



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Kierrätyskasvialustojen hyödyntäminen puutarhatuotannossa

Fytotoksisuuskoee

HAMK
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU

Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalous

Lepaa, kevät 2014

Sini I Kumpu

LEPAA
Puutarhatalous
Kasvihuone- ja taimitarhatuotanto

Tekijä Sini I Kumpu

Vuosi 2014

Työn nimi Kierrätyskasvualustojen
hyödyntäminen puutarhatuotannossa



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

TIIVISTELMÄ

Tämän päivän puutarhatuotannossa on tärkeää ottaa huomioon kestävän kehityksen vaatimukset. Esimerkiksi kemialliselle lannoitukselle on etsittävä pysyvämpiä, luonnonmukaisempia vaihtoehtoja. Samoin on syytä pohtia turpeen mielekkyyttä kasvualustana. ”Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa” (Bioliike) on helmikuussa 2013 käynnistynyt EAKR-hanke, jota rahoitetaan Etelä-Suomen EAKR-ohjelmasta. Hankkeen toteuttajia ovat Hämeen ammattikorkeakoulu, Lahden ammattikorkeakoulu ja Laurea-ammattikorkeakoulu. Yhteistyökumppaneina toimii jäte- ja vesihuollon toimijoita sekä bioenergiatuottajia. Osana hanketta pyritään selvittämään biojäte- ja lietepohjaisten kierrätettyjen materiaalien käyttömahdollisuuksia kasvualustana puutarhatuotannossa.

Lepaalla suoritettiin kevään ja kesän 2013 aikana fytotoksisuuskoekoe, jossa tutkittiin orgaanisia kierrätettyjä materiaaleja sisältäviä kasvualustoja. Kierrätetyt materiaalit olivat kompostoitu haravointijäte, erilaiset mädätysjäännökset ja rejektivesi. Koekasveiksi valittiin ohra, kurkku ja vihanneskrassi. Ylös kirjattiin kasvien itämis- ja taimettumisprosentti, kasvuston ja juuriston kunto, sekä tuore- ja kuivapino. Kurkun taimista mitattiin myös suurimman kasvulehden leveys ja pituus. Referenssialustana käytettiin kaupallista viljelyseosta. Koe toistettiin kolme kertaa.

Tulokset olivat vaihtelevia. Osa kasvualustoista antoi varsin lupaavia tuloksia, osa heikkoja. Mädätysjäännöksen iän merkitys näkyy sitä sisältävillä kasvualustoilla. Tuoreena kasvualustaan lisätty mädätysjäännös on kasveille liian voimakasta, mutta vanhempi, varastoitu mädätysjäännös antoi hyviä tuloksia. Rejektiveden sekoittamisella haravointijätekompostiin oli suotuisa vaikutus ja sen mahdollisuuksia lannoitevalmisteena olisikin hyvä tutkia lisää. Muutenkin jatkotutkimuksia tarvitaan, jotta voidaan selvittää, miten kierrätyskasvualustat saadaan parhaiten käyttöön puutarhatuotannon eri osa-alueilla. Huomioon on otettava myös orgaanisen materiaalin mahdollisesti sisältämät haitalliset aineet ja eliöt, jotka rajoittavan sen käyttöä syötäväksi tarkoitettujen tuotteiden viljelyssä.

Avainsanat Fytotoksisuus, kierrätysmateriaalit, kasvualustat, mädätysjäännös, rejektivesi

Sivut 21 s. + liitteet 16 s.

LEPAA
Degree Programme in Horticulture

Author

Sini I Kumpu

Year 2014

Subject of Bachelor's thesis

The utilization of recycled
growth media in horticulture



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

ABSTRACT

In today's horticulture the demands of sustainable development must be taken into account. For example more ecological options for chemical fertilizers should be studied as well as the use of peat as a growth medium reconsidered. "Bioliike" is an ERDF-project funded by ERDF programme for Southern Finland. The project was launched in February 2013. It is a joint venture between HAMK university of applied sciences, Lahti university of applied sciences and Laurea university of applied sciences. Certain local waste management companies, water treatment plants and bioenergy producers are in collaboration with the project. A part of the project is to find out whether organic waste- and sludge-based recycled materials may be used as a growing medium in horticulture.

During the spring and summer of 2013 a series of phytotoxicity tests were conducted in Lepaa to research growth media containing recycled organic materials. The recycled materials were garden waste compost, digestates and wastewater. Barley, cucumber and garden cress were chosen as indicator plants. The variables recorded were germination and seedling percentage, the general condition of foliage and roots and fresh and dry weight. Also the width and length of the largest leaves of the cucumber seedlings were measured. A commercial peat-based substrate was used as a control growth medium. The experiment was repeated three times

The results varied. Some of the growth media gave promising results, others less so. The relevance of digestate age was seen on the media containing digestate. A medium with fresh digestate proved to be too strong for the plants, but an older, stored digestate showed good results. Mixing wastewater in with the garden waste compost had positive effects. Thus the possibilities of using wastewater as fertilizer should be further investigated. In any case additional research is needed to determine, how to make best use of the recycled growth media in different areas of horticulture. It should also be kept in mind that organic matter may contain harmful substances or organisms. This will limit its use when cultivating edible product.

Keywords Phytotoxicity, recycled materials, growth media, digestate, wastewater

Pages 21 p. + appendices 16 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	FYTOTOKSISUUS.....	1
3	ORGAANISET KASVUALUSTAT.....	2
3.1	Lannoitevalmisteita koskevat säädökset	2
3.1.1	Haitalliset metallit	2
3.1.2	Taudinaiheuttajat	3
3.1.3	Kasvipärisen lannoitevalmisteiden erityisvaatimukset.....	3
3.1.4	Epäpuhtaudet	4
3.2	Turve	4
4	KIERRÄTYSKASVUALUSTAT.....	5
4.1	Mädätysjäännös.....	5
4.2	Rejektivesi.....	6
4.3	Haravointijäte.....	6
5	MATERIAALIT JA MENETELMÄT.....	6
5.1	Kokeessa käytetyt kasvualustat.....	8
6	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	9
6.1	Taimettuminen	9
6.2	Tuorepaino	10
6.3	Kurkku.....	11
6.4	Krassi.....	13
6.5	Ohra.....	16
6.6	Rejektiveden vaikutus	18
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	20
Liite 1	Biokaasulaitoksen sivutuotteet	
Liite 2	Pöytäjako ensimmäisellä koetoistolla	
Liite 3	Pöytäjako toisella koetoistolla	
Liite 4	Pöytäjako kolmannella koetoistolla	
Liite 5	Koekasvien itämisprosentti	
Liite 6	Koekasvien taimettumisprosentti	
Liite 7	Kasvuston kunto	
Liite 8	Juuriston kunto	
Liite 9	Kasvuston tuorepaino	
Liite 10	Kasvuston kuivapaino	
Liite 11	Kurkun suurimman kasvulehden koko	
Liite 12	Lämpötila ja suhteellinen ilmankosteus kokeen aikana	



1 JOHDANTO

Ekologisuus ja kierrättäminen ovat tänä päivänä keskeisiä teemoja monilla ammattialoilla. Onkin tärkeää, että luonnonvara- ja puutarha-ala toimivat esimerkillisesti kestäväen kehityksen saralla. Esimerkiksi kemiallisen lannoitukselle on etsittävä pysyvämpiä, luonnonmukaisempia vaihtoehtoja. On myös syytä pohtia turpeen mielekkyyttä kasvualustana. Mitä enemmän fossiilisia raaka-aineita voidaan korvata kierrätetyillä materiaaleilla, sen parempi.

Bioliike-, eli Biojätteistä ja lietteistä kestävää toimintaa -hanke on helmikuussa 2013 käynnistynyt EAKR-hanke, jota rahoitetaan Etelä-Suomen EAKR ohjelmasta. Hankkeen toteuttajia ovat Hämeen ammattikorkeakoulu, Lahden ammattikorkeakoulu ja Laurea-ammattikorkeakoulu. Yhteistyökumppaneina toimii jäte- ja vesihuollon toimijoita sekä bioenergiatuottajia. Osana hanketta pyritään selvittämään biojäte- ja lietepohjaisten kierrätettyjen materiaalien käyttömahdollisuuksia kasvualustana viljelyssä ja puutarhatuotannossa. Suuri osa tutkittavista materiaaleista on syntynyt sivutuotteena biokaasulaitosten toiminnassa.

Kysymys energiantuotannosta on yksi aikamme keskeisimmistä ongelmista. Lienee selvää, että ekologisten vaihtoehtojen löytäminen ja kehittäminen on elintärkeää. Biokaasutuotanto käyttää raaka-aineenaan yhteiskunnassa joka tapauksessa syntyviä jätteitä (Suomen biokaasuyhdistys 2010). Jos taas kaasuntuotannon ravinnepitoiset sivutuotteet saadaan edelleen hyötykäyttöön, on etu sitä suurempi.

2 FYTOTOKSISUUS

Määritelmän mukaan fytotoksisuus merkitsee kasvisolukolle haitallista (Acquaah 2009, 246). Fytotoksisuuskokeella pyritään selvittämään esimerkiksi, haittaavatko käytetyt kasvualustat koekasvien itämistä ja kasvua.

Kasvun varhaisessa vaiheessa fytotoksisuus näkyy poikkeamina normaalista kehityksestä. Tällaisia poikkeamia ovat esimerkiksi kasvun hidastuminen ja morfologiset vääristymät kuten kloroosi eli viherkato, versojen lakastuminen ja kuolio. Oireiden vakavuus riippuu altistumisen laajuudesta ja kestosta. Jos fytotoksiset oireet jatkuvat pitkään, jää sato todennäköisesti huonoksi. (Chang, Granato & Page 1992, 523.)

Orgaanisia lannoitevalmisteita testattaessa, fytotoksisuutta voidaan mitata esimerkiksi taimettumiskokeen avulla tai juurenpituusindeksillä joka huomioi sekä itävyyden että juuren kasvun (Maunuksela 2013). Fytotoksisuuden parametrina juurenpituusindeksiä voidaankin pitää tarkempänä kuin pelkkää itämisprosenttia (MTT raportti 82, s. 55).

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT on osaltaan tutkinut biokaasulaitosten lopputuotteiden käyttökelpoisuutta lannoitetarkoituksiin. Fytotoksisuutta mitattiin krassin itävyyškokeella ja erityisesti siihen perus-

tuvalla juurenpituusindeksillä. Kasvatuskokeessa koekasveina olivat kiinankaali ja ohra. Mitatut ominaisuudet olivat itävyys, taimien tuorepaino ja lehtien väri. Silmämääräisesti arvioitiin versojen, lehtien ja juuriston kuntoa. Tutkimuksessa ei ilmennyt merkittävää fytotoksisuutta. (MTT raportti 82. s. 37, 65)

3 ORGAANISET KASVUALUSTAT

Kasvualustat ovat kasvien kasvatukseen tarkoitettuja teknisesti käsiteltyjä kiinteitä tai nestemäisiä aineita, joihin voidaan lisätä lannoitevalmisteita (Evira 2010). Lannoitevalmistelain (539/2006) 5 §:n mukaan ”lannoitevalmisteiden on oltava tasalaatuisia, turvallisia ja käyttötarkoitukseensa sopivia ja niiden tulee täyttää lannoiteasetuksessa, sivutuoteasetuksessa ja tässä laissa sekä sen nojalla annetuissa säädöksissä asetetut vaatimukset. Lannoitevalmiste ei saa sisältää sellaisia määriä haitallisia aineita, tuotteita tai eliöitä, että sen käyttöohjeiden mukaisesta käytöstä voi aiheutua vaaraa ihmisten tai eläinten terveydelle tai turvallisuudelle, kasvien terveydelle taikka ympäristölle. Lannoitevalmisteiden raaka-aineiden tulee olla turvallisia ja sellaisia, että niistä valmistetut lannoitevalmisteet täyttävät niille asetetut laatuvaatimukset.”

3.1 Lannoitevalmisteita koskevat säädökset

Maa- ja metsätalousministeriö määrittelee lannoitevalmisteiden sisältämillä haitallisilla aineilla, eliöillä ja epäpuhtauksilla enimmäisraja-arvot (MMM 24/11, liite IV).

3.1.1 Haitalliset metallit

Luonnossa raskasmetalleja löytyy kallio- ja maaperästä, kasveista ja eläimistä. Ne voivat esiintyä eri muodoissa: mineraaleina, veteen liuenneina ioneina, suoloina tai kaasuina. Raskasmetallit voivat myös sitoutua orgaanisiin tai epäorgaanisiin molekyyleihin tai kiinnittyä pienhiukkasiin. Osa raskasmetalleista on pieninä määrinä eliöille tärkeitä hivenaineita, mutta liian suurina määrinä myrkyllisiä. Toiset raskasmetallit ovat haitallisia jo hyvin pieninä pitoisuuksina. (Hiukkastieto n.d.)

Raskasmetalleja joutuu luontoon myös ihmisen toiminnan takia. Teollisuuden ja liikenteen päästöt kuormittavat ympäristöä, samoin esimerkiksi torjunta- ja lannoiteaineiden käyttö.

Kasveihin raskasmetalleja kertyy maaperästä tai kasvualustasta ravinteidenoton yhteydessä. Ravintoketjussa raskasmetallit rikastuvat tehokkaasti ja päätyvät lopulta ihmiseen.

Taulukko 1. Orgaanisten lannoitevalmisteiden sisältämien raskasmetallien sallitut enimmäismäärät (MMMä 24/11, liite IV)

Alkuaine	Kuiva-aineen maksimipitoisuus (mg / kg)
Arseeni (As)	25
Elohopea (Hg)	1
Kadmium (Cd)	1,5
Kromi (Cr)	300
Kupari (Cu)	600
Lyijy (Pb)	100
Nikkeli (Ni)	100
Sinkki (Zn)	1500

3.1.2 Taudinaiheuttajat

Ammattimaiseen kasvihuoneviljelyyn tarkoitetuissa kasvualustoissa, joissa kasvinosat ovat suoraan kosketuksissa kasvualustaan, saa esiintyä *Escherichia coli* -bakteeria korkeintaan 100 pmy/g. Muissa kasvualustoissa kolibakteerin yläraja-arvo on 1000 pmy/g. Pmy-lyhenne merkitsee pesäkettä muodostavaa yksikköä.

Salmonellaa ei saa olla todettavissa 25 g:ssa kasvialustanäytettä.

Taimituotannossa käytettävissä kasvualustoissa ei saa viljelytesteissä ilmetä juuripoltesientä (mm. *Fusarium*). (MMMä 24/11, liite IV)

3.1.3 Kasviperäisen lannoitevalmisteiden erityisvaatimukset

Kasviperäistä raaka-aineista tai niiden mukana tulevista multajakeista valmistettujen lannoitevalmisteiden erityisvaatimukseen kuuluu, ettei niissä esiinny tiettyjä kasvintuhoojia.

Juures-, juurikas- ja perunaraaka-aineista tai niiden mukana tehtaalle tulevasta multajakeista valmistetuissa lannoitteissa ei saa esiintyä

- Keltaperuna-ankeroista (*Globodera rostochiensis*)
- Valkoperuna-ankeroista (*Globodera pallida*)
- Perunan vaaleaa rengasmätää (*Clavibacter michiganensis*)
- Perunan tummaa rengasmätää (*Ralstonia solanacearum*),
- Perunasyöpää (*Synchytrium endobioticum*),
- Juurikkaan nekroottista keltasuonivirusta "Ritsomania",
- Juuriäkämäankeroista (*Meloidogyne* spp.) (MMMä 24/11, liite IV.)

