
**KEMIALLISTEN KASVUNSÄÄTEIDEN VAIKUTUKSET
SYYSASTERIN (*Aster novi-belgii*) KASVUKORKEUTEEN**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Puutarhatalouden koulutusohjelma

Lepaa, 18.3.2012

Nelli Orkola

Puutarhatalouden koulutusohjelma
Lepaa

Työn nimi Kemiallisten kasvunsäätteiden vaikutukset syysasterin (*Aster
novi-belgii*) kasvukorkeuteen

Tekijä Nelli Orkola

Ohjaava opettaja Mona-Anitta Riihimäki

Hyväksytty _____ . _____ . 20 _____

Hyväksyjä

LEPAA
Puutarhatalouden koulutusohjelma
Kasvihuone- ja taimitarhatuotanto

Tekijä	Nelli Orkola	Vuosi 2012
Työn nimi	Kemiallisten kasvunsäätteiden vaikutukset syysasterin (<i>Aster novi-belgii</i>) kasvukorkeuteen	

TIIVISTELMÄ

Kasvien kasvua voidaan viljelyn aikana säädellä olosuhteiden muokkaamisen lisäksi kemiallisten kasvunsäätteiden avulla. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, voidaanko kemiallisia kasvunsäätteitä käyttämällä saada aikaan matalampia syysasterin (*Aster novi-belgii*) taimia ja sitä kautta tehostaa kasvin käsittelyä kuljetus- ja myymälävaiheessa. Työn tilaajana oli Taimistoviljelijät ry, jonka toiveena oli saada lisää tietoa kasvunsäätteistä monivuotisilla korkeilla koristekasveilla. Aiheesta ei ole juurikaan kotimaista tutkimustietoa.

Tutkimus suoritettiin HAMK Lepaan taimitarhalla kesällä 2010. Tutkitut kasvit olivat syysasterin Herttoniemi-lajiketta ja tutkittavat kasvunsäätteet B-Nine SP, sekä Korrensäade 5C Limit. Kokeessa verranteina toimivat pelkkä vesiruiskutus sekä käsittelemätön verranne. Kokeen alussa kasvit alasleikattiin ja uudelleenruukutettiin tasaisen lähtötilanteen aikaansaamiseksi. Suurin osa kasveista oli koko tutkimuksen ajan ulkona koekentällä. Lisäksi haluttiin verrata suojatun tilan vaikutuksia käsittelyihin, joten kasvihuoneeseen järjestettiin koekasveja, joista osa oli käsittelemättömiä ja osa käsiteltiin Korrensäade 5C Limitillä. Kasvunsäadekäsittelyt tehtiin kaksi kertaa. Kasvukauden aikana kasveista mitattiin kasvukorkeuden kehittymistä ja havainnoitiin kukinnan alkamista ja runsautta. Kokeen lopussa mitattiin kasvien tuorepainot. Lisäksi havainnoitiin mahdollisia vioituksia.

Suuria eroja eri käsittelyiden välillä ei ilmennyt. B-Nine SP:llä käsitellyt taimet erosivat muista hieman matalamman kasvutapansa vuoksi, mutta toisaalta käsittely vähensi ja hidasti kukintaa. Korrensäade 5C Limitillä ei saatu aikaan merkittäviä tuloksia pituuskasvun hillitsemiseksi, minkä lisäksi se aiheutti kloroosia ja vaikutti kukintaan negatiivisesti. Vesiruiskutus osoittautui huonommaksi kuin verranne, sillä se vähensi kukintaa. Lisäksi vedellä ruiskutettujen kasvien tuorepainot olivat pienemmät kuin verranteen. Jatkotutkimuksissa tulisi keskittyä kasvunsäätteiden eri pituuksien ja käsittelytapojen vertailuun, jotta löydettäisiin parhaiten eri pennealajeille ja taimistoille sopivat vaihtoehdot.

Avainsanat Kasvunsäätteet, kasvunhidastajat, kasvihormonit, *Aster novi-belgii*
Sivut 34 s, + liitteet 2 s.

LEPAA
Degree Programme in Horticulture

Author Nelli Orkola **Year** 2012

Subject of Bachelor's thesis Influences of Growth Regulators on the Plant Height of the New York Aster (*Aster novi-belgii*)

ABSTRACT

The growth of plants can be modified by changing the growth conditions or using chemical growth regulators. The purpose of this thesis was to examine influences of chemical growth regulators on the plant height of the New York Aster (*Aster novi-belgii*). The aim was to enhance the efficiency of transport and storage by producing shorter plants. The study was ordered by Taimistoviljelijät ry, in order to get more Finnish research of growth regulators on tall perennials.

The experimental part of the study was carried out in the summer of 2010 on the nursery of Lepaa. All the plants in the study were a cultivar of New York Aster called 'Herttoniemi' and the two growth regulators were B-Nine SP and Korrensäade 5C Limit. To compare the treatments more effectively, there were also two other treatments, water spraying and control sample in the test. At the beginning of the experiment all the plants were cut down and planted to bigger pots. Most of the plants were outside on the field during the whole study. To compare if the results varied depending on growth environment there were also a few experimental plants in the greenhouse. Some of the plants in the greenhouse were control plants and others were sprayed with Korrensäade 5C Limit. The growth regulators were sprayed to plants two times within the examination. The information collected from the plants contained measurements of plant height, time and the amount of flowering, fresh weight and damages.

There were no major differences between the treatments. Plants that were sprayed with B-Nine SP had a lower growth habit but on the other hand the compound reduced and delayed flowering. Korrensäade 5C Limit did not cause shorter plants but it did cause chlorosis and reduced flowering. Spraying with water proved to be worse than the control sample because it lowered flowering. Plants that were sprayed with water had also smaller fresh weight than control sample. There is need for further studies comparing different concentrations and applications to find the best options to use growth regulators in cultivating perennials.

Keywords Growth regulators, growth-retardants, plant hormones, *Aster novi-belgii*
Pages 34 p + appendices 2 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	SYYSASTERI.....	2
2.1	Asterit Suomessa.....	2
2.2	Syysasteri	3
3	KASVUUN VAIKUTTAVAT KASVIHORMONIT	5
3.1	Auksiinit.....	5
3.2	Sytokiniinit	6
3.3	Gibberelliinit	6
3.4	Abskisiinihappo.....	7
3.5	Etyleeni.....	7
4	KASVUNSAÄTELY	9
4.1	Fysikaalinen kasvunsaätely	9
4.1.1	Lämpötila.....	9
4.1.2	Valo	10
4.1.3	Vesi, lannoitus ja kasvualusta.....	11
4.2	Mekaaninen kasvunsaätely.....	11
4.2.1	Latvonta ja leikkaus.....	11
4.2.2	Kasvutiheyden säätely	11
4.2.3	Mekaaninen stressi	12
4.3	Kemiallinen kasvunsaätely.....	12
4.3.1	B-Nine SP	14
4.3.2	Korrensäde 5C Limit	15
5	MENETELMÄT.....	16
5.1	Koekasvi.....	16
5.2	Koejärjestelyt	16
5.3	Ruiskutukset.....	18
5.4	Mittaukset ja havainnointi.....	19
6	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	21
6.1	Taimikenttä.....	21
6.1.1	Kasvukorkeus ja taimien ulkonäkö	21
6.1.2	Kukinta ja vioitukset.....	22
6.1.3	Tuorepaino.....	25
6.2	Kausihuone.....	26
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	29
	LÄHTEET	32
Liite 1	Käsittelyiden väliset tilastolliset erot kasvukorkeudessa taimikentällä	
Liite 2	Käsittelyiden väliset tilastolliset erot tuorepainoissa taimikentällä	

1 JOHDANTO

Monivuotisten koristekasvien tuotannossa pyritään tuottamaan kasveja, jotka ovat mahdollisimman myyviä ja kotimaan oloja kestäviä. Samaan aikaan tuotannon eri vaiheita pyritään jatkuvasti tehostamaan. Uusia ratkaisumalleja etsitään aktiivisesti esimerkiksi tehokkaampaan tilankäyttöön kuljetus- ja myymälävaiheessa. Tuotannossa ongelmana ovat olleet korkeiksi kasvavat perennat. Yksi ratkaisu tähän ongelmaan saattaisi olla kasvukorkeuden säateleminen kemiallisten kasvunsäätteiden avulla. Näin voitaisiin saada tuotettua matalampia ja tiiviimpiä koristekasveja, joiden kuljetus ja myymäläsäilytys olisivat helpommin järjestettävissä (Koivunen 1997, 161).

