pdf](http://www.vyr.fi/document/1/72/471e9de/oppaat_ef526c3_kauran_viljelijan_huoneentaulu_suomi.pdf). 8.12.2017.
- Viitaharju, L., Kujala, S. & Törmä, H. 2017. Luomutuotanto 2020- aluetaloudelliset vaikutukset ja asema julkisella sektorilla. Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti. Raportteja 170. <http://www.helsinki.fi/ruralia/julkaisut/pdf/Raportteja170.pdf>. 8.12.2017.