"Vaaralliset kasvitaudit ja tuholaiset ovat lainsäädännössä määriteltyjä, vaikeasti torjuttavia tuhojia, jotka aiheuttavat merkittävää vahinkoa maatalous-, metsätalous- tai puutarhatuotannossa" (Evira 2013). Kasvihuone-

tuotannon kasvijätteestä tai kasvualustoista valmistetuissa lannoitteissa ei saa esiintyä kasvitauteja aiheuttavia karanteenituhoojia (MMM 24/11, liite IV).

3.1.4 Epäpuhtaudet

Lannoitevalmisteissa sallitaan pieniä määriä epäpuhtauksia, kuten rikkakasvin siemeniä ja roskia. Mikäli lannoite valmistetaan orgaanisesta aineesta, nopeuttaa kompostointi eloperäisen materiaalin hajoamista. Kompostoinnissa vapautuu kasveille tärkeitä ravinteita ja syntyy maan viljavuutta parantavaa humusta. (Suomen ympäristöopas n.d.)

Taulukko 2. Lannoitevalmisteissa sallittavien epäpuhtauksien enimmäismäärät (MMM 24/11, liite IV)

Epäpuhtaus	Enimmäismäärä
Rikkakasvin siemenet	
Lannoitteissa ja kalkitusaineissa	Ei todettavissa
Pakatuissa maanparannusaineissa ja kasvualustoissa	2 itänyttä litrassa
Pakkaamatta myytävissä maanparannusaineissa ja kasvualustoissa	5 itänyttä litrassa tai tuoteselosteeseen maininta "tuote sisältää tuulilevitteisiä rikkakasvin siemeniä"
Roskat (lasi, metalli, muovit, luut, kiivet)	
Pakatuissa tuotteissa	0,2 % tuorepainosta
Pakkaamatta myytävissä	0,5 % tuorepainosta
Hukkakaura	Ei todettavissa
Kasvin osat (todettu epäpuhtausanalyysin yhteydessä)	Tuotteessa ei saa olla eläviä juuria, juurakoita tai muita kasvulliseen lisääntymiseen liittyviä osia

3.2 Turve

Turve on eloperäinen maalaji, joka kerrostuu muodostumispaikalleen. Sitä syntyy suokasvien jäänteistä epätäydellisen hajoamisen seurauksena kosteissa ja hapettomissa oloissa. Turpeeksi luokitellaan maalaji, jonka kuivamassasta vähintään 75 % on orgaanista ainesta. Turpeen rakenne ja koostumus ja vaihtelevat kasvilajikoostumuksen ja maatumisasteen mukaan. Eri alueilla tavattavat turvekerrostumat ovat erityyppisiä. (Geologian tutkimuskeskus n.d.)

Turve on myös perinteinen, paljon käytetty kasvialusta. Sen etuihin kuuluu hyvä vedenpidätyskyky ja melko korkea kationinvaihtokapasiteetti,

jonka takia se pystyy pidättämään ravinteita. Turve itsessään sisältää varsin vähän liukoisia ravinteita (Farmit n.d.), minkä vuoksi se on ennen viljelyä lannoitettava. Raakaturve on hyvin hapanta, sen pH on vain 3-4 (Kotipiha ja puutarha 1976, 127). Kalkitus vähentää turpeen happamuutta ja niinpä myytävät kasvuturpeet yleensä onkin kalkittu valmiiksi. Koristekasveille sopiva kasvualustan pH on noin 5-6,5 ja johtokyky noin 1,5-3 mS/cm (Kekkilä n.d.).

Lannoittamaton ja kalkitseminen turve ei ole lannoittelain alainen tuote, kasvualustana sille asetetaan kuitenkin tiettyjä vaatimuksia. Turpeen tulee koostua pääosin suokasvien jäännöksistä ja sen tulee kalkituksen ja lannoituksen jälkeen soveltua sellaisenaan kasvualustaksi. Korkeintaan 5 % kuivapainosta saa olla 40 mm seulan läpäisemätöntä puuainesta. (Vapo. 2010, 5.)

Turve luetaan joko fossiiliseksi polttoaineeksi (Energianet n.d.) tai hitaasti uusiutuvaksi biomassapolttoaineeksi (Energiateollisuus n.d.). Niin tai näin, turvesuot ovat joka tapauksessa arvokas osa luonnon monimuotoisuutta. Suomessa turpeen käytöllä on pitkät perinteet ja turvetuotannon rinnalla suomaita myös suojellaan. Yhä enemmän puhutaan turvesoiden rauhoittamisesta ja vähitellen kenties siirrytään käyttämään nopeammin uusiutuvia polttoaineita ja kasvualustamateriaaleja.

4 KIERRÄTYSKASVUALUSTAT

Sen sijaan, että käytettäisiin yksinomaan kemiallisia lannoitteita, voidaan niitä osin korvata eloperäisellä kompostilla. Näin saadaan paitsi hyviä viljelytuloksia, myös edesautetaan kestävästä kehitystä. (Raj & Antil 2010, 83.)

Evira määrittelee teollisuus-, poltto- tai tuotantolaitosten, biokaasu- tai kompostilaitosten sekä jätevedenpuhdistamojen tai muun vastaavan toiminnan yhteydessä syntyvät lannoitevalmisteet ”sellaisenaan lannoitevalmisteina käytettäväksi sivutuotteiksi” (Evira 2010).

Tässä raportissa kierrätyskasvualustoilla tarkoitetaan kasvualustoja, joiden valmistukseen on käytetty eloperäisiä, kierrätettyjä materiaaleja. Opinnäytetyöhöni liittyvässä kokeessa kaikkien kasvualustojen pohjana oli turve, jonka joukkoon kierrätetty materiaali sekoitettiin. Mukana on kasvualustoja, joiden raaka-aineena käytettiin mädätysjäännöstä tai kompostoitua harvointijätettä.

4.1 Mädätysjäännös

Mädätysjäännöstä syntyy esimerkiksi jäteveden puhdistuskäsittelyn yhteydessä sekä biokaasulaitosten toiminnan sivutuotteena (Liite 1). Araújo ja Monteiro (2005, 286) tutkivat tekstiilitehtaan jätevedenpuhdistamolietteestä valmistetun kompostin käyttökelpoisuutta kasvualustana. Liette sisältää orgaanisia aineita, ravinteita, raskasmetalleja sekä väriaineita, minkä

vuoksi se on kompostoitava ennen kierrätystä. Kompostin fytotoksisuutta testattiin idätys- ja kasvatuskokeilla. Idätyskokeiden perusteella laskettu juurenpituusindeksi ei osoittanut fytotoksisuutta, mutta kasvatuskokeissa kompostin lisääntynyt määrä kasvualustassa vaikutti haitallisesti koetaimien kasvuun.

Opinnäytetyössäni käytetyt mädätysjäännökset ovat biojäte- ja / tai lietepohjaisia. Mukana oli tuoreita ja kasalla eri aikoja varastoituja mädätysjäännöksiä, sekä kompostoitua mädätysjäännöstä.



Kuva 1. Mädätysjäännöksen kompostointia (Kuva: Maritta Kymäläinen)

4.2 Rejektivesi

Kun mädätysjäännös käy läpi mekaanisen vedenerotuksen, syntyy rejektivettä (Liite 1). Se on nestettä, joka sisältää ravinteita ja kiintoaineita. Valitseva käytäntö Suomessa on toimittaa rejektivedet jätevedenpuhdistamolle käsiteltäväksi. Kiintoaineiden poisto on usein kuitenkin vaikeaa. (Lehtovuori & Grönfors n.d.) Rejektiveden sisältämän typen takia sen käyttömahdollisuuksia kasviraivina on mielekästä tutkia.

4.3 Haravointijäte

Haravointijäte on eloperäistä, kompostikelpoista jätettä, jota ei voida hakea polttoaineeksi. Haravointijätteenä luetaan esimerkiksi puiden lehdet, risut, neulaset, kävyt ja rikkaruohot. (Kymenlaakson jäte.) Mm. Hämeenlinnan alueella toimiva jätehuolto-yhtiö Kiertokapula kompostoi haravointijätettä isoissa aumoissa, joissa kompostia käännellään säännöllisesti prosessin edetessä (Kiertokapula, 2014). Auma on pyöreä tai pitkulainen säilytyskeko (Nykysuomen sanakirja, 1985, 136).

5 MATERIAALIT JA MENETELMÄT

Opinnäytetyöni käytännön kokeet toteutettiin Lepaan kasvihuoneella kasvukaudella 2013. Koekasveiksi valittiin vihanneskrassi (*Lepidium sativum*), kurkku (*Cucumis sativus*) ja ohra (*Hordeum vulgare*). Krassi on kaksisirkkainen ristikukkaiskasvi (Brassicaceae). Sen optimikasvatuslämpötila on 15–18 °C. (Voipio 2001, 242–243). Kurkku on kaksisirkkainen

kurkkukasvi (Cucurbitaceae). Heimon edustajat ovat pääosin viileänarkoja, trooppisia kasveja. (Voipio 2001, 264.) Ohra, kuten muutkin viljat, on yksisirkkainen heinäkasvi (Poaceae).

Koetoistoja oli kolme, kylvöt näihin kokeisiin tehtiin viikoilla 17, 20 ja 23–24. Viimeisellä koekerralla krassi ja ohra jouduttiin kylvämään kahden kertaan ensimmäisen kylvön epäonnistuttua.

Kukin koe koostui neljästä lohkoista – tässä tapauksessa pöydästä. Koejäseniä lohkolla oli ensimmäisellä toistolla 12 ja kahdella jälkimmäisellä toistolla 15 (liitteet 2-4). Kaikki kolme koekasvia sisältyivät samaan lohkoon. Yhden koeruudun suuruus oli viisi ruukku. Koeruutujen paikat tunnustettiin jokaisella lohkolle erikseen ja merkittiin pistosäleillä. Säleeseen kirjattiin koodi, joka koostui koekasvin nimen lyhenteestä (Ku = kurkku, K = krassi, O = ohra) sekä kasvualustan järjestysnumerosta. Kurkun siemeniä kylvettiin yksi per ruukku, krassin ja ohran siemeniä viisi per ruukku. Reunarivien suojakasveiksi kylvettiin ohraa. Itämisen ajaksi ruukut peitettiin muoveilla. Kastelu tapahtui käsin sumuttimen ja letkun avulla.

K 15	Ku 9	Ku 11	O 5	Ku 1	O 3	Ku 14	K 1	K 6	Ku 7	K 11	Ku 13	O 6	Ku 5	Ku 3
O 1	K 10	O 11	Ku 8	O 14	K 5	K 9	Ku 6	K 7	Ku 4	O 12	O 9	O 7	Ku 2	O 2
K 8	K 3	O 4	O 13	Ku 10	Ku 15	O 15	K 4	K 2	Ku 12	K 12	O 8	K 14	K 13	O 10

Kuvio 1. Esimerkki Koeruutujen sijoittumisesta pöydällä (toisen koetoiston pöytä nro 1)

Krassilla ja ohralla kasvatusaika oli noin kaksi viikkoa, kurkulla hieman pidempi. Koetta purettaessa kirjattiin ylös itäneet ja taimettuneet yksilöt. Kasvuston ja juuriston kunto arvioitiin silmämääräisesti koeruuduittain. Käytetty asteikko oli karkeasti kuvaillen seuraava: 3 = hyvä, 2 = tyydyttävä, 1 = heikko, 0 = ei eläviä yksilöitä / juuria. Kurkun osalta mitattiin suurimman kasvulehden leveys ja pituus. Lisäksi koeruudun kasvien tuore- ja kuivapaino punnittiin.



Kuva 2. Ensimmäisen kokeen pöydät: Yksi koeruutu käsittää viisi ruukkua, joista keskimääräiseen on laitettu pistosäle. Reunariveihin on kylvetty ohraa.

5.1 Kokeessa käytetyt kasvualustat

Ensimmäisellä koekerralla erilaisia kasvualustoja oli 12. Kahteen jälkimmäiseen kokeeseen otettiin näiden lisäksi vielä kolme muuta. Kasvualustat valmistettiin seulomalla kierrätetty materiaali 40 millimetrin seulalla ja sekoittamalla sitä tavallisen kasvuturpeen joukkoon. Raportissa alustoista puhutaan vain niiden järjestysnumeroilla, joten on syytä esitellä ne tässä hieman tarkemmin.

- 1: 30 % biojätepohjainen mädätysjäännös (noin yhden vuoden ikäinen)
- 2: 20 % biojäte-lietepohjainen tuore mädätysjäännös
- 3: 20 % biojäte-lietepohjainen kaksi vuotta vanha mädätysjäännös
- 4: 20 % lietepohjainen mädätysjäännös
- 5: 20 % biojätepohjainen mädätysjäännös (noin yhden vuoden ikäinen)
- 6: 20 % lietepohjainen kompostoitu mädätysjäännös, joka sisältää puun kuorta ja haketta (noin kahden vuoden ikäinen)
- 7: 20 % 1-2-vuotias haravointijätekomposti
- 8: 20 % 1-2-vuotias haravointijätekomposti, johon on pinnalle kylvön jälkeen lisätty 5 ml rejektivettä / ruukku
- 9: viljelyseos (referenssi), johon on pinnalle kylvön jälkeen lisätty 5 ml rejektivettä / ruukku
- 10: 30 % biojäte-lietepohjainen tuore mädätysjäännös
- 11: 30 % biojäte-lietepohjainen kaksi vuotta vanha mädätysjäännös
- 12: referenssi (viljelyseos)
- 13: 20 % 1-2-vuotias haravointijätekomposti, johon on sekoitettu 5 ml rejektivettä / ruukku

- 14: viljelyseos (referenssi), johon on sekoitettu 5 ml rejektivettä / ruukku
 15: 20 % biojätepohjainen mädätysjäännös

Rejektivesi on biokaasulaitoksen toiminnassa sivutuotteena syntyvää typipipitoista nestettä. Ennen kokeen alkua siitä ja muista kokeessa käytetyistä kierrätetyistä materiaaleista tehtiin puristenesteanalyysi.

Taulukko 3. Kierrätettyjen materiaalien puristenesteanalyysin tuloksia

Kierrätetty materiaali alustoilla nr:	pH	Johtokyky (mS / cm)	Liukoinen kokonais-typpi (mgN / g)	Liukoinen kokonais-fosfori (mgP / g)
1, 5	7,85	0,43	0,33	0,08
2, 10	8	1,34	0,91	0,01
3, 11	7,1	0,93	0,08	0,04
4	8,3	1,03	1,26	0,04
6	7,3	0,42	0,06	0,03
7, 8, 13	8,07	0,3	0,35	0,01
15	7,88	2,91	1,87	0,16
Rejektivesi	5,59	0,07	7,31	0,59

Taulukosta nähdään, että johtokyky ja liukoisien kokonaistypen määrä ovat korkeimmillaan tuoreilla mädätysjäännöksillä kuten alustoilla 2, 10 ja 15. Rejektivesi on hapanta ja siinä liukoisten ravinteiden määrät ovat verrattain korkeat, mutta johtokyky alhainen. (Taulukko 3.)

6 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Kokeessa käytetyt kasvualustat antoivat toisistaan hyvinkin poikkeavia tuloksia. Eroja esiintyi luonnollisesti myös koekasvien välillä. Vertailun helpottamiseksi kullekin kasvualustalle laskettiin pistesija taimettumisen ja toisaalta tuorepainon suhteen. Koska koetoistoja oli yhteensä kolme, on tässä esitetty kolmen toiston keskiarvoinen pistesijoitus.

6.1 Taimettuminen

Kuten taulukosta näkyy, on referenssialusta 12 antanut taimettumisen suhteen parhaat tulokset kurkun ja ohran suhteen. Krassilla tavallinen viljelyseos sen sijaan sijoittuu vasta viidenneksi ja korkeimmalle sijalle nousee alusta 13, jossa kompostoitua haravointijätteen on sekoitettu rejektivettä. (Taulukko 4.)