Puutarhamyymälässä kasvien tulee olla hyväkuntoisia ja houkuttelevan näköisiä. Suomessa perennat pakataan kuljetuksen ajaksi laatikoihin, jotka pinotaan päällekkäin. Etenkin korkeat perennat vaurioituvat helposti kuljetuksen aikana, kun niiden versot katkeilevat ja taipuvat laatikoiden alla. Jos pyritään suojaamaan kasveja kuljetuksen aikaisilta vaurioilta, tulisi kasvit pakata niin harvaan, etteivät varret pääse katkeilemaan. Tämä taas vähentää kuljetustehokkuutta. Hontelot kasvit jotka kaatuilevat ja joiden versoista osa on katki, eivät vastaa laatuvaatimuksia eivätkä myy täydellä hinnalla. Lisäksi niiden säilytys myymälässä on hankalaa.

Kasvien kasvuun voidaan viljelyn aikana vaikuttaa useilla keinoilla, kuten säatelemällä kasvuolosuhteita tai käyttämällä kemiallisia kasvunsäätteitä (Koivunen 1997, 161). Kemialliset kasvunsäätteet ovat yleensä synteettisiä valmisteita, joiden avulla pyritään edistämään tai ehkäisemään tiettyjä ominaisuuksia tai kasvutapahtumia taimissa. Ne sisältävät kasveissa luontaisesti esiintyviä kasvihormoneja sekä niiden kaltaisia yhdisteitä. (Pankkoski 2006, 123.) Jotta voitaisiin ymmärtää miten kasvunsäätteet toimivat, tulee ymmärtää kasvihormonien toimintaperiaatteita. Kemiallisia kasvunsäätteitä käytetään viljelyssä pääosin taimien pituuskasvun hillitsemiseen. Pituuskasvun hillitsemisen kautta kasvunsäätteet voivat vaikuttaa parantamalla kasvien kaupapestävyyttä. (Gent & McAvoy 2000, 89.)

Suomessa kemiallisten kasvunsäätteiden käyttö on painottunut lähes yksinomaan erilaisille viljoille ja kasvihuoneissa viljeltäville yksivuotisille koristekasveille. Tutkimuksia kasvunsäätteiden käytöstä monivuotisilla koristekasveille ei juurikaan ole. Maailmalla kemiallisia kasvunsäätteitä käytetään kuitenkin niin yksi-, kuin monivuotisillakin kasveilla hedelmäpuista sipulikasveihin. (Gent & McAvoy 2000, 90; Luoranen 1999, 58.)

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, voidaanko kemiallisia kasvunsäätteitä käyttämällä vaikuttaa monivuotisten syysastereiden (*Aster novibelgii*) kasvukorkeuteen ja näin ollen tehostaa kyseisen lajin tilankäyttöä esimerkiksi kuljetuksessa. Opinnäytetyön tilaajana toimi Taimistoviljelijä ry ja se toteutettiin yhteistyössä Terolan taimitarhan kanssa. Opinnäytetyöhön liittyvät tutkimukset toteutettiin HAMK Lepaan taimitarhalla keuhalla 2010.

2 SYYSASTERI

Astereiden sukuun kuuluu yli 250 lajia, joista suuri osa on lähtöisin Aasiasta, Euroopasta sekä Pohjois-Amerikasta (Rice 2006, 78). Asterit ovat enimmäkseen monivuotisia, mutta joukosta löytyy myös yksi- ja kaksivuotisia ruohoja. Astereita käytetään paljon varsinkin Keski-Euroopassa. (Alanko 2003, 36.) Vaikka Suomessa astereiden käyttö puutarhoissa alkoi yleistyä vasta 1900-luvun alussa, ovat ne nykyään jo useista pihosta löytyviä perinneperennoja (Riikonen 2001, 253).

2.1 Asterit Suomessa

Suomessa on viljelyssä 18 eri asteri-lajia, vaikkakin näistä vain muutamat ovat yleisessä käytössä (Alanko 2003, 36). Maahan istutettavien perennojen lisäksi Suomessa myydään syksyisin ruukkuistutuksiin tarkoitettuja matalampia syysasterilajikkeita. Nämä asterit ovat kuitenkin lähes aina ulkomailta tuotettuja, eivätkä usein sovi kasvatettavaksi monivuotisina perennoina Suomen oloissa. (Kotimaiset kasvikset n.d.)

Asteri-lajien laajasta joukosta löytyy erilaisia variaatioita niin kasvutavan, kukinta-ajan, kuin korkeudenkin suhteen (Tuhkanen 2011, 12). Päivänkakkaramaisten kukkien väri vaihtelee monissa punaisen ja sinisen eri sävyissä (Riikonen 2001, 253–256). Vaikka jotkin asterit saattavat kukkia jo kesäkuussa, alkaa astereiden kukinta pääosin loppukesällä tai syksyllä ja jatkuu pakkasten tuloon asti. Ongelmana Suomessa onkin juuri myöhäinen kukinta, koska asterit eivät ehdi kukkia kunnolla ennen talven tuloa. (Taimistoviljelijät n.d.) Monet Suomessa käytetyistä yleisistä astereista ovat melko korkeita perennoja. Kasvukorkeus voi vaihdella lajista riippuen 40:stä jopa 130 cm:iin. Lisäksi joukosta löytyy myös matalampia astereita kuten Alppiasteri (*Aster alpinus*) (Kuva 1), joka kasvaa vain 20–30 cm korkeaksi. (Alanko 2003, 36.) Asterit viihtyvät aurinkoisilla ja vettä läpäisevillä mailla, joilla kosteus ei jää seisomaan maaperään (Taimistoviljelijät n.d.).



Kuva 1 Matala alppiasteri (*Aster alpinus*) (Suomalainen taimi 2011).

2.2 Syysasteri

Yleisin Suomen asterilajeista on syysasteri (*Aster novi-belgii*), josta on kehitetty myös useita toisistaan poikkeavia lajikkeita (Riikonen 2001, 255). Syysasteri on alun perin kotoisin Pohjois-Amerikasta, mistä se on tuotu Eurooppaan 1700-luvun alussa (Månsson & Johanson 2002, 97). Suomessa syysasterin (Kuva 2) kaupallinen viljely suuressa mittakaavassa on esimerkiksi Keski-Eurooppaan verrattuna vähäistä, vaikka kasvi ei harvinainen olekaan. Tämä johtuu pitkälti syysasterin myöhäisestä kukinnasta. (Alanko 2003, 37). Myös syysasterin alttius härmälle saattaa vaikuttaa viljelyn vähäisyyteen (Rice 2006, 83).



Kuva 2 Syysasteri (*Aster novi-belgii*) (Rautio 2012).

Syysasterin eri lajikkeet risteytyvät helposti sekä keskenään, että muiden asterilajien kanssa. Sen vuoksi lajin sisältä löytyy paljon ulkonäöllisesti toisistaan poikkeavia yksilöitä (Tuhkanen 2011, 12). Pääosin syysasterit ovat 60–150 cm korkeita, pystykasvuisia perennoita (Riikonen 2001, 255). Syysasterin lehdet ovat tummanvihreitä, kapeita, suikean tai tasasoukan muotoisia ja toisinaan hiukan sahalaitaisia. Versot ovat ylhäältä runsaasti haarottuneet ja jopa 5 cm halkaisijaltaan olevat kukat ovat haarojen päissä yksittäin. (Rice 2006, 82; Riikonen 2001, 255.) Keltaisen keskustan ympärillä olevien laitakukkien väri voi olla lähes mikä tahansa sävy sinisen, punaisen, violetin tai valkoisen välillä. Syysasterin kukinta sijoittuu syyslokakuulle. (Alanko 2003, 37.)

Syysasterit viihtyvät kalkkipitoisessa multamaassa aurinkoisella tai puoli-varjoisella kasvupaikalla. Varsinkin tuulisilla paikoilla ne vaativat tuentaa (Riikonen 2001, 255). Syysasterit eivät menesty hyvin täysin kuivassa, tai liian kosteassa maassa ja etenkin talvimärkyys on niille pahasta (Rice 2006, 79; Taimistoviljelijät n.d). Lannoittamisessa tulee ottaa huomioon typen määrä, sillä liiallinen typensaanti altistaa jo muutenkin herkän syysasterikasvuston härmälle (Riikonen 2001, 255).

Syysasteria voidaan lisätä keväisin joko jakamalla tai pistokkaista. Jakotaimina käytetään kasvuston reunalta otettuja nuoria yksittäisiä versoja, joilla on terveet ja voimakkaat juuret (Alanko 2003, 38). Emokasvista ei kuitenkaan tulisi ottaa liian montaa jakotainta kerralla, jotta sen elinvoima ei heikkenisi. Pistokkaat kerätään keväällä uusien versojen kärjistä. (Rice 2006, 79.) Pistokkaiden ja jakamisen lisäksi syysastereita voidaan lisätä myös siemenestä. Syysasterin siemenet tarvitsevat kylmäsäätelyn itääkseen. Siemenet kylvetään joko syksyllä, tai aikaisin keväällä ja peitetään vain ohuesti. (Alanko 2003, 38.)

3 KASVUUN VAIKUTTAVAT KASVIHORMONIT

Kasvihormonit ovat kasveissa syntyviä orgaanisia yhdisteitä, jotka vaikuttavat jo pieninä pitoisuuksina useisiin kasvin kehitys- ja kasvutapahtumiin. Niitä syntyy tietyissä kasvinosissa eri puolilla kasvia, kuten nuorissa lehdistä tai kehittyvissä siemenissä. Syntypaikastaan kasvihormonit kulkeutuvat muihin kasvinosiin, joissa ne vaikuttavat erilaisiin fysiologisiin tapahtumiin, kuten solujen jakautumiseen ja kasvuun. Kasveissa on lisäksi muita kasvihormoneiden kaltaisia yhdisteitä jotka saavat aikaan kasvua, mutta joita ei kuitenkaan lueta kuuluvaksi kasvihormoneihin. Tällainen on esimerkiksi sakkaroosi, jota syntyy kasveissa, mutta joka vaikuttaa kasvuun vain suurina pitoisuuksina. (Salisbury & Ross 1992, 357.)

Kasvihormonit voidaan jakaa viiteen eri ryhmään, joista toiset ovat yleisesti tunnettuja kasvun edistäjiä ja toiset kasvun hidastajia. Kasvua edistäviä hormoneja ovat auksiinit, sytokiniinit ja gibberelliinit. Kasvua hidastavia hormoneita ovat abskisiinihappo sekä etyleeni. (Luoranen 1999, 60.) Vaikka kasvihormoneita on erilaisia ja niiden vaikutukset kasvin kehitykseen vaihtelevat, ei voida kuitenkaan todeta yhden kasvihormonin vaikuttavan vain tietyn kasvinosan kehitykseen, sillä jokaisella hormonilla on vaikutuksia useisiin kasvinosiin (Salisbury & Ross 1992, 357).

Hormonien toimintaan ja kasvutapahtuman laatuun vaikuttavat useat seikat. Kasvilaji, kasvin kehitysvaihe sekä ympäristötekijät vaikuttavat hormonien aktiivisuuteen, sekä solukoiden herkkyyteen eri hormoneille. Koska kasvihormonit voivat kulkeutua syntypaikastaan eri kasvinosiin, on suuri vaikutus kasvutapahtumaan myös sillä, mikä on hormonin kohdesolukko. Sama hormoni saattaa eri solukossa toimia eri tavalla. Eräs tärkeimmistä kasvua säätelevistä seikoista on kuitenkin eri hormonien suhteelliset pitoisuudet toisiinsa nähden. Yhden kasvihormonin sijaan kasvutapahtumaan vaikuttavat yleensä useat hormonit ja se, millaiset niiden väliset suhteet ovat. (Luoranen 1999, 61.)

Jotta kasvihormonit voisivat vaikuttaa jo hyvin pieninä pitoisuuksina, on oikeissa soluissa oltava riittävä määrä tiettyjä hormoneja. Lisäksi reaktioon liittyvien kohdesolujen tulee pystyä tunnistamaan ja sitomaan toimintaan tarvittava kasvihormoni. Näiden lisäksi vastaanottajaproteiinien tulee aiheuttaa jonkinlainen muutos aineenvaihdunnassa, joka johtaa kasvihormonien signaalien vahvistumiseen. (Salisbury & Ross 1992, 358.)

3.1 Auksiinit

Ensimmäinen löydetty kasvihormoni oli auksiini, indolylyietikkahappo (IAA), joka on myös yleisin kasveista löytyvä auksiini. IAA:n lisäksi kasveissa on myös muita sen kaltaisia auksiiniyhdisteitä, kuten fenylyietikkahappo (PAA). Auksiineja syntyy kehittyvissä siemenissä sekä nuorissa lehdistä, josta ne kulkeutuvat solusta soluun kohti johtojänteitä (Davies 1990, 4; Salisbury & Ross 1992, 361, 363).

Luontaisen auksiinin IAA:n löytämisen jälkeen todettiin, ettei se ole kestävä, vaan se hajoaa nopeasti esimerkiksi valon vaikutuksesta. Niinpä kestävämpiä auksiineja alettiin tuottaa teollisesti. Synteettisiä auksiineja ovat esimerkiksi naftaleenietikkahappo (NAA), sekä indolibutyylihappo (IBA). (Koivunen 1997, 158–159.)

Auksiinit edistävät solujen laajentumista ja jakautumista. Näin ollen ne edistävät verson kasvua (Davies 1990, 4). Esimerkiksi yhdessä sytokiniinien kanssa auksiinit säätelevät verson paksuuskasvua (Luoranen 1999, 62). Lisäksi auksiinit vaikuttavat muun muassa hedelmien kehitykseen ja kypsymiseen, kukkaosien kehittymiseen, sekä etenkin teolliset auksiinit juurten muodostumiseen. (Davies 1990, 4.)

3.2 Sytokiniinit

Sytokiniinit (CK) ovat adeniinijohdannaisia kasvihormoneja, jotka vaikuttavat etenkin solujen jakautumiseen (Davies 1990, 6). Sytokiniinit syntyvät juurten kärjissä sekä itävissä siemenissä. (Koivunen 1997, 160.) Ne kulkeutuvat kasvissa juurista versoihin ksyleemin lävitse. Kasvissa syntyvä zeatiini on yksi yleisimmistä sytokiniineista. (Davies 1990, 6–7.) Sen lisäksi käytetään muun muassa keinotekoisia kinetiiniä sekä bentsyylladieniinia (BA) (Koivunen 1997, 160).

Sytokiniinit vaikuttavat etenkin yhdessä auksiinien kanssa solujen jakautumiseen kudoksissa edistävästi. Lisäksi ne vaikuttavat solujen erilaistumiseen, sekä versojen ja lehtien kasvuun. Sytokiniineilla on rooli myös varren sivusilmujen kehityksessä. Niiden avulla voidaan poistaa apikaalidominanssin estävä vaikutus, jolloin sivuversot pääsevät kasvamaan. Sytokiniinit hidastavat myös lehtien vanhenemista ja viherhiukkasten hajoamista. (Davies 1990, 7.)

3.3 Gibberelliinit

Gibberelliinit (GA) ovat verson pituuskasvun kannalta tärkeitä hormoneja, sillä ne säätelevät varsinkin solujen pituuskasvua (Luoranen 1999, 61). Niitä on tunnistettu noin 60 erilaista yhdistettä, joista tavallisin on GA₃ (Pankakoski 2006, 121). Tärkein kasvien gibberelliineistä on varren veynymiseen vaikuttava GA₁, joka stimuloi sekä solujen jakautumista että solujen pituuskasvua (Davies 1990, 6).

Gibberelliinejä syntyy kasvin nuorissa osissa, kuten nuorten versojen solukoissa, joista ne kulkeutuvat muihin kasvin osiin joko solusta soluun menetelmällä, tai johtojänteissä (Pankakoski 2006, 121). Verson kasvun lisäksi gibberelliineillä on muitakin tehtäviä. Ne voivat saada sellaiset siemenet itämään, jotka normaalisti vaatisivat kylmäkäsittelyä tai valoa itääkseen. Gibberelliinit myös stimuloivat entsyymien tuotantoa itämisen aikana. Lisäksi ne edistävät hedelmien muodostumista ja kasvua. (Davies 1990, 5–6.)