Taulukko 4. Kasvualustojen pistesijat taimettumisen perusteella

Sija	Kurkku	Krassi	Ohra
1.	Ku 12	K 13	O 12
2.	Ku 6	K 3	O 14
3.	Ku 3	K 14	O 13
4.	Ku 14	K 7	O 11
5.	Ku 11	K 12	O 3
6.	Ku 13	K 1	O 7
7.	Ku 2	K 4	O 9
8.	Ku 4	K 5	O 6
9.	Ku 7	K 11	O 4
10.	Ku 10	K 6	O 2
11.	Ku 5	K 2	O 1
12.	Ku 1	K 8	O 5
13.	Ku 9	K 10	O 10
14.	Ku 8	K 9	O 8
15.	Ku 15	K 15	O 15

Heikoiten taimettumisvertailussa pärjäsi kasvualusta 15, joka jäi järjestäen viimeiselle sijalle. Alusta 15 sisältää 20 % biojätepohjaista mädätysjäännöstä.

6.2 Tuorepaino

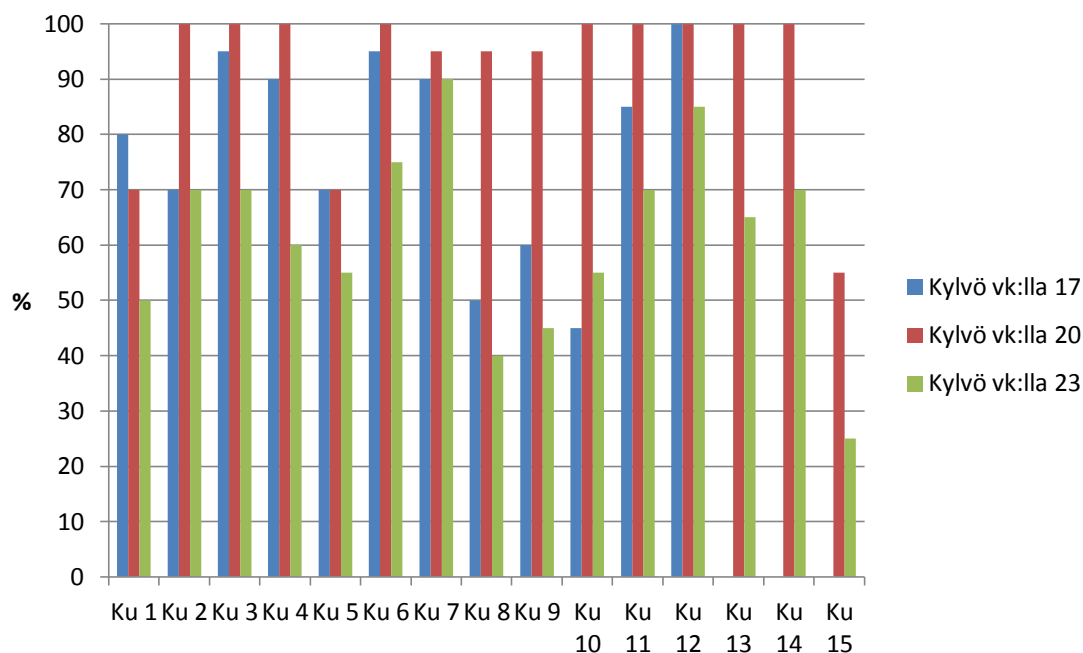
Tuorepainon suhteen voi esiin nostaa alustan 3. Tämä kaksi vuotta varastoitua biojäte-lietepohjaista mädätysjäännöstä sisältävä kasvualusta nousi kunkin koekasvin kohdalla kolmen parhaan joukkoon. (Taulukko 5.)

Taulukko 5. Kasvualustojen pistesijat tuorepainon perusteella

Sija	Kurkku	Krassi	Ohra
1.	Ku 14	K 13	O 12
2.	Ku 12	K 3	O 9
3.	Ku 3	K 12	O 3
4.	Ku 11	K 14	O 13
5.	Ku 13	K 11	O 14
6.	Ku 10	K 8	O 11
7.	Ku 9	K 9	O 4
8.	Ku 4	K 2	O 2
9.	Ku 2	K 1	O 1
10.	Ku 8	K 4	O 8
11.	Ku 15	K 5	O 5
12.	Ku 6	K 10	O 7
13.	Ku 1	K 6	O 6
14.	Ku 5	K 7	O 10
15.	Ku 7	K 15	O 15

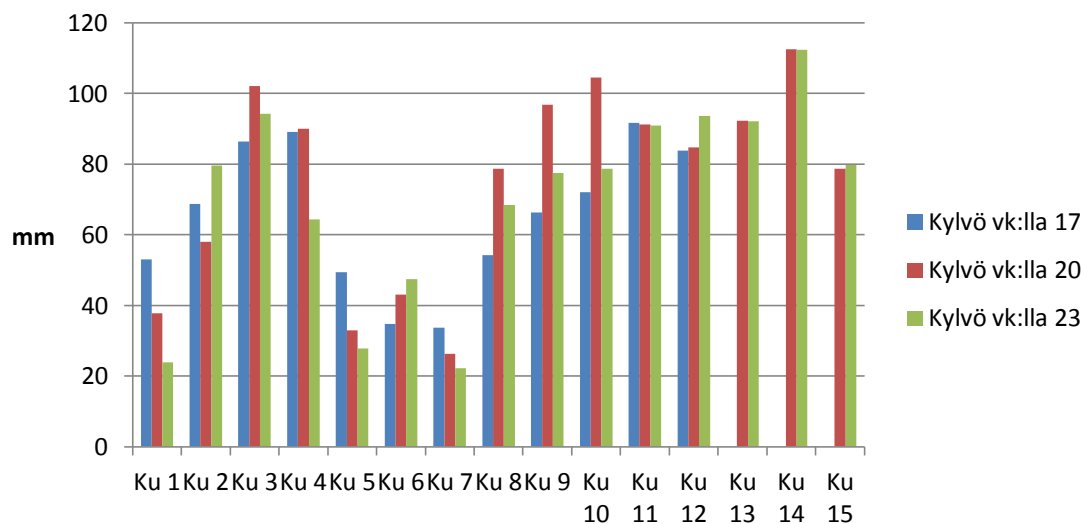
6.3 Kurkku

Kurkun kylvä onnistui kokeessa hyvin. Siementen itämis- ja taimettumisprosentit olivat parhaimmillaan 100 % usealla kasvualustalla. Heikoimmillaankin itävyys oli 25 %.



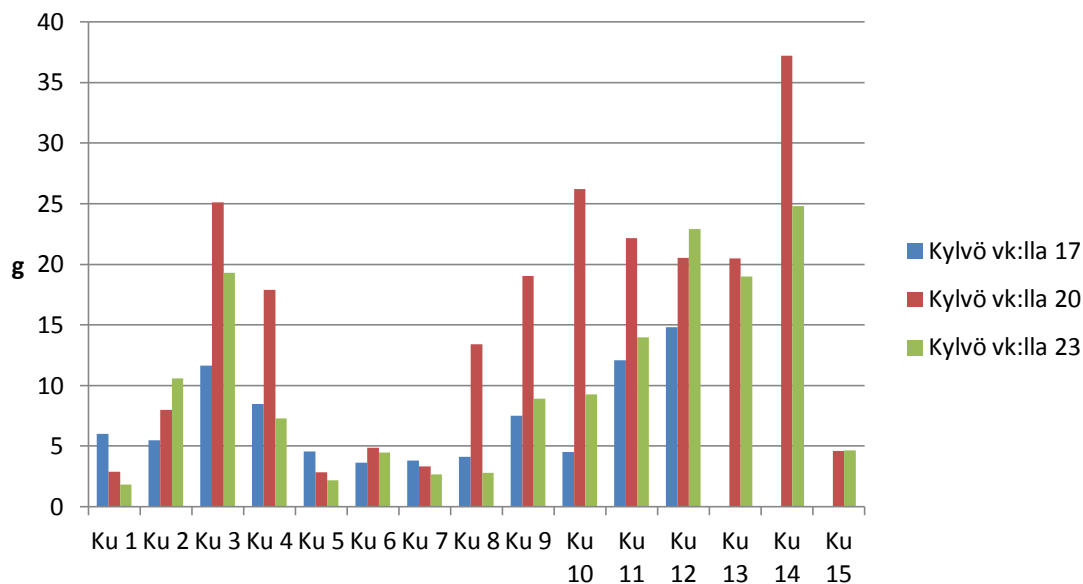
Kuvio 2. Kurkun itäminen (%)

Kurkun osalta kirjattiin ylös kunkin taimen suurimman kasvulehden leveys ja pituus. Tulokset havainnollistavat johdonmukaisesti kasvualustojen eroja. Mielenkiintoista on myös että esimerkiksi alustalla 15 kurkun taimettuminen oli heikkoa, mutta ne yksilöt, jotka kasvoivat, kasvoivat varsin suuriksi. Toisaalta vaikka alustalla 7 siemenet itivät hyvin, jäivät taimet pieniksi. (Kuvio 3.)



Kuvio 3. Kurkun suurimman kasvulehden leveys (mm)

Eroja koetoistojen välillä nähdään tarkasteltaessa esimerkiksi kurkun tuorepainoja (Kuvio 4). Kaavioon on koottu kerranteiden koeruutujen keskiarvot. Huomattavaa on, että toisella koekerralla usean koejäsenen keskiarvot ovat verraten korkeat, mikä saattaa johtua esimerkiksi suotuisista sääoloista, eli auringonpaisteesta. Kurkku on sopeutunut kosteaan trooppiseen ympäristöön ja suosii taimikasvatusvaiheessa jopa 30 asteen lämpötilaa (Voipio 2001, 266).



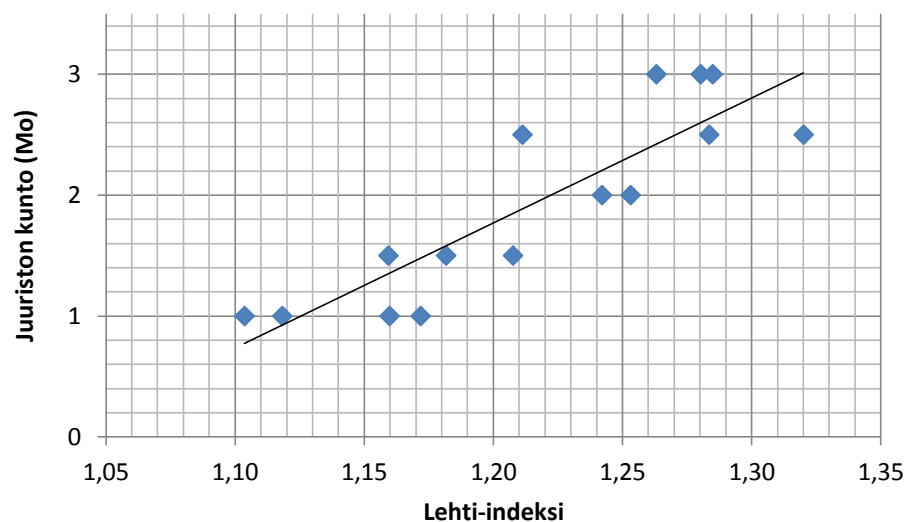
Kuvio 4. Kurkun tuorepainot (g)

Alla olevassa kuvassa on vertailuun asetettu ensimmäisen koetoiston yhden lohkon koeruudut. Lehtimassan erot näkyvät silmämääräisestikin selvästi. (Kuva 2.)



Kuva 3. Kurkun lehtimassan eroja kasvualustoittain. Kuvassa yhden lohkon koeruudut.

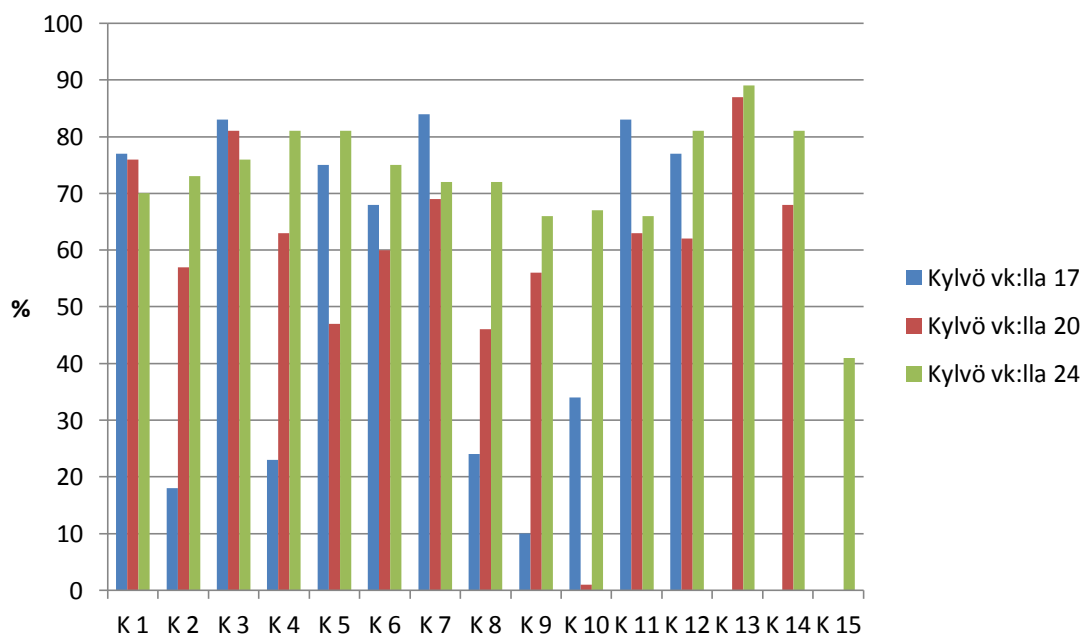
Juuriston kunto arvioitiin silmämääräisesti koeruuduittain asteikolla 0–3. Alla on tarkasteltu juurten kunnon suhdetta lehti-indeksiin, joka kyseisessä kokeessa on suurimman kasvulehden leveys / pituus.



Kuvio 5. Juuriston kunto korreloi lehtipinta-alan kanssa ($R^2=0,77$)

6.4 Krassi

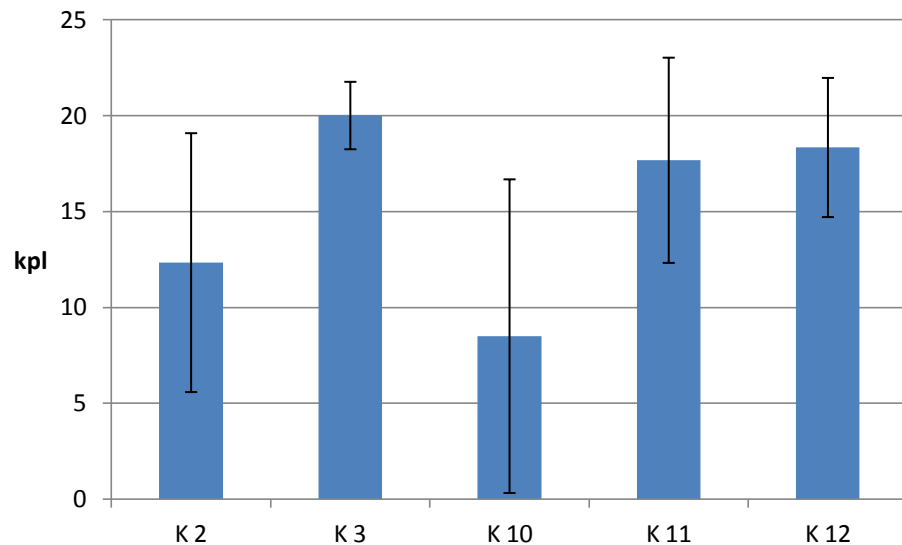
Krassi iti ja taimettui epätasaisemmin kuin kurkku. Toisella koetoistolla alustalla 10 vain 1 % siemenistä taimettui, alustalla 15 ei taimeksi kasvanut yksikään siemen. Tasaisesti hyviä tuloksia taimettumisen suhteen antoivat kasvualustat 3 ja 13. (Kuvio 6.)