Ympäristöolosuhteilla, kuten lämpötilalla ja valojaksolla, on vaikutusta gibberelliineihin ja sitä kautta kasvin pituuskasvuun. Esimerkiksi pitkän päivän olosuhteissa gibberelliinit saavat aikaan varren venymistä. Lyhyen päivän olosuhteissa, missä yöjakso on valojaksoa pidempi, gibberelliinin muodostus häiriintyy ja kasvien pituuskasvu hidastuu tai pysähtyy. (Davies 1990, 6; Luoranen 1999, 62.)

3.4 Abskisiinihappo

Vasta 1960-luvulla löydetty abskisiinihappo (ABA) on kasvihormoni, joka estää kasvien kasvua (Koivunen 1997, 160; Luoranen 1999, 61). ABA:n syntypaikka ovat täysi-ikäiset lehdet, mutta sitä löytyy paljon myös siemenistä. Se kulkeutuu lehdistä eri kasvinosiin nilan kautta (Davies 1990, 9). ABAa kutsutaan myös stressihormoniksi, sillä se vaikuttaa kasveissa erilaisissa stressitilanteissa, kuten kasvin kärsiessä vedenpuutteesta, kylmyydestä tai suolapitoisesta maaperästä. Tällöin abskisiinihappo saa kasveissa aikaan suojausreaktion stressitekijää vastaan. Tällainen suojausmekanismi on esimerkiksi kasvin lehtien ilmarakojen avautuminen ja sulkeutuminen. (Koivunen 1997, 160; Salisbury & Ross 1992, 401.)

ABA saattaa myös kokonaan estää ilmarakojen avautumisen, mikä voi johtaa yhteyttämisen ja sitä kautta kasvin kehityksen hidastumiseen. Tutkimuksissa on myös huomattu, että abskisiinihappokäsittely on estänyt verson kasvua, mutta toisaalta edistänyt juurten kasvua. (Luoranen 1999, 63.) Abskisiinihappo saa siemenissä aikaan varastoproteiinien kehittymisen, jotka toimivat itämisvaiheen jälkeen taimen aminohappojen säilytyspaikkana. Lisäksi se estää vanhojen siementen itämisen. Quatranon (1987) mukaan abskisiinihappo estää myös ennen aikaisen siementen itämisen. ABA:n vaikutuksia kasvin eri lepotilojen alkamiseen on tutkittu, mutta tulokset ovat olleet vaihtelevia. Tutkimuksissa on löytynyt todisteita esimerkiksi siitä, että ABA voi aiheuttaa toisilla kasveilla silmujen kasvun hidastumisen tai loppumisen, kun taas toisilla kasveilla se voi saada aikaan varsinaisen silmulevon käynnistymisen. Myös siemenlevon suhteen ABA vaikuttaa eri kasveissa eri tavalla. Toisissa se saattaa aiheuttaa siemenlevon alkamisen, kun taas toisilla kasveilla sillä ei ole vaikutusta. (Salisbury & Ross 1992, 193, 404.)

3.5 Etyleeni

Etyleeni on kaasumainen yhdiste, joka liittyy kasvien vanhenemiseen, siementen ja hedelmien kypsymiseen sekä eri kasvinosien irtoamiseen kasvista (Koivunen 1997, 161; Luoranen 1999, 61). Se ei vaikuta kasvin normaaliin kasvuun ja kehitykseen (Davies 1990, 7).

Etyleeniä syntyy eloperäisten aineiden hajotessa, mutta kasvisoluissa etyleeniä muodostuu stressiolosuhteissa, esimerkiksi liian kuivissa oloissa. Lisäksi etyleeniä muodostuu kasvin vanhenevien tai kypsyvien osien soluissa. Se saa aikaan kasvua ja erilaistumista versoissa ja juurissa, lehtien ja hedelmien irtoamista, sekä edistää jälkijuurten syntymistä ja vaikuttaa lepotilan päättymiseen. Lisäksi etyleeni edistää hedelmien kypsymistä,

kukkien aukeamista sekä kukkien ja lehtien vanhenemista. Etyleenin vaikutuksia voidaan pyrkiä edistämään tai estämään. Etyleeniä lisäämällä voidaan nopeuttaa esimerkiksi marjojen kypsymistä yhtäaikaisten sadon varmistamiseksi ja etyleenisynteesin katkaisulla erilaisia kemikaaleja käyttämällä voidaan hidastaa esimerkiksi leikkokukkien vanhenemista. (Davies 1990, 8; Koivunen 1997, 161.) Koska etyleeni on kaasu, se liikkuu kasvilla diffuusion avulla (Davies 1990, 8).

4 KASVUNSÄÄTELY

Viljelyn aikaisella kasvunsäätelyllä voidaan pyrkiä edistämään, hidastamaan, lisäämään tai vähentämään haluttuja ominaisuuksia kasveissa. Näin voidaan saada aikaan esimerkiksi matalampia, rehevämpiä, suurempisatoisia tai runsaampikukkaisia kasveja. Säätely perustuu kasvihormoneiden, sekä niiden aikaansaamien prosessien toimintaan vaikuttamiseen. (Koivunen 1997, 161; Luoranen 1999, 66.) Pääosin kasvunsäätökeinot voidaan jakaa fysikaalisiin, mekaanisiin ja kemiallisiin. Taimitarhoilla joissa kasvit ovat enimmäns osan tuotantoajasta ulkona, lähes hallitsemattomissa olosuhteissa, on kasvun säätely huomattavasti hankalampaa ja keinoja siihen vähän. (Koivunen 1997, 157–161.)

Varsinaisiin kasvunsäätökeinoihin luetaan kuuluvaksi niin kasveissa luontaisesti esiintyvät kasvihormonit, kuin niiden kaltaiset synteettisesti valmistetut yhdisteet; kemialliset kasvunsäätökeinot. Sekä luonnollisia että kemiallisia kasvunsäätökeinoja on käytetty kasvintuotannossa 1940-luvulta lähtien (Basra 2000). Näihin päiviin asti kasvunsäätökeinojen tärkeimpiä käyttökohteita ovat olleet viljakasvit, joilla kemiallisia kasvunsäätökeinoja käytetään rajoittamaan korren pituuskasvua ja parantamaan laonestoa. Toinen kasviryhmä jolla kasvunsäätökeinot ovat viljelyssä merkittävässä osassa, ovat kasvihuoneessa viljeltävät koristekasvit, joiden pituuskasvua pyritään rajoittamaan kasvunsäätökeinillä. Ulkomailla kasvunsäätökeinoja käytetään näiden kasviryhmien lisäksi yleisesti myös esimerkiksi perennoilla, puuvartisilla pensailta, ja sipulikasveilla. (Gent & McAvoy 2000, 90; Rajala & Peltonen-Sainio 2000, 27.)

4.1 Fysikaalinen kasvunsäätely

Fysikaalisessa kasvunsäätelyssä kasvua säädellään vaikuttamalla kasvin ympäristöolosuhteisiin, kuten valoon ja lämpötilaan (Koivunen 1997, 161).

4.1.1 Lämpötila

Kasvatustilaa säätämällä voidaan vaikuttaa kasveissa tapahtuviin reaktioihin ja sitä kautta kasvin kasvuun ja kehitykseen. Tietyissä lämpötiloissa (liian kylmä tai liian kuuma) kasvu hidastuu, tai se voi jopa pysähtyä kokonaan. Optimaalisen kasvutilan löytäminen tietyille kasvilajeille on hankalaa ja siihen vaikuttavat lajin ja lajikkeen lisäksi muun muassa se, millaiseksi kasvin halutaan kehittyvän. (Karlsson & Larson 1994, 190.) Kasvihuoneissa varsinkin yö- ja päivälämpötilan säätämällä on saatu aikaan matalampia kasveja kasvun hidastuessa. Tämä on huomattu erityisesti silloin, kun yölämpötila on nostettu korkeammaksi kuin päivälämpötila. Lämpötilaerojen kuvailuun päivän ja yön välillä käytetään lyhennettä DIF, joka tulee englanninkielisestä termistä ”The Difference between Day and Night Temperature”. Kun yölämpötila on korkeampi kuin päivälämpötila, on kyseessä negatiivinen DIF ja päinvastoin. (Koivunen 1997, 166.) Toinen hyväksi havaittu keino kasvukorkeuden rajoittamisessa on drop-käsittely. On todettu, että aamun ensimmäisinä tunteina voi-

daan vaikuttaa verson pituuskasvuun lämpötilan avulla kaikkein tehokkaimmin ja etenkin lämpötilan nostaminen aikaisin aamulla voi lisätä huomattavasti varren kasvua. Niinpä drop-käsittelyssä lämpötila pudotetaan nopeasti alhaisemmaksi aamun ensituntien aikana auringon noustessa jolloin versojen kasvu hidastuu. (Barrett & Erwin 1994, 210.) Taimitarhoilla lämpötilan säätely onnistuu ainoastaan kausihuonekasvatuksessa. Kausihuoneissa voidaan varjostuksen ja tuulettamisen avulla rajoittaa jossain määrin lämpötilan nousua esimerkiksi kesällä kuumimpina aikoina, mutta varsinaiseen kasvunsäätelyyn lämpötilaa muuttamalla ei mahdollisuuksia ole.

4.1.2 Valo

Valon määrällä, kestolla ja laadulla on tärkeä merkitys kasvin kasvun kannalta. Sen vaikutus alkaa jo kasvin siemenvaiheessa. Osa perennoiden siemenistä itää vain pimeässä, kun taas toiset saattavat itää vain valossa (Karlsson & Larson 1994, 185–186). Kasvin kasvaessa suuri merkitys on sillä, mihin aikaan vuorokaudesta valojakso sijoittuu ja kauanko se kestää. Kasveja voidaan kasvihuoneissa kasvattaa joko lyhyenpäivän oloissa, jolloin päivä on huomattavasti pimeäjaksoa lyhyempi, tai päinvastoin pitkänpäivän oloissa. Kukinnan alettua kasvit eivät oikeastaan kasva enää korkeutta. Tätä on voitu hyödyntää osalla kasveista, jotka vaativat lyhyenpäivän olosuhteet kukkiakseen. Kun pitkäpäivä-käsittely vaihtuu lyhyenpäivän käsittelyksi, kukkiminen alkaa eivätkä versot enää kasva pituutta. Joillain pitkänpäivän kasveilla on voitu vaikuttaa myös suoraan versojen kasvuun keskeyttämällä pitkänpäivän jakso monen päivän mittaisella lyhyenpäivän jaksolla. (Koivunen 1997, 169.) Tällöin saadaan estettyä gibberelliinien tuotanto ja kasvit jäävät matalammiksi (Luoranen 1999, 59).

Myös valon määrällä ja laadulla on vaikutusta muun muassa kasvin kasvutapaan ja korkeuteen. Jos kasvit saavat paljon valoa, ne jäävät matalammiksi kuin pimeässä kasvaneet, sillä valon vaikutuksesta verson kasvu edistävä auksiini muuttuu tehottomaksi. Valon määrä vaikuttaa myös kasvien väritymiseen. Vähäisessä valossa kasvien lehtivihreän määrä on pienempi kuin hyvissä valo-olosuhteissa. Tällöin kasvin lehtien ja versojen väri muuttuu vihreästä keltaiseksi. Tästä kasvin tilasta käytetään nimitystä kalpeutumisen, eli etioloituminen. Kalpeutumisen lisäksi hämärässä tai pimeässä kasvavan kasvin nivelvälit alkavat venyä ja lehtikoko pienenee. Kasvissa tapahtuu tällöin myös sisäisiä muutoksia, jonka seurauksena kasvin puutuminen hidastuu tai loppuu ja kasvin versot jäävät hennoiksi. (Pankakoski 2006, 129.)

Valon laatu muuttuu sen kulkiessa tiheän kasvuston lävitse, jolloin matalimmat kasvit ja alimmat kasvinosat saavat erilaatuista valoa kuin päällimmäiset. (Koivunen 1997, 169.) Punaisen valon vaikutuksesta kasvit jäävät matalammiksi, kun taas kaukopunainen valo saa varsissa aikaan venymistä (Karlsson & Larson 1994, 212).

4.1.3 Vesi, lannoitus ja kasvualusta

Veden saannin tahalliseksi rajoittamisella voidaan aiheuttaa kasveille kuivuusstressiä, jolloin saadaan rajoitettua kasvin kasvamista. Vähäinen vedensaanti tai liian korkea ilmankosteus saa kasvin sulkemaan lehdistä olevat ilmaraot, jolloin haihduttaminen loppuu. Tällöin myös yhteyttäminen loppuu, kun siihen tarvittavaa hiilidioksidia ei pääse kulkeutumaan kasviin. Näin ollen kasvi ei voi kasvaa. Vaikka tuloksia kasvun hidastumisesta tällä tavoin saataisiinkin, voi menetelmällä olla myös negatiivisia vaikutuksia. Niitä ovat esimerkiksi vioitukset lehdistössä, sekä versojen heikko haarautuminen. (Koivunen 1997, 165.)

Optimaalisen ja sopusuhtaisen kasvun aikaansaamiseksi kaikki kasvit tarvitsevat ravinteita. Oikeanlaisen lannoituksen takaamiseksi taimien tulee saada sopivassa suhteessa erilaisia pää-, sivu- ja hivenaineita, joista tärkeitä ovat etenkin typpi, fosfori ja kalium. Markkinoilta löytyy useita eri kasviryhmille ja -lajeille kehitettyjä lannoitustuotteita, joiden joukosta kukin viljelijä voi löytää omille kasveilleen parhaiten toimivat tuotteet. (Farmit n.d.) Lannoituksen säätelyssä tulee kuitenkin olla tarkkana. Esimerkiksi typpi aiheuttaa yleisesti rehevää ja runsasta kasvua, mutta voi toisaalta altistaa kasvit herkemmin erilaisille taudeille. Kasvualusta ei saa olla ravinnepitoisuudeltaan myöskään liian väkevä, tai kasvin vedenotto-kyky heikenee ja kasvu häiriintyy. Myös kasvualustan tilavuus ja laatu vaikuttavat kasvuun. Pienessä astiassa kasvatetut taimet jäävät pienemmiksi kuin suuremmissa ruukuissa kasvatetut. (Koivunen 1997, 166.)

4.2 Mekaaninen kasvunsäätely

Mekaanisiin kasvunsäädön menetelmiin voidaan lukea kuuluvaksi latvominen ja leikkaaminen, nupustus, kasvien tukeminen, mekaanisen stressin aiheuttaminen sekä kasvien kasvutiheyden säätely. (Koivunen 1997, 162–164.)

4.2.1 Latvonta ja leikkaus

Auksiinin aikaansaama apikaalidominanssi estää sivuversojen kasvua. Latvonnassa kasvin pääversosta poistetaan latva, jolloin apikaalidominanssi poistuu ja versot pääsevät kasvamaan. Näin taimet haaroittuvat paremmin ja niistä tulee tuuheampia. Kasveja voidaan myös muuten kuin apikaalidominanssin poistamiseksi leikata elinvoimaisten, haarovampien ja tanakoiden taimien aikaansaamiseksi. Molemmat menetelmät ovat manuaalisesti suoritettavia töitä jotka vievät paljon työaikaa. Lisäksi ne viivästyttävät viljelyaikaa ja varsinkin kukintaa. (Koivunen 1997, 162–163.)

4.2.2 Kasvutiheyden säätely

Vaikka kasvien kasvattaminen mahdollisimman tiheässä saattaisi vaikuttaa taloudellisesti tehokkaimmalta ratkaisulta, täytyy ottaa huomioon että tiheään järjestettyjen taimien kasvu häiriintyy, jolloin lopputuotteen laatu on heikko. Jo viljelyn alussa tulisi selvittää kunkin kasvilajin ja lajikkeen

tilavaatimukset. Viljelemällä kasvia mahdollisimman optimaalisissa olosuhteissa voidaan vähentää kasvien välistä kilpailua vedestä, valosta ja ravinteista. (Koivunen 1997, 162; Nursery 1999, 88.)