Kuvio 6. Krassin taimettuminen (%)

Kasvualustat 10 ja 15 sisältävät tuoretta mädätysjäännöstä - alustan 3 mädätysjäännös on kaksivuotiaista. Kasvualusta 13 on haravointijätekomposti.

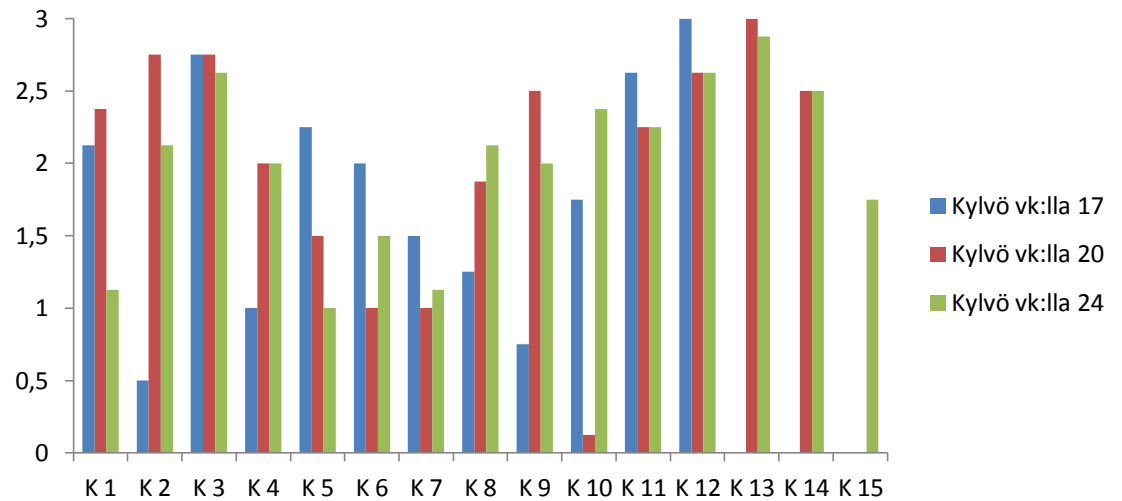
Alla (kuvio 7) on krassin taimettumista vertailtu tiettyjen kasvualustojen välillä. Kuvioon on yhdistetty kaikkien kolmen koetoiston taimettuneet yksilöt per koeruutu ja pylväät kuvaavat niiden keskiarvoja. Koeruudun maksimitaimimäärä on 25 kappaletta.



Kuvio 7. Kasvualustaan lisätyn mädätysjäännöksen tuoreuden vaikutus krassin taimettumiseen

Referenssialustan (12) lisäksi vertailuun on valittu kasvualustat 2, 3, 10 ja 11. Niissä kaikissa on käytetty samantyyppistä biojäte-lietepohjaista mädätysjäännöstä. Erona on se, että alustoilla 2 ja 10 mädätysjäännös on tuoretta, mutta alustoilla 3 ja 11 sitä on varastoitu kaksi vuotta. Alustoihin 2 ja 3 on mädätysjäännöstä lisätty 20 %, alustoilla 10 ja 11 puolestaan 30 %. Selvästi näkyy, että vanhempaa mädätysjäännöstä sisältävät kasvualustat (3 ja 11) pärjäsivät paremmin kuin tuoretta mädätysjäännöstä sisältävät (2 ja 10). Alusta 3 antoi jopa parempia tuloksia kuin referenssialusta (12). Kaikkein heikoimmin kasvit taimettuivat alustalla 10, jossa tuoretta mädätysjäännöstä oli 30 %.

Krassin kasvuston kunto oli vaihtelevaista (kuvio 8). Tasaisen hyviä tuloksia saatiin alustoilla 3 ja 13, heikkolaatuisia yksilöitä puolestaan esimerkiksi alustoilla 6 ja 7. Alla olevassa pylväskaaviossa kasvuston kunto on esitetty kasvualustojen välisinä keskiarvoina. Alustalla 15 on vain yksi arvo (1,75), koska viikolla 20 kylvetyistä siemenistä ei yksikään taimettunut.



Kuvio 8. Krassin kasvuston kunto asteikolla 0–3

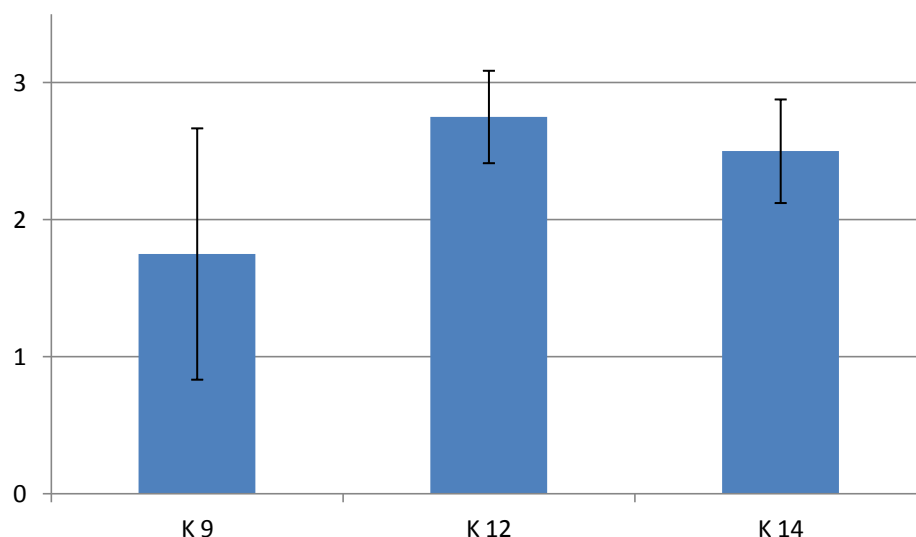
Alla (kuva 3) krassin kasvuston kunnon vaihtelua on havainnollistettu valokuvan avulla. Ensimmäisellä koekerralla alusta 2 tuotti pieniä, huonokuntoisia taimia, kasvualustat 3 ja 11 puolestaan hyvälaatuisia taimia. Kaikki kolme kasvualustaa sisältävät biojäte-lietepohjaista mädätysjäännöstä. Alustalla 2 mädätysjäännös on tuoretta, alustoilla 3 ja 11 noin kaksi vuotta vanhaa.



Kuva 4. Eroja krassin lehtimassassa ensimmäisellä koetoistolla. Kuvassa yhden lohkon koeruudut.

Krassin kasvuston kuntoa voidaan käyttää esimerkkinä myös, kun tarkastellaan rejektiveden vaikutusta. Referenssialustalla 12 on viljelyseosta. Koekasvit kasvavat siinä hyvin: asteikolla 0-3 niiden kasvuston kunto on alustalla 12 keskimäärin 2,8. Alustoilla 9 ja 14 on myös viljelyseosta, mutta niihin on lisätty 5 ml rejektivettä per ruukku. Alustalle 9 on rejektivesi ruiskutettu siementen päälle kylvön jälkeen ja alustaan 14 rejektivesi sekoitettu laimennettuna ennen ruukutusta. Ruukun pintaan lisätyllä rejektivedellä on kasvua heikentävä vaikutus. Alustan 9 taimet ovat selvästi referenssiä huonokuntoisempia, niiden keskimääräinen kuntoarvosana on 1,8. Alustalla 14 keskimääräinen kuntoarvo on 2,5. Alustaan sekoitettu re-

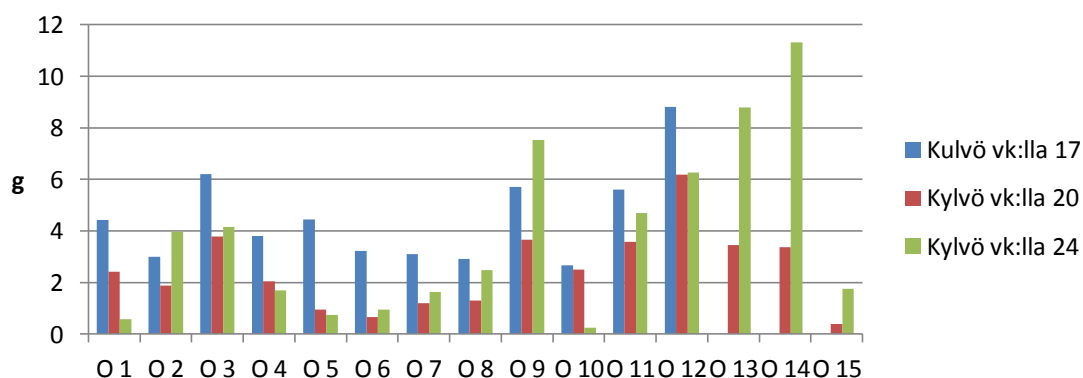
jektivesi toimii siis paremmin, kuin pintaan ruiskutettu, mutta ei krassin kohdalla paranna referenssialustan ominaisuuksia. (Kuvio 9)



Kuvio 9. Krassin kasvuston keskimääräinen kunto asteikolla 0-3

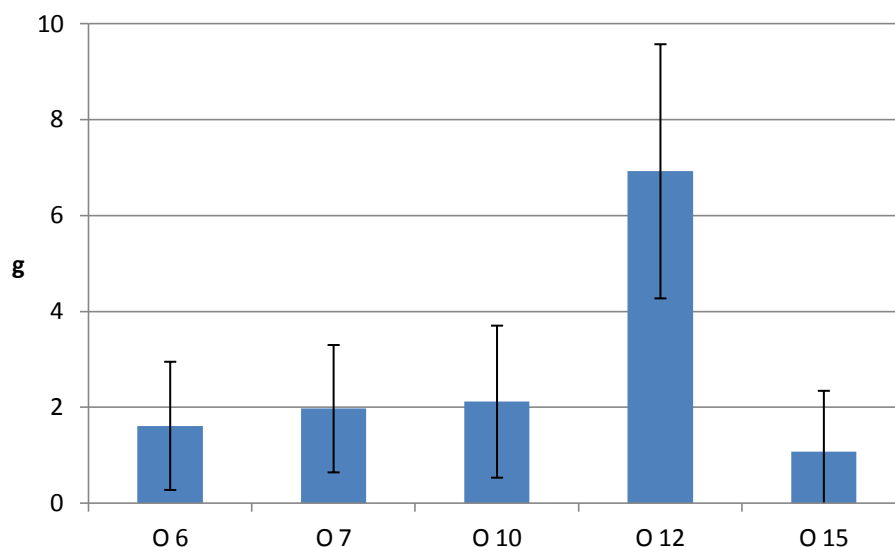
6.5 Ohra

Ohran kasvun esimerkkikaavioksi on valittu kuvio tuorepainoista. Taulukossa näkyy mielenkiintoista vaihtelua sekä kasvualustojen, että koetoistojen välillä. (Kuvio 10.) Toisin kuin kurkulla, on toisen koetoiston massa ohran osalta lähes kaikilla alustoilla pienin.



Kuvio 10. Ohran tuorepainot (g)

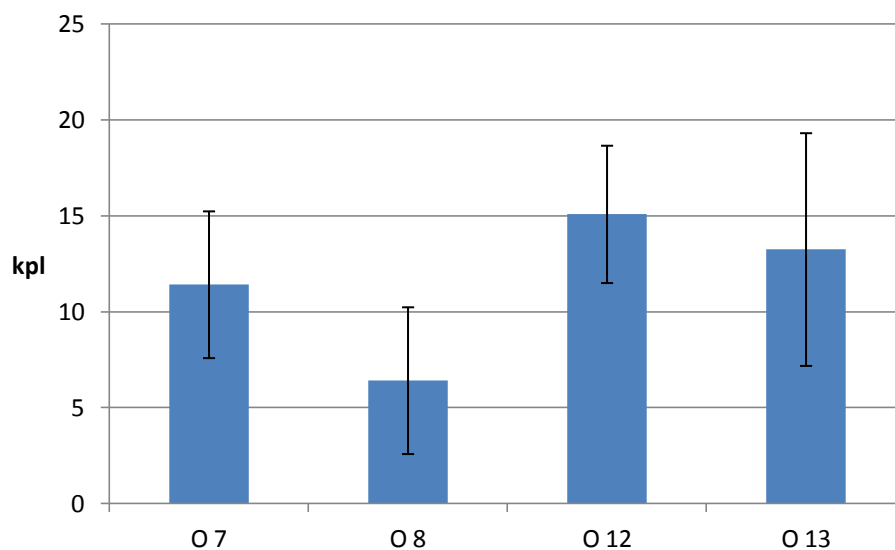
Alla olevaan taulukkoon on referenssin (12) rinnalle valittu tuorepainon perusteella huonosti pärjänneitä kasvualustoja.



Kuvio 11. Ohran tuorepainot tietyillä kasvualustoilla

Pylväät kuvaavat koetoistojen keskiarvoja koeruuditain. Kasvualustat ovat keskenään erilaisia. Alustalla 6 on käytetty 20 % kompostoitua lietepohjaista mädätysjäännöstä, joka sisältää puun kuorta ja haketta. Kasvualusta 7 sisältää 20 % kompostoitua haravointijätettä, alusta 10 30 % biojäte-lietepohjaista tuoretta mädätysjäännöstä. Alustalla 15 on 20 % biojätepohjaista mädätysjäännöstä.

Rejektiveden vaikutusta tutkittiin lisäämällä sitä haravointijätettä sisältävään kasvualustaan. Alusta 7 sisältää 20 % kompostoitua haravointijätettä. Alusta 8 on samanlainen, mutta sen pintaan on kylvön jälkeen ruiskutettu 5 ml rejektivettä / ruukku. Koeruudun maksimitaimimäärä on 25.



Kuvio 12. Rejektiveden vaikutus ohran taimettumiseen haravointijättekasvualustoilla. Maksimitaimimäärä on 25 kpl.

Alustalla 7 taimettui keskimäärin 11,4 siementä, alustalla 8 vain 6,4. Rejektivedessä on paljon mm. tyypeä ja fosforia ja voidaan olettaa, etteivät siemenet kestäneet suoraa kontaktia. Alusta 13 sisältää samoin 20 % kom-

postoitua haravointijätettä, mutta siihen rejektivesi on lisätty laimennettuna ja se on sekoitettu kasvualustaan ennen ruukuttamista. Tällöin rejektivedellä tuntuu olevan suotuisa vaikutus – keskimäärin 13,3 siementä taimettui. Alusta 12 on referenssi eli viljelyseos, johon ei ole lisätty rejektivettä. (Kuvio 12.)

6.6 Rejektiveden vaikutus

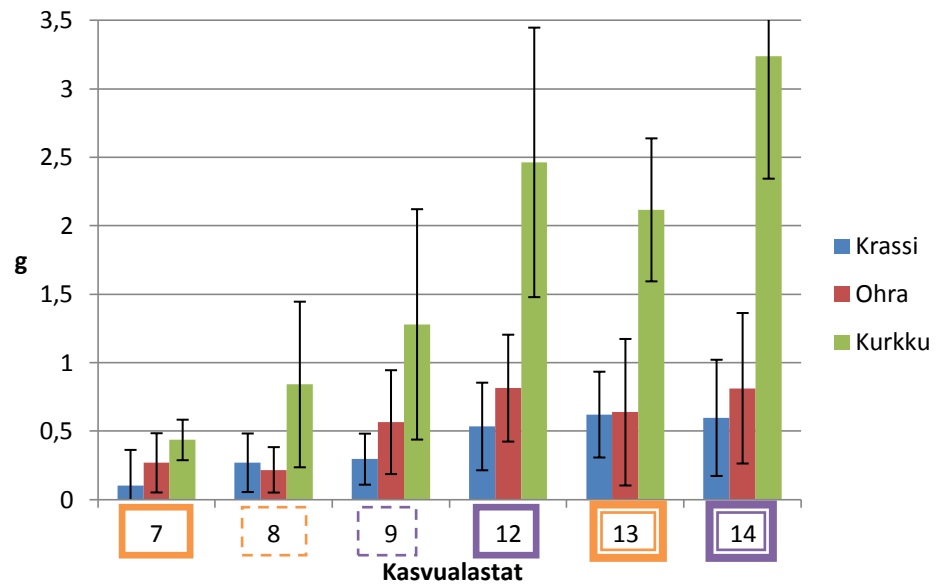
Ensimmäisellä koetoistolla huomattiin, ettei rejektiveden paras lisäystapa ole ruiskuttaa sitä sellaisenaan kasvuston pintaan. Alla oleva kuva havainnollistaa, miten rejektivesi vaikutti ohran kasvuun.