Liian tiheässä kasvaneet kasvit eroavat ominaisuuksiltaan oikeassa kasvu-tiheudessa kasvaneista taimista. Tiiviisti järjestetyt kasvit ovat usein korkeampia kuin hyvissä valo-olosuhteissa kasvaneet, sillä ne joutuvat kilpailemaan valosta kurkottamalla ylemmäs. Tällaisilla kasveilla kasvu on myös keskittynyt enemmän versojen pituuskasvuun, jolloin juuret jäävät yleensä heikommiksi. (Nursery 1999, 88.) Tärkeä seikka harventamisessa on myös ilmanvaihdon mahdollistaminen kasvuston joukossa. Näin kasvi-taudit ja kosteus eivät pääse valloittamaan kasvustoa. (Koivunen 1997, 162.)

4.2.3 Mekaaninen stressi

Ulkona kasvatetut taimet altistuvat erilaisille luonnonilmiöille kuten tuulelle ja sateelle, jotka liikuttavat kasvia ja vaikuttavat sen kasvuun. Kasvi-huoneolosuhteissa tällaisia ilmiöitä jäljiteltäessä on saatu tuotettua haaravampia kasveja, joiden nivelvälit ovat lyhyemmät ja jotka näin ollen ovat kasvutavaltaan matalampia kuin käsittelemättömät. Erilaisten mekaanisten käsittelyjen aiheuttamaa tilaa kasvissa kutsutaan mekaaniseksi stressiksi. (Koivunen 1997, 164.)

Kasvihuoneviljelyä ja ulkoviljelyä verratessa on huomattu, että ulkona kasvavat kasvit ovat usein matalampia, samoin kuin kasvihuoneissa ovien vierustoilla kasvaneet. Tämä perustuu osittain mekaaniseen stressiin, jonka aiheuttaa ulkona kasveille tuuli. (Barret & Erwin 1994, 212.) Mekaanisen stressin aiheuttamiseksi kasveille voidaan kasvihuoneissakin tehdä erilaisia käsittelyjä. Kasvustoon voidaan esimerkiksi puhalttaa ilmaa, kasveja voidaan liikuttaa täristämällä, tai niitä voidaan harjata erilaisilla välineillä. Myös voimakkaan vesisuihkukäsittelyn on todettu hidastavan verson kasvua. (Koivunen 1997, 164.) Mekaaninen stressi saa usein aikaan myös kestävämpiä ja tanakampia kasveja. Toisaalta menetelmän käytössä tulee olla tarkkana. Kasveja ei saa käsitellä liian rajusti tai liian usein, jotta vältyttäisiin vioituksilta. (Koivunen 1997, 164–165.)

4.3 Kemiallinen kasvunsäätely

Kemialliset kasvunsäätöet ovat synteettisesti valmistettuja tuotteita, jotka sisältävät kasvihormoneja tai niitä muistuttavia aineita. Niitä käytetään viljelyn aikana muokkaamaan kasvin kehitystä ja kasvua, jotta lopputuotteesta saataisiin ominaisuuksiltaan toivotunlainen. Kemialliset kasvunsäätöet vaikuttavat kasvuun jo pieninä pitoisuuksina. Ne voivat olla kemialliselta rakenteeltaan täysin samanlaisia kuin kasveissa luontaisesti syntyvät kasvihormonit, tai samankaltaisia mutta eivät täysin samoja yhdisteitä kuin kasvien hormonit. Lisäksi osa kasvunsäätöistä toimii kuten kasvihormonit, mutta ovat silti kemialliselta rakenteeltaan täysin erilaisia kuin ne. Kemiallisiin kasvunsäätöisiin ei lueta kuuluvaksi lannoitteita, eikä rikkakasvien torjuntaan käytettäviä tuotteita, vaikka osalla niistä olisikin kasveihin sa-

manlaisia vaikutuksia kuin kasvihormoneilla. (Pankakoski 2006, 123–124.)

Useimmat kemiallisista kasvunsäätteistä ovat kasvunhidastajia, eli retardanteja, jotka estävät tai hidastavat kasvien pituuskasvua (Pankakoski 2006, 125). Niiden teho perustuu gibberelliinien syntymisen ja toiminnan ehkäisemiseen, jolloin kasvin nivelvälit eivät veny vaan kasvi jää matalammaksi kuin ilman käsittelyä (Gent & McAvoy 2000, 89; Koivunen 1997, 171). Koska kemialliset kasvunhidastajat eivät yleensä vaikuta aukiinien ja sytokiniinien toimintaan, verson paksuuskasvu jatkuu pituuskasvun rajoittumisesta huolimatta, jolloin saadaan tukevampia mutta matalampia taimia aikaiseksi (Luoranen 1999, 62).

Pituuskasvun hillitsemisen lisäksi kasvunsäätteillä voi olla myös muita vaikutuksia kasviin. Niitä voivat olla esimerkiksi kasvin värin muuttuminen, kukinnan aikaistuminen tai myöhästymisen, stressinsietokyvyn paraneminen sekä lehtimäärän kasvaminen tai väheneminen. Kemiallisten kasvunsäätteiden vaikutukset näkyvät kasviryhmissä eri tavoilla. Tämä johtuu kasvien erilaisista kasvutavoista, sekä eroista aineenvaihdunnassa ja gibberelliinien toiminnassa. (Gent & McAvoy 2000, 89; Koivunen 1997, 171.)

1960-luvulla kemiallisten kasvunsäätteiden käyttö alkoi lisääntyä koristekasvien viljelyssä (Koivunen 1997, 171). Suomessa käytettävien kasvunhidastajien tuotevalikoima on melko suppea, mutta muualla sekä kasvunsäätteitä että käyttökohteita löytyy enemmän. Koristekasvien tuotannossa yleisesti käytettyjä kemiallisten kasvunhidastajien tehoaineita ovat daminotsidi, klormekvattikloridi, ansymidol, paklobutratsoli sekä unikonitoli. Näiden tehoaineiden vaikutus perustuu niiden kykyyn estää gibberelliinien toimintaa tai muodostumista. (Gent & McAvoy 2000, 89, 91; Pankakoski 2006, 125.) Vaikka daminotsidi ja klormekvattikloridi ovatkin viljelyssä hyvin yleisiä aineita, aiheuttavat ne enemmän sivuvaikutuksia kuin esimerkiksi paklobutratsoli. Lisäksi daminotsidia ja klormekvattikloridia joudutaan käyttämään suurempina pitoisuuksina kuin muita aineita, jotta niistä saadaan parempi teho. (Gent & McAvoy 2000, 91.)

Käyttötavat, määrät, pitoisuudet ja ajankohdat riippuvat useista seikoista kuten kasvilajista, kehitysvaiheesta, kasvuolosuhteista, halutuista vaikutuksista, käsittelyiden määrästä ynnä muista tekijöistä (Berner n.d.a). Esimerkiksi oikean käyttöpitoisuuden löytäminen kullekin kasville on tärkeää vioitusten välttämisen lisäksi myös siksi, että samalla kasvunsäätteellä saattaa olla vastakkaisia vaikutuksia kasviin (Pankakoski 2006, 124). Osa aineista on ruiskutettavia, osa taas kasteluliuksena käytettäviä. Jotkin kasvit käsitellään vain kerran ja toiset useampaan kertaan kasvukaudella. Monille, varsinkin yksivuotisille kasveille löytyy tuotteista omat annosteluohjeensa, mutta useille kasveille oikeanlainen pitoisuus voidaan selvittää vain kokeilemalla. (Berner n.d.a; Berner n.d.b.) Koska kemialliset kasvunsäätteet vaikuttavat kasvuun hidastavasti, eivätkä jo olemassa olevaa kasvua pienentävästi, on tärkeää että käsittelyt tehdään tarpeeksi aikaisessa kasvuvaiheessa (Koivunen 1997, 171).

Kemiallisten kasvunsäätteiden käyttöön liittyy monia terveys- ja ympäristöhaittoja joiden vuoksi aineiden käyttöä onkin lähiaikoina rajoitettu useissa maissa ja esimerkiksi paljon käytetty daminotsidi on USA:ssa kielletty. (Luoranen 1999, 63.) Seuraavissa luvuissa esitellään kaksi Suomessa yleisesti käytössä olevaa kemiallista kasvunsäädettä, joita myös opinnäytetyön kokeellisessa osiossa käytettiin.

4.3.1 B-Nine SP

B-Nine SP on Bernerin lehtivaikutteinen kemiallinen kasvunsäädde, joka on yksi yleisimmin käytetyistä kasvunsäätteistä (Barret & Erwin 1994,198; Berner n.d.a). Sen tehoaine on daminotsidi (850 g/kg) ja se on tarkoitettu käytettäväksi ammattimaisessa koristekasvien, kuten kesäkukkien ja ruukkukasvien viljelyssä kasvihuoneissa. Sen avulla voidaan saada aikaan taimia jotka ovat matalampia ja tiiviskasvuisempia kuin käsittelemättömät kasvit. Tuotteen muita vaikutuksia ovat taimien parempi ulkonäkö, sekä kukkien koon kasvaminen. (Berner n.d.a; Gent & McAvoy 2000, 91.)

B-Nine SP:n kasvunsäätöteho ei ole markkinoiden voimakkain, mutta toisaalta se on helppo levittää kasvustoon. Ruiskutuksessa ei vaadita täydellisen tasaista onnistumista kunnollisten tulosten aikaansaamiseksi kuten muilla vastaavilla tuotteilla. Tavallisesti kasvit käsitellään B-Nine SP:llä kaksi tai kolme kertaa kasvukaudella, viikon tai kahden viikon välein. (Barret & Erwin 1994, 198.) Tuotteelle ei ole annettu lajikohtaisia annostusohjeita myyntipäällystekstissä, sillä käyttömäärään vaikuttavat eri lajien lisäksi esimerkiksi kasvuolot, ruiskutuskertojen määrä sekä haluttu kasvukorkeus. Ruukkukasveilla ruiskutusnesteen väkevyydeksi on ohjeellisesti annettu 10–40 g/10 l vettä ja kesäkukilla 30–60 g/10 l vettä. (Berner n.d.a) B-Nine SP ei yleensä aiheuta taimille vioituksia (Barret & Erwin 1994, 198).

B-Nine SP:llä ruiskutettavien kasvien tulee olla hyvässä kasvussa ja lehtien tulee olla kuivat. Hyvä ajankohta ruiskutukselle on muutama viikko koulumisen tai latvomisen jälkeen pilvisellä säällä lämpötilan ollessa 15–20 °C. Ruiskutuksessa kasvit kastellaan aineella tippumisasteeseen asti, eli kunnes ainetta on selvästi näkyvissä lehtien pinnoilla. Kasveille tulisi antaa vettä ennen ruiskutusta jotta ne olisivat hyvässä nestejännityksessä, koska sumutusta ja kastelua tulee välttää 12 tunnin ajan käsittelystä. Käsitteletyt tulisi ajoittaa niin, että nappu- tai kukka- asteella olevia kasveja ei tarvitsisi käsitellä B-Nine SP:llä. (Berner n.d.a.)

B-Nine SP on luokiteltu haitalliseksi aineeksi ja sen varoaika on 24 tuntia. Ruiskutuksessa täytyy käyttää kunnollisia suojarusteita kuten suojapukua, kumisaappaita sekä suojakäsineitä. Lisäksi tulee käyttää yhdistetyllä suodattimella (P2/A2) varustettua kokonaamaria ja pyrkiä välttämään mahdollisen sumun tai höyryn joutumista hengitysteihin. B-Nine SP valmistetta ei saa käyttää yhdistettynä muihin torjunta-aineisiin tai lannoitteisiin. Kun ruiskutusneste on laimennettu, se tulee käyttää kerralla. (B-Nine SP 2003.)

4.3.2 Korrensäade 5C Limit

Korrensäade 5C Limit on viljakasvien laonestoon, yhteyttämistehon parantamiseen ja kasvun säätelyyn sekä koristekasvien kasvunsäätöön tarkoitettu kemiallinen aine, jonka tehoaine on klormekvattikloridi (460 g/l) (Berner n.d.b). Markkinoilta löytyy useita Korrensäade 5C Limitin kaltaisia tuotteita joissa on myös tehoaineena klormekvattikloridi, mutta sen pitoisuudet tuotteessa ovat suuremmat kuin Korrensäateellä. Klormekvattikloridia sisältävien kasvunsäätteiden ongelmana ovat yleensä niiden aiheuttamat vioitukset taimiin. Yleensä nämä ilmenevät ruiskutuksen jälkeen keltaisina läikkinä, eli kloroosina kasvin lehdistä. Kloroosin välttämiseksi klormekvattikloridia sisältäviä kasvunsäätteitä käytettäessä joudutaan usein käyttämään pienempiä pitoisuuksia, jonka seurauksena tuotteen kasvunsäätöteho heikkenee ja käsittelyitä tarvitaan useampia. (Barret & Erwin 1994, 198.) Pääosin käsittelyjä tehdään kasvustolle 1–4 kertaa kasvukaudella (Korrensäade 5C Limit 2003).

Korrensäade 5C Limitiä voidaan levittää joko ruiskuttamalla tai kasteluliuksena. Kasteluliuksen etu on se, ettei se aiheuta lehtiin vioituksia. (Barret & Erwin 1994, 198.) Korrensäade 5C Limitin myyntipäällysteksissä on annettu lajikohtaiset käyttömäärät vain yksivuotisille koristekasveille sekä viljoille. Käyttömäärät sekä käsittelyjen ajankohta ja määrä vaihtelevat lajikohtaisesti. Kasvilajista riippuen määrät vaihtelevat 90 ml-980 ml/100 l vettä tai kasteluliuksena käytettäessä 195 ml-1470 ml/100 l vettä. (Korrensäade 5C Limit 2003.) Aine sisältää kolinkloridia, joka parantaa tehoaineen tunkeutumista kasviin ja sen liikkumista siellä (Berner n.d.b).

Korrensäade 5C Limit on haitalliseksi luokiteltu aine, jonka käytössä tulee noudattaa varovaisuutta. Ainetta käsiteltäessä tulee käyttää kasvot ja silmät suojaavaa suojainta, kumisaappaita, suojapukua, päähinettä sekä esimerkiksi nitrilikäsineitä. Korrensäade 5C Limit on haitallista nieltynä, eikä sitä saa hengittää. (Korrensäade 5C Limit 2003.)

Liuosta jossa on Korrensäade 5C Limitiä, ei saa tyhjentää viemäriin eikä ainetta tai levitysvälineitä saa käyttää tai puhdistaa 10 metriä lähempänä vesistöjä. Lisäksi ruiskutuksessa tulee huomioida, ettei kasvunsäadeainetta pääse tuulen mukana kulkeutumaan vesistöihin. Jos torjunta-ainetta jää käsittelystä yli, täytyy se viedä ongelmajätteen keräyspaikalle. (Korrensäade 5C Limit 2003.)

5 MENETELMÄT

Opinnäytetyön tutkimusosiossa selvitettiin käytännössä kemiallisten kasvunsäätöaineiden tehokkuutta ja käyttömahdollisuuksia monivuotisilla koristekasveilla. Kokeen tarkoituksena oli saada aikaan matalampia taimia. Kokeeseen valittiin kaksi melko yleisesti Suomessa käytettyä kasvunsäätöainetta Korrensäädö 5C Limit, sekä B-Nine SP (Nyman, henkilökohtainen tiedonanto 2010). Valintaperuste näiden kasvunsäätöiden kokeilulle oli se, että kumpikin soveltuu tuotetietojen mukaan koristekasvien kasvunsaätelyssä käytettäväksi (Berner n.d.a; Berner n.d.b). Suurin osa koekasveista oli ulko-olosuhteissa koko kokeen ajan, mutta koska haluttiin seurata myös suojatun tilan vaikutuksia käsittelyihin, järjestettiin lisäksi taimiston kausihuoneeseen pienimuotoinen tutkimus. Syysasteri valikoitui koekasviksi yhteistyötaimiston pyynnöstä, sillä se kasvaa usein ongelmallisen korkeaksi.