Kuvio 13. Siementen pintaan ruiskutetun rejektiveden vaikutus

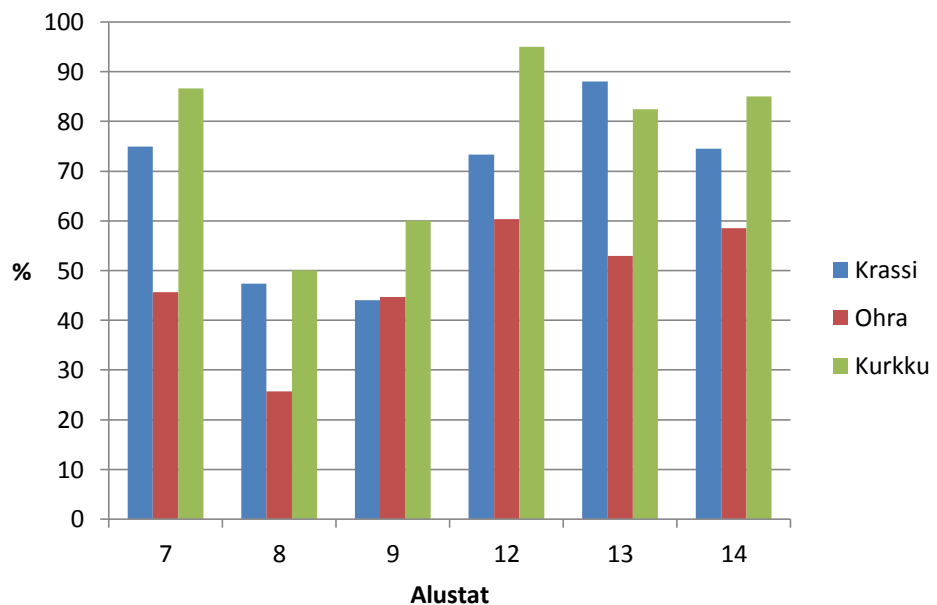
Kuvassa on rinnakkain esitetty yhden koeruudun kasvusto. Alustat 7 ja 8 sisältävät 20 % haravointijätettä, mutta 8:n pintaan on kylvön jälkeen lisätty rejektivettä.

Alla (kuvio 14) on vertailtu rejektiveden vaikutusta eri koekasvien tuorepainoon. 7, 8 ja 13 ovat haravointijättekasvualustoja, 9, 12 ja 14 referenssialustoja. Alustojen 8 ja 9 pinnalle on lisätty rejektivettä kylvön jälkeen, alustoihin 13 ja 14 se on sekoitettu ennen ruukutusta.



Kuvio 14. Taimettuneiden koekasvien kuivapainot koeruudittain

On tärkeää huomata, että kuviossa on esitetty vain taimettuneiden yksilöiden keskiarvoinen kuivapaino. Todellisuudessa rejektivesi ei siis vaikuta näin positiivisesti, koska tässä vaiheessa sato on jo kärsinyt taimettumisen heikentyessä alustoilla 8 ja 9 (Kuvio 15). Totuudenmukaisempi kuva saadaankin tarkasteltaessa sekä kuivapainoa, että taimettumisprosenttia.



Kuvio 15. Koekasvien taimettumisprosentit

Selvää on, että ainakin haravointijättekasvualustaan laimennettuna sekoitettu rejektivesi parantaa tulosta. Erityisesti kurkku näyttäisi hyötyvän rejektivedestä kasvuston massaa tarkasteltaessa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Koe antoi mielestäni lupaavia tuloksia. Kierrätetyt orgaaniset materiaalit eivät suinkaan ole poissuljettu vaihtoehto etsittäessä uusia viljelytapoja. Kierrätetyt materiaalit paitsi lannoittavat kasvualustaa, myös korvaavat osan turpeesta.

Mädätysjäätöskasvualustojen perusteella saaduista tuloksista nähdään selvästi kompostoinnin ja varastoinnin tärkeys. Tuoreena kasvualustaan lisätty mädätysjäätös on kasveille liian voimakasta, mutta vanhemmat mädätysjäätökset antoivat osin todella hyviä tuloksia.

Vanhennetun mädätysjäätöksen osalta tulokseen ei merkittävästi vaikuttanut, lisättiinkö mädätysjäätöstä kasvualustaan 20 vai 30 prosenttia.

Rejektiveden käyttöä on syytä tutkia edelleen. Sillä oli oikein lisättyinä suotuisa vaikutus etenkin haravointijättekasvualustaan.

Monella parametrilla mitattuna kurkun tulokset olivat ohraa ja krassia paremmat. Kurkun taimikasvatus oli hieman pidempi, kuin muilla koekasveilla ja kenties se sai kasvualustan ravinteet paremmin käyttöönsä.

Kierrätettyjen materiaalien mahdollisesti sisältämien haitallisten aineiden vuoksi, niitä ei ainakaan sellaisenaan voi käyttää viljeltäessä syötäväksi tarkoitettuja tuotteita.

Kesän ja syksyn 2013 aikana Lepaan kasvihuoneessa suoritettiin Bioliike-hankkeeseen liittyen kasvatuskoe kesäbegonialla (*Begonia semperflorens*). Kokeessa testattiin kierrätyskasvualustojen vaikutuksia pitimmässä kasvatuskassa. Hankkeen tiimoilta tehdään myös peltokokeita. Mielestäni olisi tärkeää selvittää kuinka kierrätyskasvualustat saadaan parhaiten käyttöön toisaalta peltoviljelyssä ja toisaalta taimisto- ja kasvihuonetuotannossa.

Lähteet

Acquaah, G. 2009. Horticulture – Principles and practicies. 4. p. Pearson prentis hall.

Araújo, A.S.F. & Monteiro, R.T.R. 2005. Plant bioassays to assess toxicity of textile sludge compost. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.) 62 (3). 286-290.

Chang, A.C., Granato, T.C. & Page, A.L. 1992. A Methodology for establishing phytotoxicity criteria for chromium, copper, nickel and zinc in agricultural land application of municipal sewage sludges. Journal of environmental quality. 1992 (4), 523.

Energianet. n.d. Sähkönhuolto. Fossiiliset energialähteet. Viitattu 6.3.2014.

<http://energianet.fi/index.php?page=sahkuhuolto&osa=4>

Energiateollisuus. n.d. Energia ja ympäristö. Energialähteet. Turve. Viitattu 6.3.2014

<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/turve>

Evira. 2010. Kasvit. Viljely ja tuotanto. Lannoitevalmisteet. määritelmiä. Viitattu 4.3.2014.

<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/maaritelmia/>

Evira. 2013. Kasvit. Viljely ja tuotanto. Kasvitaudit ja tuholaiset. Vaaralliset kasvitaudit ja tuholaiset. Viitattu 6.3.2014.

<http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/kasvitaudit+ja+tuholaiset/vaaralliset+kasvitaudit+ja+tuholaiset/>

Farmit. Kasvinviljely. Kasvihuoneviljely. Kasvihuoneviljely-käsikirja. Kasvualusta. Viitattu 4.3.2014

<https://www.farmit.net/kasvinviljely/erikoiskasvien-viljely/kasvihuoneviljely/kasvihuoneviljely-kaesikirja/kasvualusta>

Geologian tutkimuskeskus. Geologia tutuksi. Geologiset luonnonvarat. Turve. Viitattu 4.3.2014

<http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/turve/>

Hiukkastieto. n.d. Hiukkaskäsikirja. Hiukkasten vaikutus ympöristöön. Raskasmetallit ja hiukkaset. Viitattu 6.3.2014

<http://www.hiukkastieto.fi/node/140>

Kekkilä. n.d. Ammattiviljely. Ohjeet. Viljelyohjeet. Ohjeavrot koristekasveille.pdf. Viitattu 16.3.2014

<http://www.kekkila.fi/ammattiviljely/ammattiviljelijä/ohjeet/viljelyohjeet>

Kiertokapula. 2014. Mitä jätteille tapahtuu. Haravointijäte. Viitattu 25.2.2014.

<http://www.kiertokapula.fi/kiertokapula/vastuullisuus-ja-ymparisto/mita-jatteelle-tapahtuu/>

Kotipiha ja puutarha. 1976. Helsinki. Oy Valitut palat.

Kymenlaakson jäte. Haravointijäte. Viitattu 25.2.2014.

<http://www.kymenlaaksonjate.fi/fi/Asukkaat%20ja%20is%C3%A4nn%C3%B6itsij%C3%A4t/Lajitteluohjeet/Haravointij%C3%A4te/>

Lannoitevalmistelaki 539/2006. 29.6.2006.

Lehtovuori, J & Grönfors, O. Biokaasulaitosten rejektivedet. Kemira Oyj. Viitattu 26.2.2014.

http://www.vvy.fi/files/2076/Lehtovuori_Jukka.pdf

Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista. 24/11. 1.9.2011.

Maunuksela, L. 2013. Biokaasulaitosten lopputuotteiden laadunvalvonta – biotestien hyödyntäminen. Viitattu 10.2.2014.

http://www.mtt.fi/wwwdoc/kestavastikiertoon/Maunuksela_Biotestit.pdf

MTT raportti 82. 2013. Biokaasulaitosten lopputuotteen lannoitavalmisteina. Viitattu 10.2.2014.

<http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti82.pdf>

Nyky-suomen sanakirja 1. Osat I ja II: A – K. 1985. 9. p. Porvoo. WSOY.

Raj, D. & Antil, R.S. 2010. Phytotoxicity evaluation and response of wheat to agro-industrial waste composts. Archives of agronomy and soil science 2012 (1-3), 73-84.

Suomen biokaasuyhdistys. 2010. Biokaasu. Tuotanto. Viitattu 1.3.2014.

http://www.biokaasuyhdistys.net/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=53&Itemid=73

Suomen ympäristöopas. n.d. Ympäristötietoa. Kompostointi. Viitattu 6.3.2014

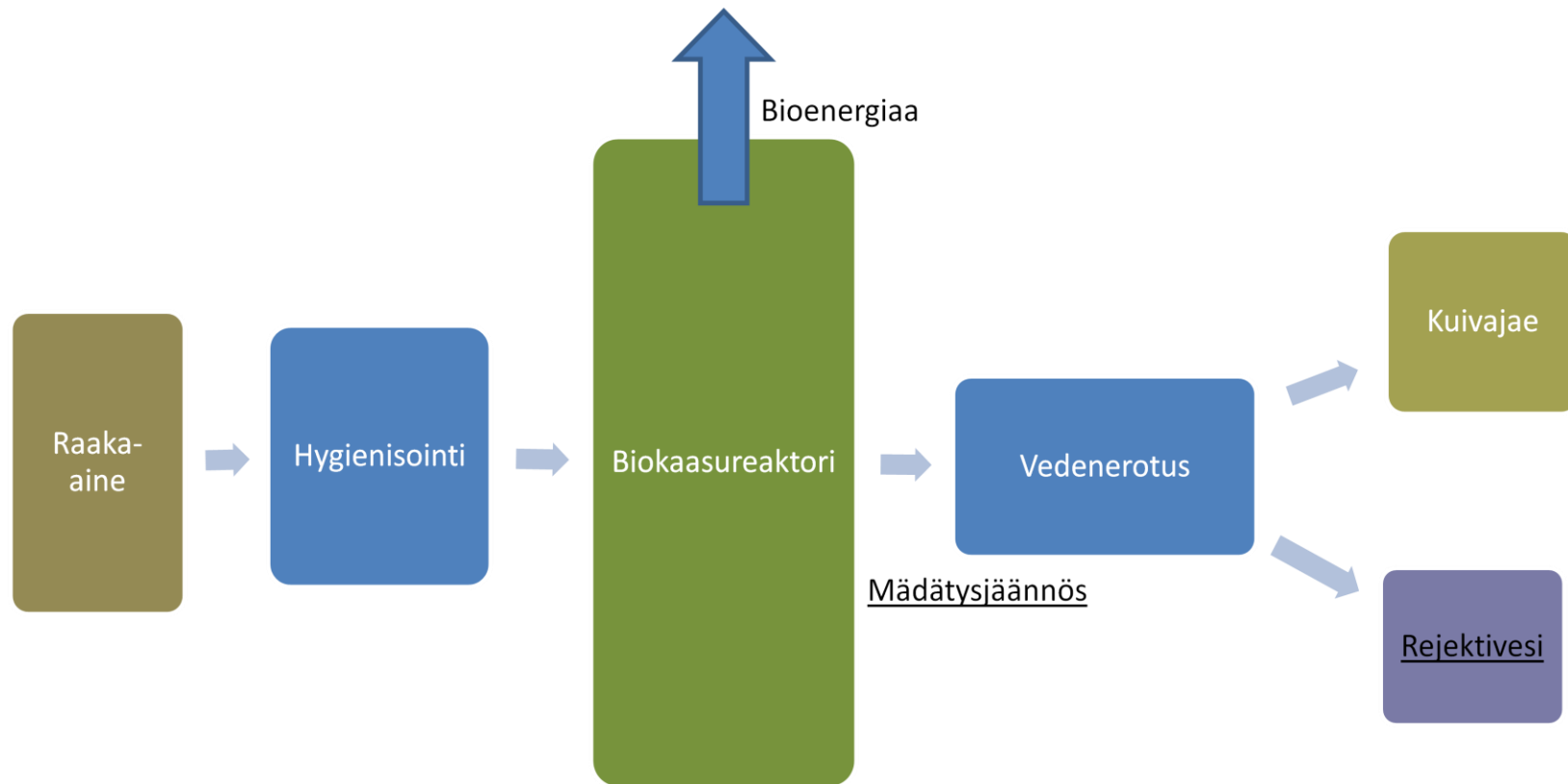
<http://www.ymparistoopas.com/kompostointi/>

Vapo. 2010. Kasvuturpeen ja turvepohjaisten kasvualustojen laatuohje. 1. Korjattu versio. 1.10.2010. Viitattu 5.3.2014.

http://www.vapo.fi/filebank/282-5040-kasvuturve_laatuohje_1_10_2010.pdf

Voipio, I. 2001. Vihannekset – lajit, viljely ja sato. Forssa. Nordmanin kirjapaino Oy.

BIOKAASULAITOKSEN SIVUTUOTTEET



PÖYTÄJAKO ENSIMMÄISELLÄ KOETOISTOLLA (kylvetty viikolla 17)

O 1	Ku 8	Ku 6
K 11	Ku 5	K 8
K 10	Ku 9	O 9
Ku 4	O 5	O 12
Ku 1	K 2	Ku 12
K 3	O 7	Ku 10
Ku 11	K 1	K 5
K 9	K 4	O 11
O 8	K 6	Ku 7
O 2	Ku 2	O 3
K 7	O 10	O 4
K 12	O 6	Ku 3

O 9	Ku 4	K 3
K 1	O 8	Ku 3
K 5	K 7	Ku 2
K 6	O 1	Ku 5
O 7	O 12	O 6
Ku 8	K 12	O 4
Ku 10	K 9	Ku 6
K 8	Ku 11	K 4
Ku 9	K 10	O 3
O 10	O 11	O 5
Ku 1	O 2	K 11
Ku 12	K 2	Ku 7

K 12	Ku 9	O 8
O 7	K 2	Ku 12
K 3	K 5	K 11
K 9	O 4	Ku 2
Ku 3	O 10	Ku 6
Ku 8	O 1	O 6
K 7	K 1	Ku 11
O 3	Ku 1	O 2
O 12	Ku 10	O 5
Ku 4	O 11	K 6
K 8	Ku 5	K 4
O 9	K 10	Ku 7

O 3	O 5	Ku 8
O 6	O 1	O 8
Ku 9	K 7	Ku 1
K 6	O 2	K 1
K 11	O 10	O 4
K 12	Ku 2	O 12
Ku 3	Ku 11	Ku 10
O 7	Ku 12	K 10
K 9	K 8	K 3
Ku 7	Ku 6	K 4
K 2	Ku 5	O 11
K 5	O 9	Ku 4

Ikkuna tällä seinustalla

PÖYTÄJAKO TOISELLA KOETOISTOLLA (kylvetty viikolla 20)

K 8	O 1	K 15
K 3	K 10	Ku 9
O 4	O 11	Ku 11
O 13	Ku 8	O 5
Ku 10	O 14	Ku 1
Ku 15	K 5	O 3
O 15	K 9	Ku 14
K 4	Ku 6	K 1
K 2	K 7	K 6
Ku 12	Ku 4	Ku 7
K 12	O 12	K 11
O 8	O 9	Ku 13
K 14	O 7	O 6
K 13	Ku 2	Ku 5
O 10	O 2	Ku 3

Ku 3	K 11	Ku 15
Ku 7	K 10	K 4
Ku 14	Ku 13	O 8
O 7	Ku 5	K 9
K 13	Ku 6	O 1
O 5	O 14	K 12
K 7	K 2	O 6
K 5	O 3	Ku 2
K 8	O 2	Ku 4
Ku 10	Ku 1	O 11
K 14	Ku 12	O 12
Ku 11	Ku 8	O 4
O 13	Ku 9	O 10
O 15	K 3	K 15
K 6	O 9	K 1

O 1	K 14	Ku 13
Ku 10	K 5	K 4
K 6	O 3	K 8
K 7	K 1	O 12
O 7	Ku 14	K 9
Ku 6	O 15	O 2
Ku 4	O 9	Ku 9
Ku 7	O 6	O 10
K 2	Ku 15	Ku 12
K 15	K 11	O 8
Ku 11	Ku 1	Ku 2
K 10	O 14	O 4
Ku 5	K 3	O 13
K 12	K 13	Ku 3
O 11	O 5	Ku 8

K 10	Ku 10	K 3
O 13	O 1	Ku 15
Ku 1	K 6	Ku 5
O 15	K 13	K 8
O 11	O 5	K 11
K 1	K 2	Ku 2
O 6	O 7	O 4
K 15	Ku 11	Ku 9
Ku 4	K 4	Ku 8
O 8	Ku 14	K 9
Ku 13	K 14	O 12
Ku 6	Ku 12	O 14
O 2	K 5	O 3
O 10	O 9	Ku 7
K 12	Ku 3	K 7

Ikkuna tällä seinustalla

PÖYTÄJAKO KOLMANNELLA KOETOISTOLLA (kylvetty viikoilla 23 ja 24)

Ku 2	Ku 13	O 5
O 3	O 8	Ku 3
Ku 15	O 1	O 11
Ku 14	O 4	K 2
Ku 9	O 2	Ku 5
K 13	O 10	Ku 4
K 7	Ku 6	O 7
K 14	Ku 7	Ku 10
K 6	O 14	K 9
Ku 8	K 1	K 5
K 10	O 15	K 3
K 4	Ku 12	K 12
K 11	O 12	O 13
O 6	K 8	Ku 11
Ku 1	K 15	O 9

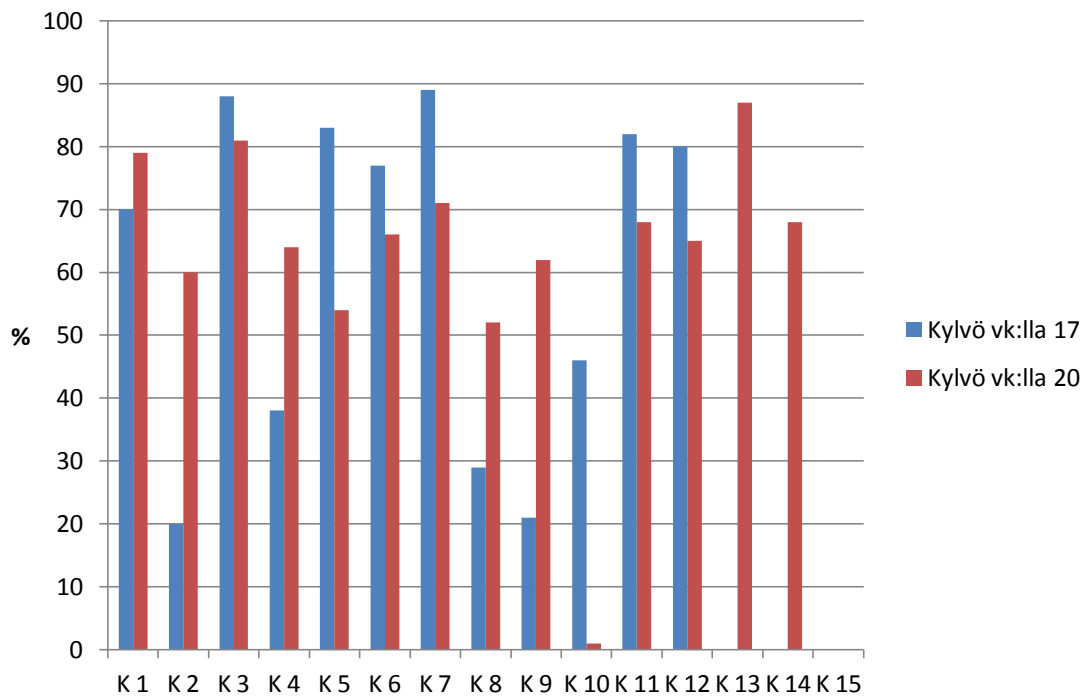
K 14	O 6	O 3
K 2	O 14	Ku 11
K 3	O 5	K 11
Ku 5	K 4	O 11
O 15	O 13	Ku 1
K 15	Ku 10	O 12
Ku 6	K 10	Ku 2
O 7	Ku 9	Ku 15
Ku 8	Ku 13	O 1
Ku 12	Ku 3	K 8
K 13	K 7	K 1
Ku 7	K 12	O 9
O 8	Ku 4	O 10
K 9	O 2	K 5
O 4	Ku 14	K 6

K 11	K 8	Ku 7
K 9	Ku 2	O 9
O 5	O 1	Ku 5
Ku 9	K 1	K 12
Ku 12	K 4	O 7
K 3	O 8	O 14
O 15	O 11	Ku 13
Ku 15	Ku 4	Ku 8
K 15	K 6	Ku 6
K 10	Ku 14	O 4
K 5	O 13	O 12
Ku 1	K 7	Ku 10
O 6	Ku 3	O 3
O 10	Ku 11	K 13
K 2	K 14	O 2

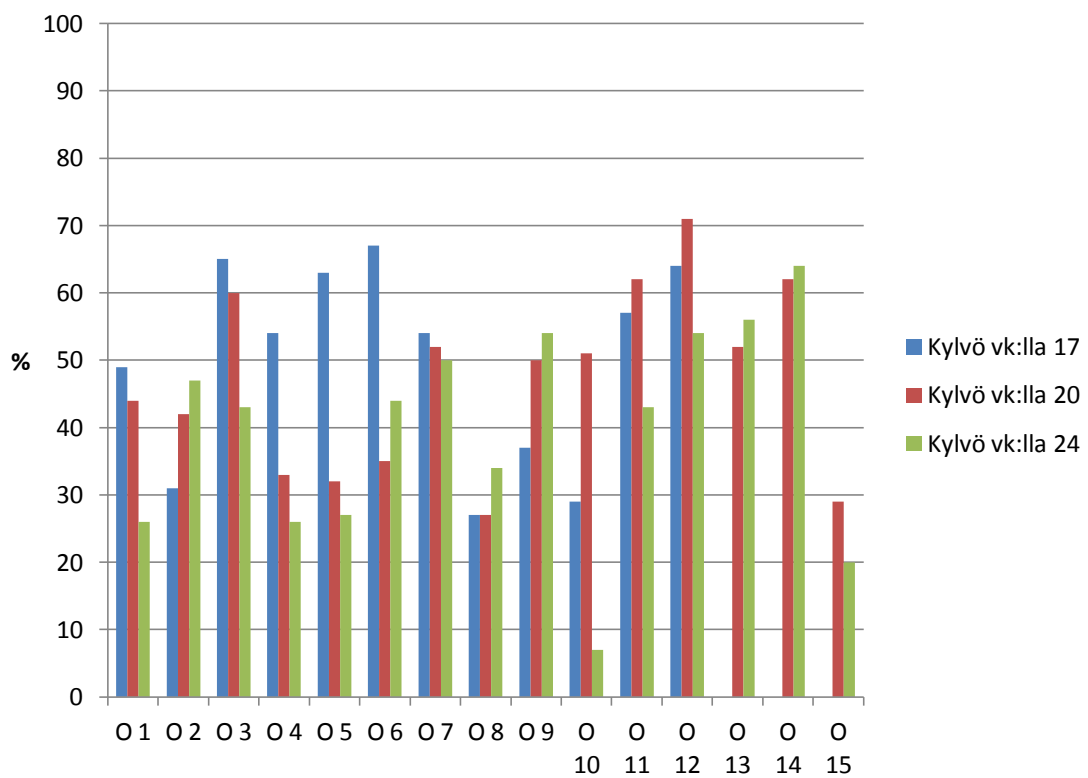
K 6	K 15	O 8
Ku 9	K 2	Ku 15
O 14	O 7	K 12
Ku 14	Ku 11	K 5
K 11	Ku 5	Ku 7
O 4	O 11	Ku 4
Ku 8	K 10	K 13
K 9	O 15	Ku 13
O 2	Ku 6	K 14
Ku 3	K 1	O 5
Ku 10	Ku 1	O 12
Ku 2	O 13	O 3
O 6	O 9	K 8
O 1	O 10	K 7
Ku 12	K 3	K 4

Ikkuna tällä seinustalla

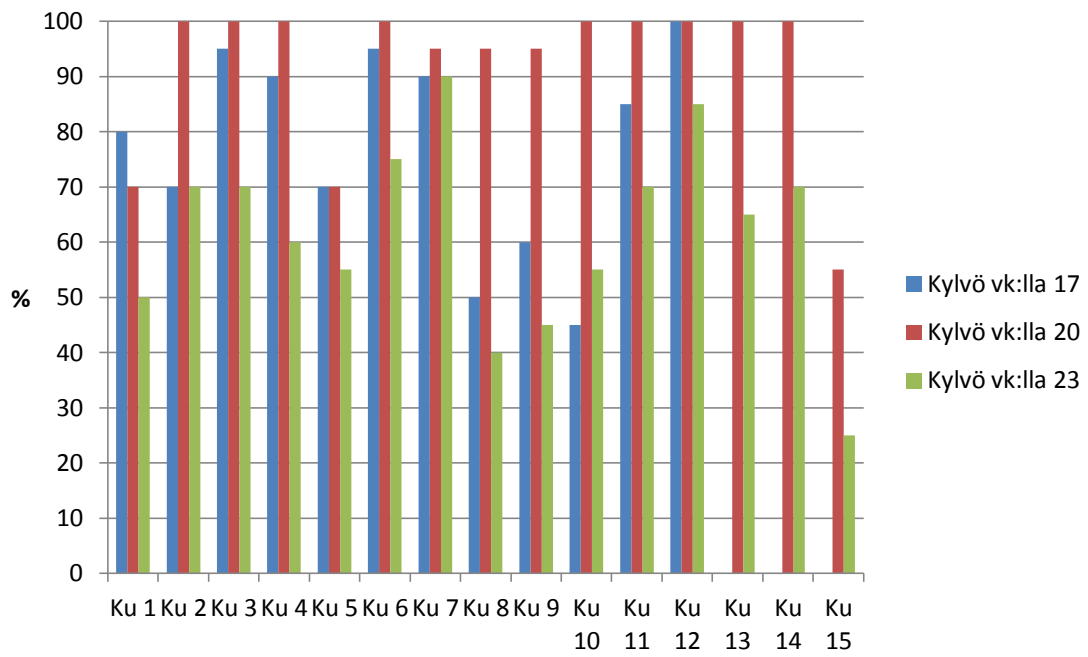
KOEKASVIEN ITÄMISPROSENTTI



Kuvio 1. Krassin itävyys

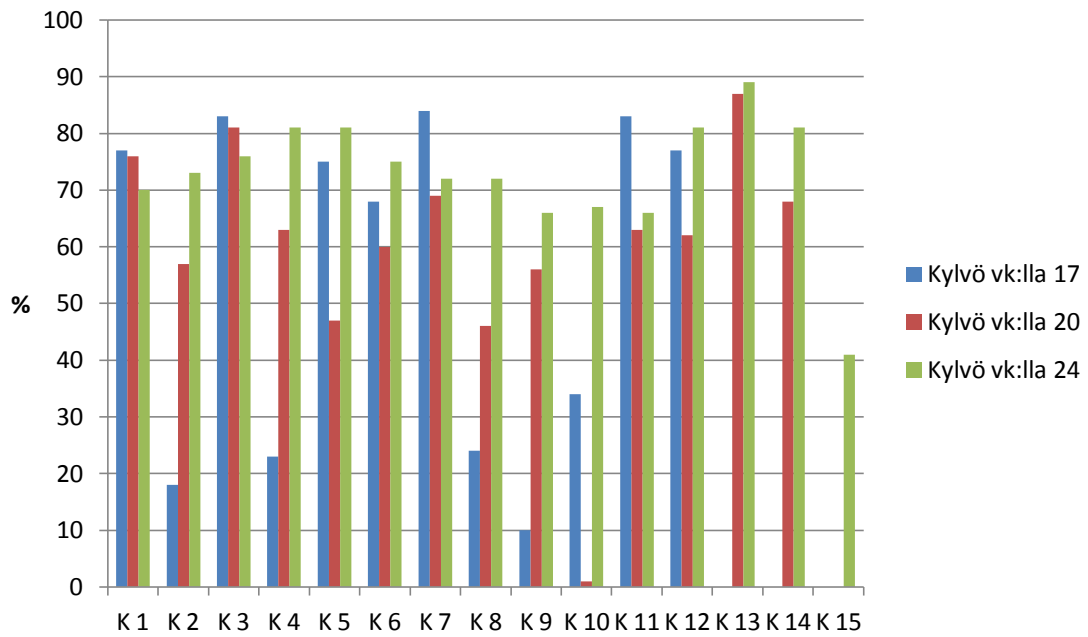


Kuvio 2. Ohran itävyys

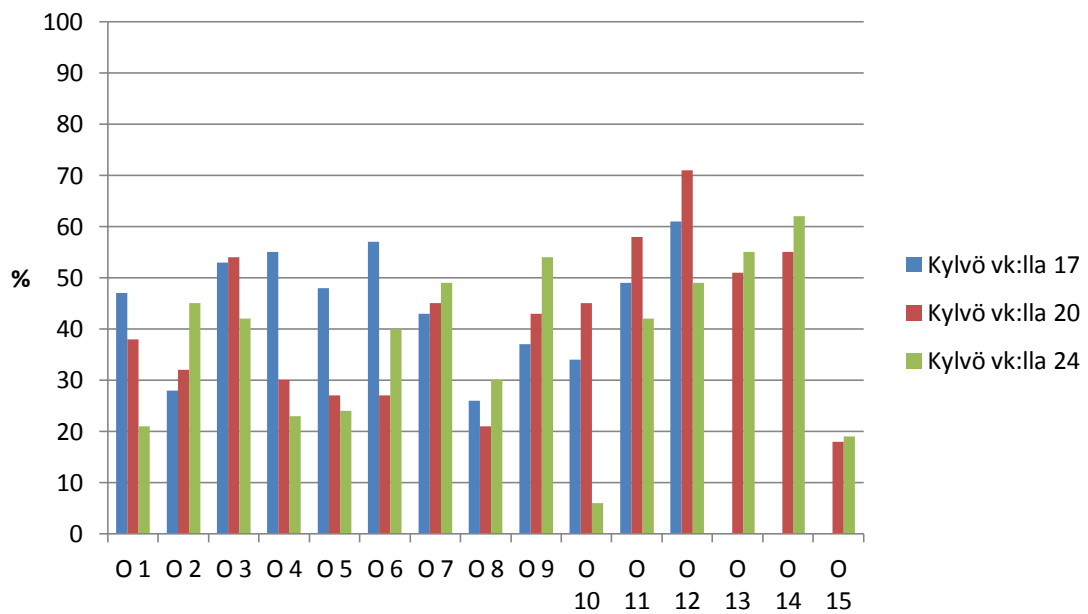


Kuvio 3. Kurkun itävyys

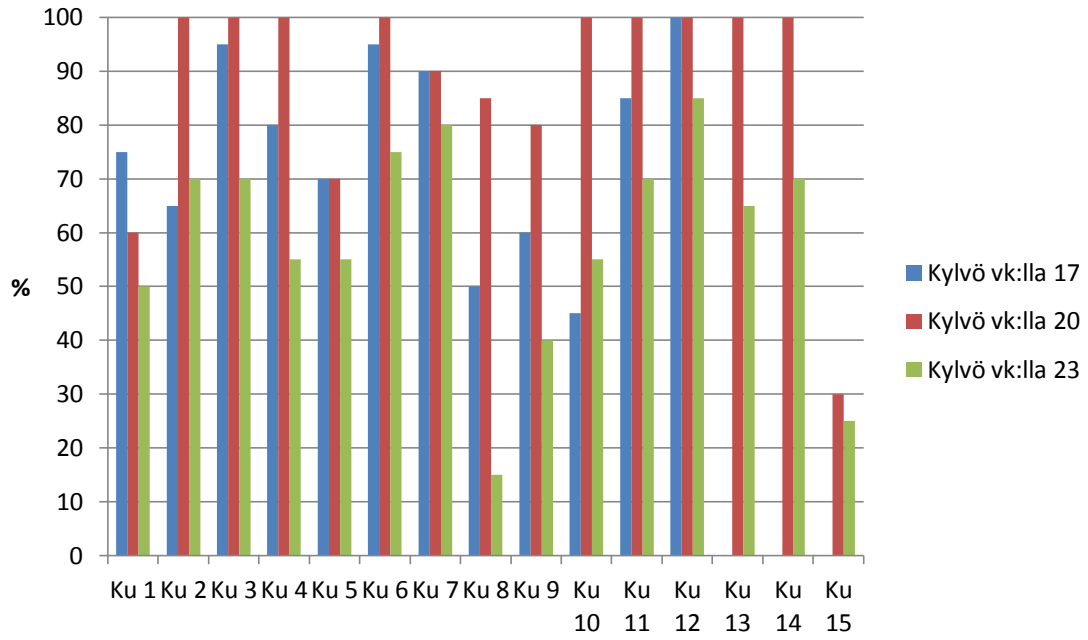
KOEKASVIEN TAIMETTUMISPROSENTTI



Kuvio 4. Krassin taimettuminen

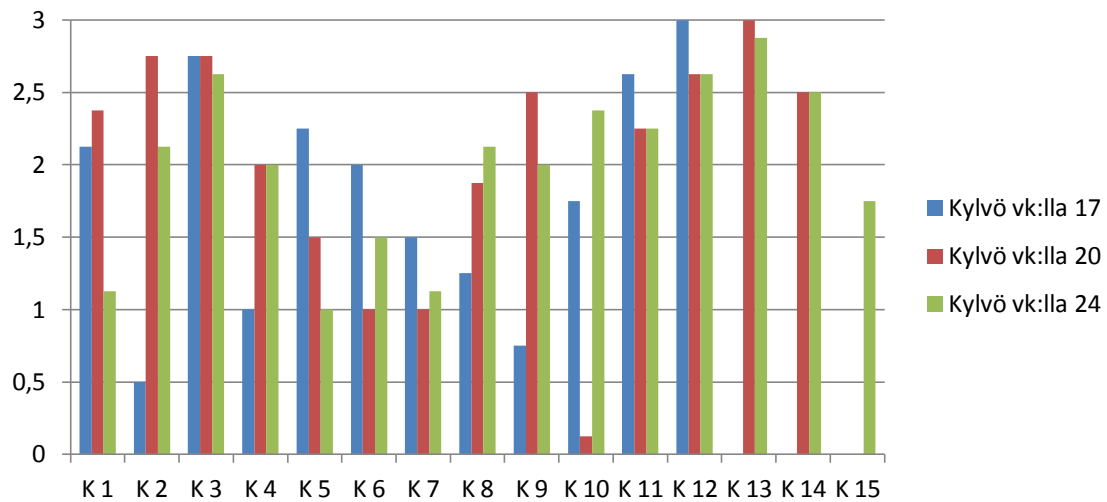


Kuvio 5. Ohran taimettuminen

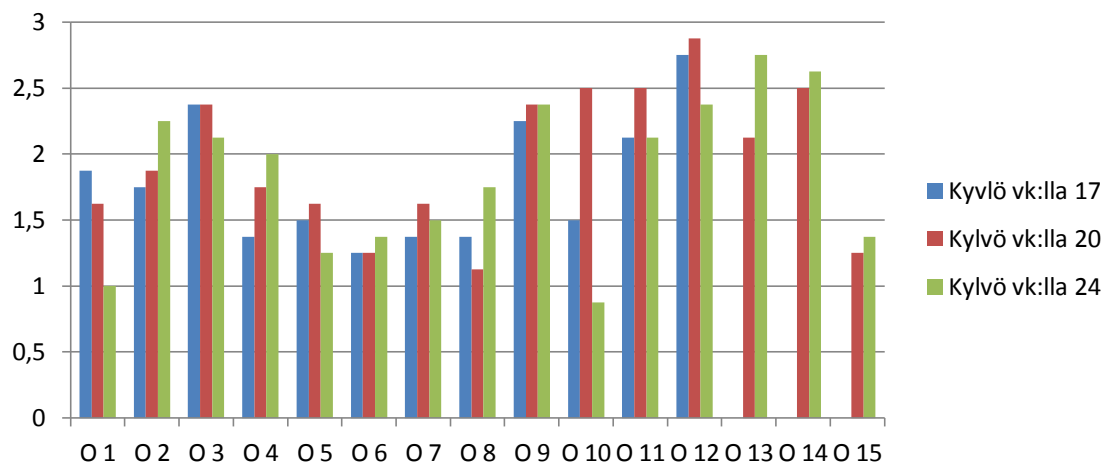


Kuvio 6. Kukurkunan taimettuminen

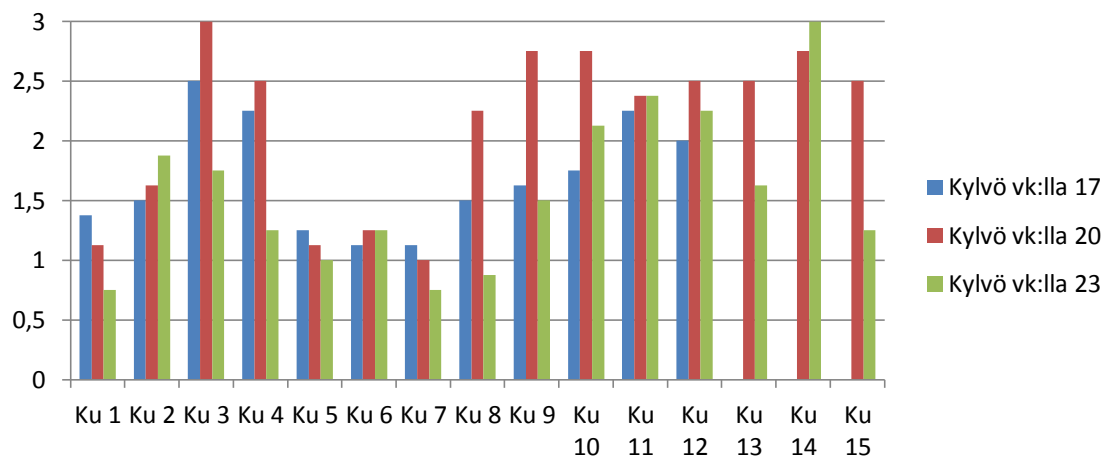
KASVUSTON KUNTO (kerranteen keskiarvo)



Kuvio 7. Krassin kasvuston kunto asteikolla 0-3

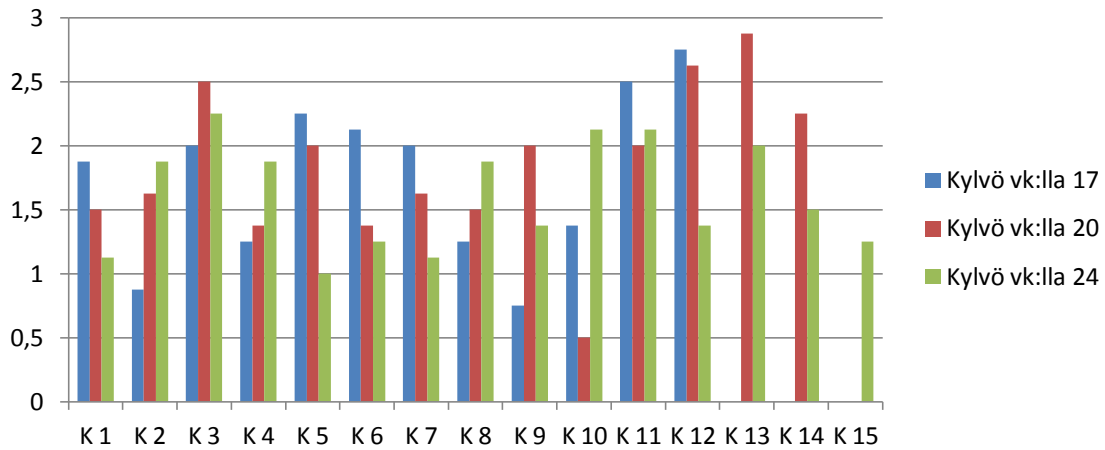


Kuvio 8. Ohran kasvuston kunto asteikolla 0-3

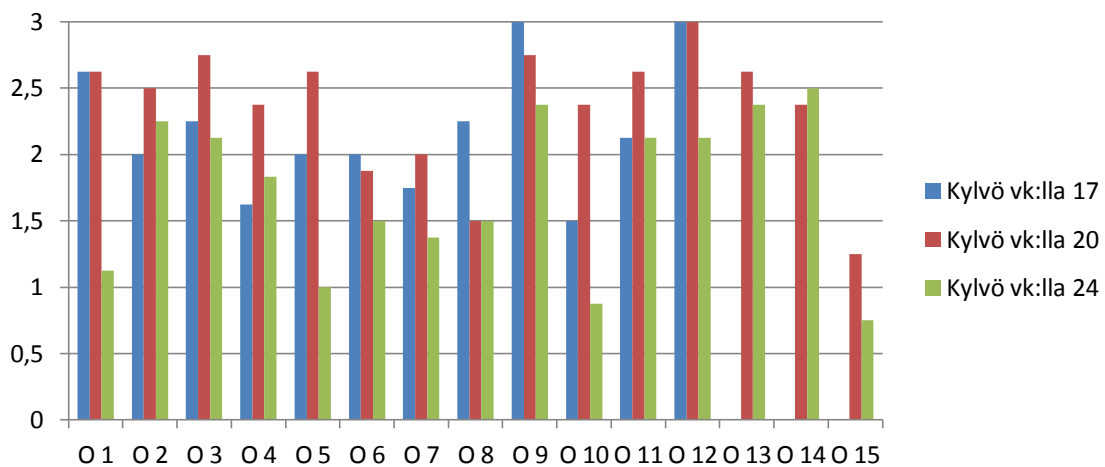


Kuvio 9. Kurkun kasvuston kunto asteikolla 0-3

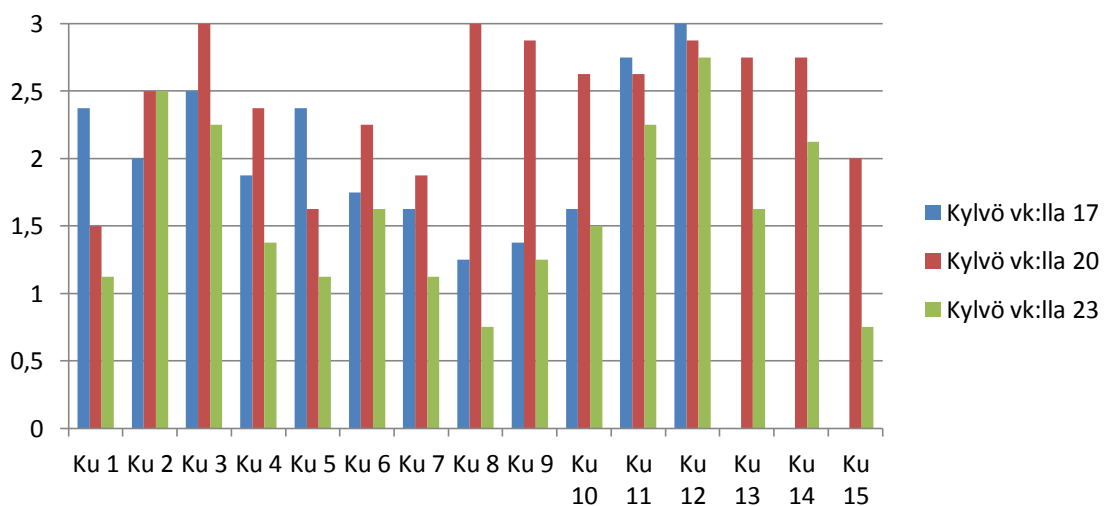
JUURISTON KUNTO (kerranteen keskiarvo)



Kuvio 10. Krassin juuriston kunto asteikolla 0-3

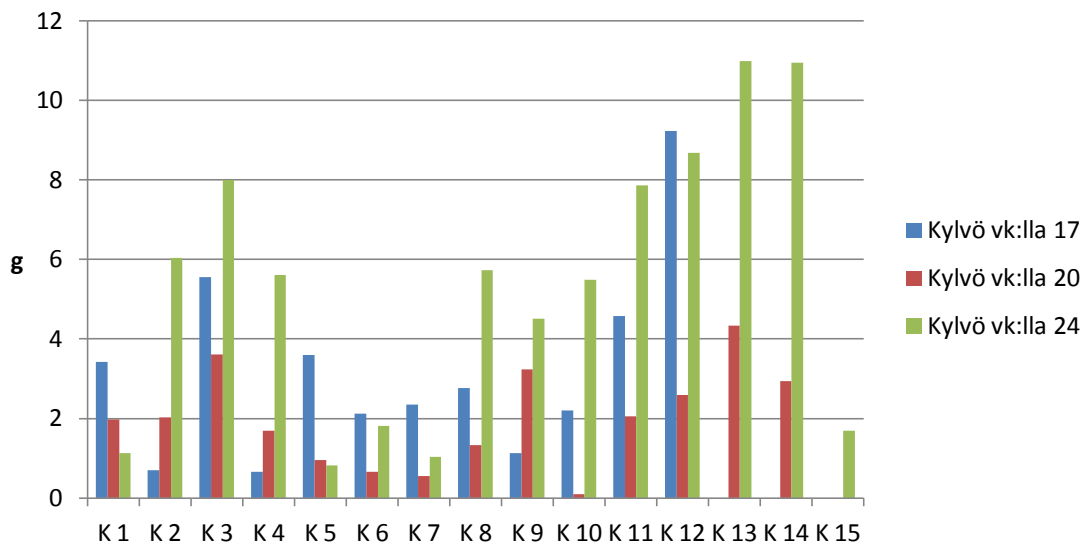


Kuvio 11. Ohran juuriston kunto asteikolla 0-3

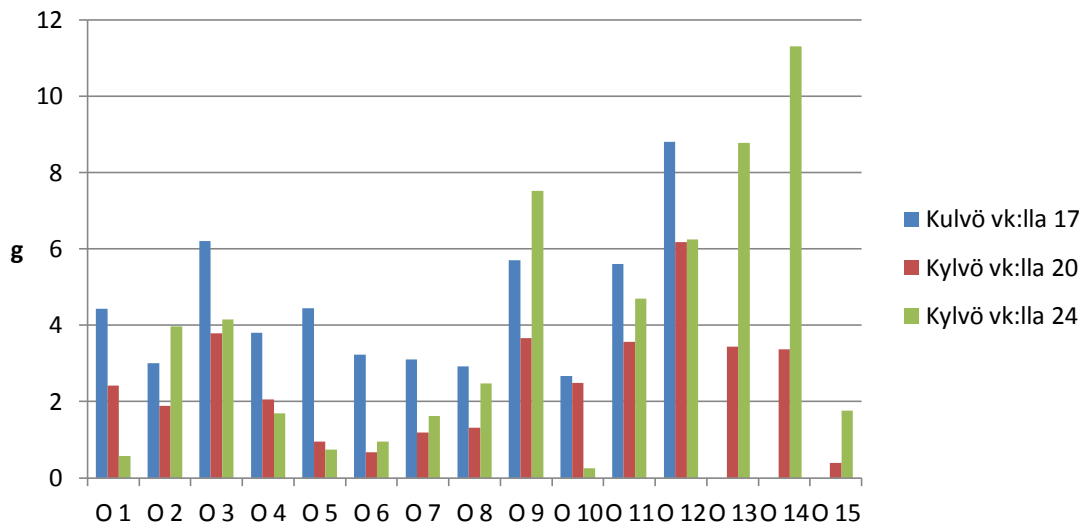


Kuvio 12. Kurkun juuriston kunto asteikolla 0-3

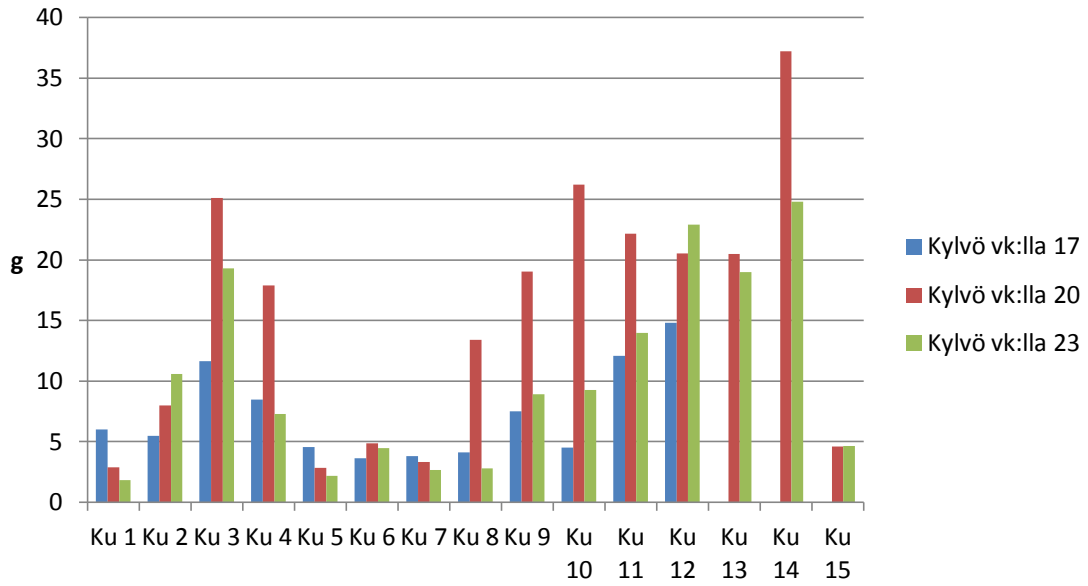
KASVUSTON TUOREPAINO (kerranteen keskiarvo)



Kuvio 13. Krassin tuorepainot

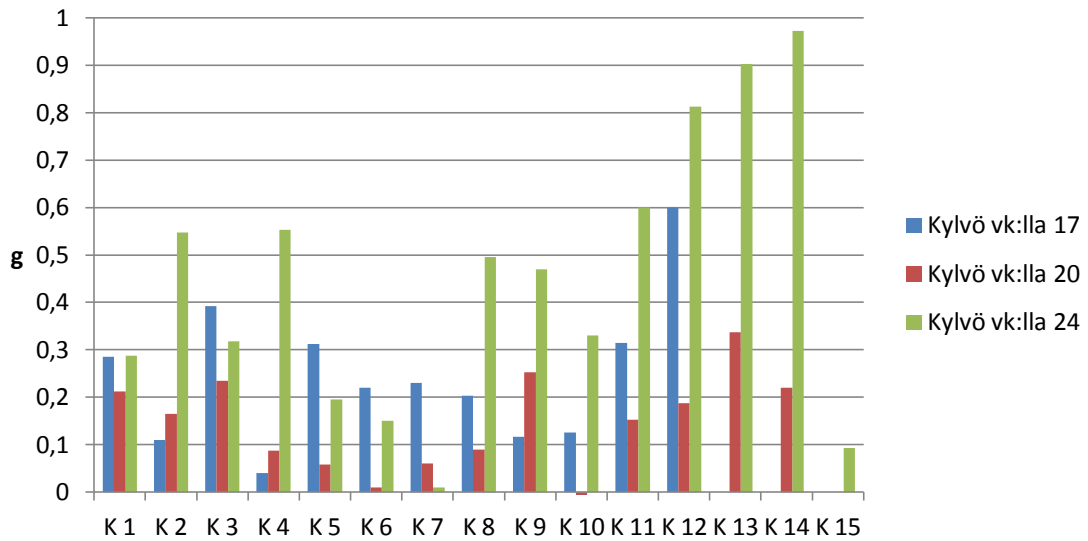


Kuvio 14. Ohran tuorepainot

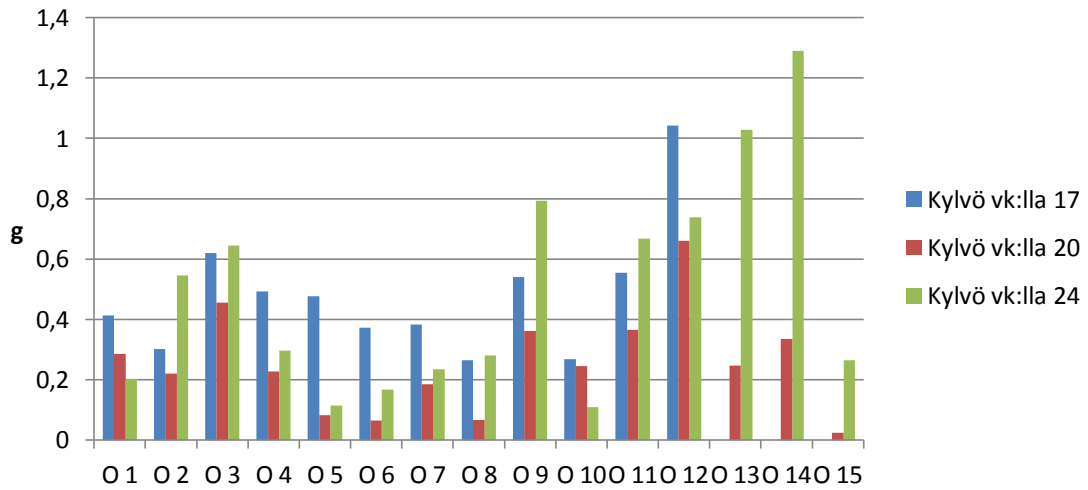


Kuvio 15. Kurkun tuorepainot

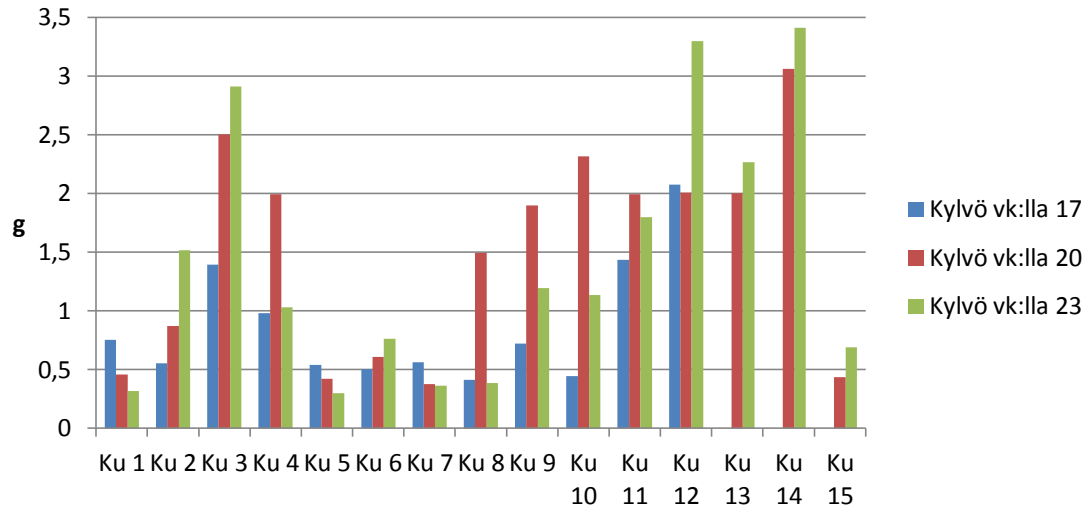
KASVUSTON KUIVAPAINO (kerranteen keskiarvo)



Kuvio 16. Krassin kuivapainot

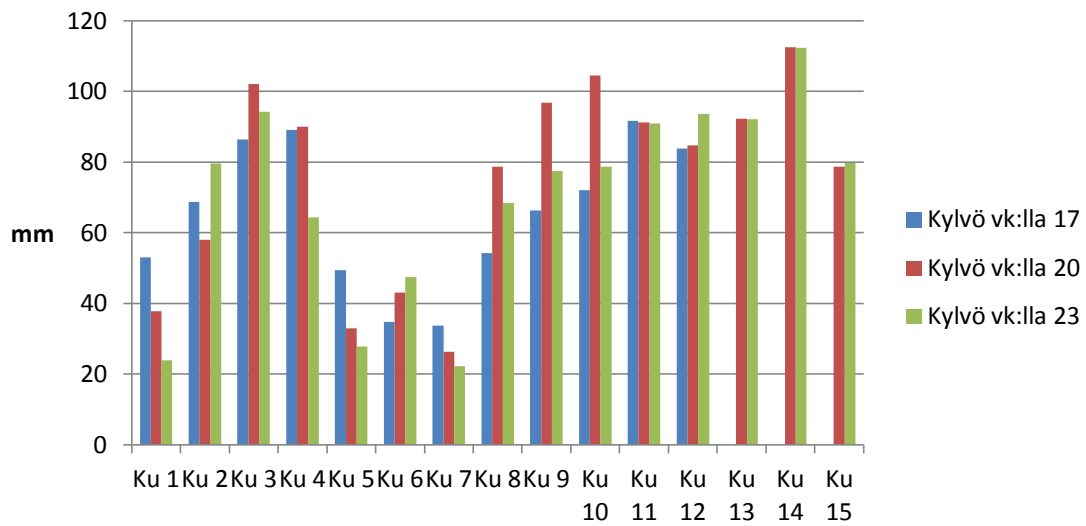


Kuvio 17. Ohran kuivapainot

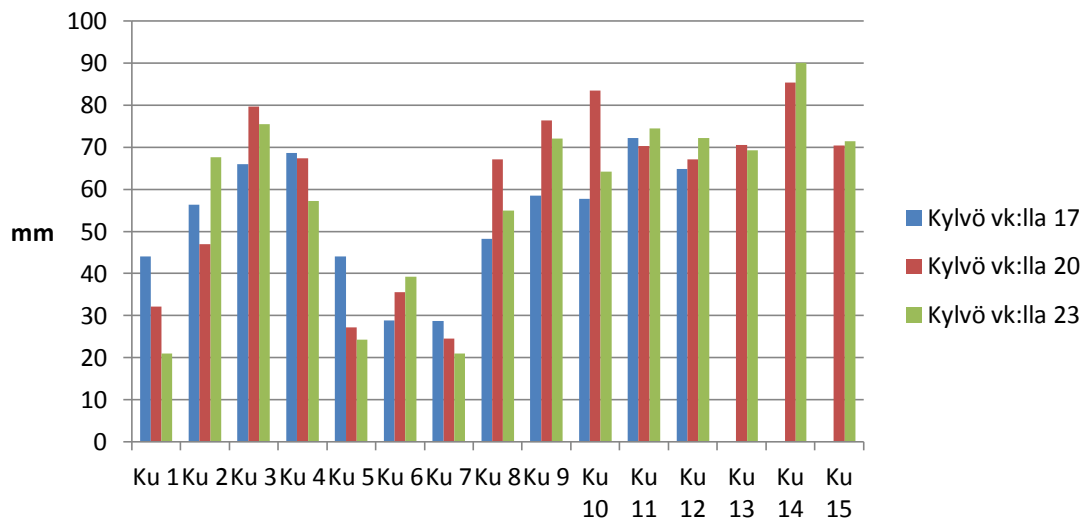


Kuvio 18. Kurkun kuivapainot

KURKUN SUURIMMAN KASVULEHDEN KOKO



Kuvio 19. Lehden keskiarvoinen leveys



Kuvio 20. Lehden keskiarvoinen pituus

LÄMPÖTILA JA SUHTEELLINEN ILMANKOSTEUS KOKEEN AIKANA

Taulukko 6. Lämpötilan (°C) viikoittaiset minimi-, maksimi- ja keskiarvot koehuoneessa. Korostetut viikot ovat kylvöviikkoja.

Viikko	Minimi	Maksimi	Keskiarvo
17	6,7	25,6	18,7
18	16,5	24,9	19,9
19	16,7	28,1	20,1
20	16,6	32,1	21,7
21	16,7	26,3	20,4
22	16,8	37,3	23,4
23	17,3	39,1	25,8
24	17	31,2	21,1
25	16,5	33,1	22,7
26	17,4	37	26,3

Taulukko 7. Suhteellisen ilmankosteuden (%) viikoittaiset minimi-, maksimi- ja keskiarvot koehuoneessa. Korostetut viikot ovat kylvöviikkoja.

Viikko	Minimi	Maksimi	Keskiarvo
17	18	71	37,6
18	17	61	42,8
19	33	79	54,5
20	18	78	46
21	36	79	56,8
22	23	74	49,1
23	16	79	46,2
24	25	79	52,6
25	20	78	49,8
26	24	82	57,9

Tiedot ovat peräisin Lepaan kasvihuoneen ilmastonsäätöautomaattikaohjelmasta.