5.1 Koekasvi

Opinnäytetyössä tutkittu syysasterilajike 'Herttoniemi' (*Aster novi-belgii* 'Herttoniemi') valittiin kokeeseen koska se on todettu MTT:n puutarhantuotannon Piikkiön tutkimuslaitoksen lajikekokeissa hyväksi ja härmää kestäväksi lajikkeeksi (Wegelius, henkilökohtainen tiedonanto 2010). Lisäksi lajike sopi tutkimukseen hyvin, sillä sen kasvukorkeus on 120 cm (Terolan taimitarha 2011). 'Herttoniemi' on kasvutavaltaan tiivis ja suhteellisen tasakorkuinen. Se aloittaa runsaan kukintansa elokuun loppupuolella punavioletein kukin ja kukinta jatkuu ensimmäisiin pakkasiin asti. (Tuhkanen 2011, 12.)

5.2 Koejärjestelyt

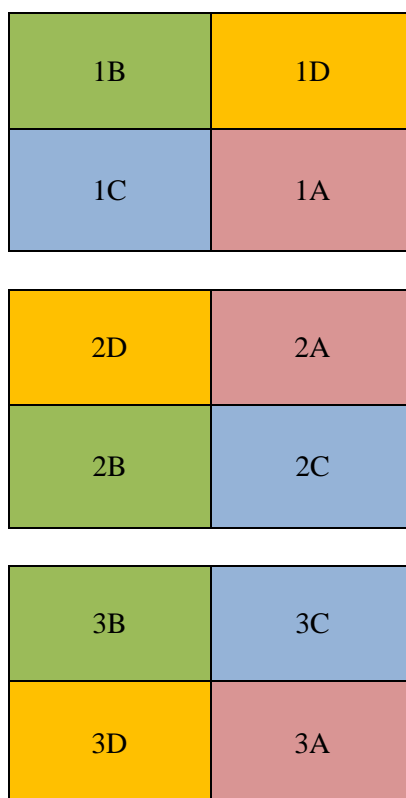
Tutkimus toteutettiin 21.6.–4.10.2010 Hämeen Ammattikorkeakoulun Lepaan yksikön taimitarhalla. Kaikki tutkittavat kasvit toimitettiin Terolan taimitarhalla. Suuri osa kasveista oli koko tutkimuksen ajan samassa paikassa taimiston pihalla perennamaton päällä ilman varjostusta. Koalue vietti lievästi alaspäin. Ulkona olevien koekasvien lisäksi taimiston kausihuoneeseen vietiin kaksi koeruutua, sekä niille suojakasveja. Koekasveja kasteltiin joko manuaalisesti letkulla, tai sadettimien avulla. Kastelut pyrittiin aina ajoittamaan ennen ruiskutus käsittelyjä, koska ruiskutusten jälkeen kasveilla oli tietty varoaika, jolloin niitä ei saanut lainkaan kastella. Tutkimuksen aikana sääolot olivat useina päivinä helteisiä.

Kokeeseen valittiin neljä erilaista käsittelyä (Taulukko 1). Kahden kemiallisen kasvunsäätöaineen lisäksi vedellä ruiskutus valittiin yhdeksi koejäseneksi, koska haluttiin selvittää onko kasvien ruiskuttamisella yleensä aineesta riippumatta jotain vaikutusta esimerkiksi kukintaan. Lisäksi mukana oli käsittelemätön vertailukoejäsen.

Taulukko 1 Kokeeseen valitut koejäsenet ja niiden kirjaintunnukset.

Tunnus	Käsittely
A	Käsittelemätön
B	Ruiskutus vesi
C	Ruiskutus Korrensäde 5C Limit
D	Ruiskutus B-Nine SP

Tutkimus aloitettiin 21.6.2010, jolloin taimitarhalle toimitetut syysasterit ruukutettiin uudelleen kolmen litran ruukkuihin. Ruukutuslajustana käytettiin seosta, jossa oli viisi sakkia Kekkilän karkeaa ruukutusseosta, sekä neljä sakkia AA2 paaliturvetta. Lisäksi joukkoon sekoitettiin 6 kg Osmocote Exact Low Start 5–6 kk lannoiterakeita. Uudelleenruukuttamisen jälkeen ruukut vietiin koalueelle ja kasteltiin. Seuraavana päivänä 22.6.2010, ruukut järjesteltiin koalueelle tutkimussuunnitelman mukaisesti kolmeen kerranteeseen, sekä kausihuoneeseen kahteen koeruutuun (Kuva 3). Samalla kasvit leikattiin ruohosaksilla niin, että jokaiseen versoon jäi noin kaksi niveltä. Näin versot olivat suhteellisen samankorkuisia ja lähtötilanne kaikilla kasveilla mahdollisimman samankaltainen, jotta kasvua voitiin helpommin vertailla.



Kuva 3 Syysasterin koejärjestelyt taimikentällä. Kuvassa on kolme kerrannetta joissa kussakin on neljä koeruutua ja ruuduissa eri koejäsenet. Numerot 1, 2 ja 3 kertovat kerranteen numeron. A tarkoittaa käsittelemättömiä kasveja, B vedellä ruiskutettavia, C Korrensäde 5C Limitillä ruiskutettavia ja D B-Nine SP:llä ruiskutettavia taimia.

Kerranteita kokeessa oli kolme ja niitä merkittiin numeroilla 1, 2 ja 3. Kerranteet sijaitsivat peräkkäin, kiinni toisissaan (Kuva 4). Jokainen kerranne jaettiin neljään ruutuun ja jokaiseen ruutuun arvottiin eri koejäsen. Jokaiseen kerranteeseen tuli siis yksi ruutu kutakin koejäsentä arvottuina eri ruutuihin. Kerranteet ja ruudut erotettiin toisistaan maahan kiinnitettyjen narujen avulla. Jokaiseen ruutuun tuli yhtä koejäsentä kymmenen ruukkuu kahteen riviin, eli yhdessä kerranteessa ruukkuja oli 40 kappaletta. Lisäksi kerranteiden ympärille ja eri kerranteiden väleihin asetettiin suojarivit jolloin syysasteriruukkuja oli kokeessa suojarivit mukaan laskien yhteensä 192 kappaletta. Kausihuoneeseen vietiin 29 ruukkuu, joista 10 oli käsittelemättömiä, toiset 10 ruiskutettiin Korrensäade 5C Limitillä ja 9 toimivat koekasvien suojakasveina. Suojakasveina käytettiin samaa lajiketta kuin koekasvit. Suojarivien tarkoituksena oli vähentää koekasveihin kohdistuvaa reunavaikutusta. Reunavaikutuksen vuoksi osa reunoilla sijaitsevista koekasveista olisi voinut altistua enemmän esimerkiksi tuulen kuivattavalle vaikutukselle kuin kerranteiden keskellä olevat kasvit, eikä tutkimus olisi ollut tasapuolinen.



Kuva 4 Uudelleenruukutetut ja alasleikatut syysasterin taimet taimikentälle järjestettyinä.

5.3 Ruiskutukset

Koekasvit ruiskutettiin kaksi kertaa tutkimuksen aikana, 2.7.2010 sekä 22.7.2010. Kahteen ruiskutukseen päädyttiin sen vuoksi, että esimerkiksi Korrensäade 5C Limitin ohjeissa useille koristekasveille suositeltiin 1–3 ruiskutuskertaa (Berner n.d.b). Molemmilla kerroilla aineiden käyttövakevyudet ja määrät olivat samat. Koejäsen B ruiskutettiin kummallakin ruiskutuskerralla pelkällä vedellä.

Kummallakin ruiskutuskerralla kasvit kasteltiin ennen ruiskutusta. Molemmat ruiskutukset osuivat suhteellisen lämpimälle (yli +20 °C) ja aurinkoiselle, tai puolipilviselle ajalle. Kastelun lisäksi ennen ruiskutusta eri

ruudut rajattiin toisistaan pahvisten, noin metrin korkeiden väliseiniä avulla. Näin pyrittiin varmistamaan, etteivät koejäsenet altistu väärälle käsittelylle esimerkiksi tuulen kuljettaessa ruiskutettavaa ainetta viereisiin koeruutuihin. Molempina ruiskutuskertoina asterit ruiskutettiin käsikäyttöisellä yhden litran paineruiskulla tippumispisteeseen, eli kunnes ainetta selvästi oli lehtien pinnoilla. Koska samaa ruiskupulloa käytettiin kummankin aineen ruiskuttamiseen, se puhdistettiin ja pestiin huolellisesti eri ruiskutusten välillä.

Ensimmäinen ruiskutus tehtiin puolentoista viikon kuluttua kokeen aloittamisesta ja astereiden uudelleen ruukutuksesta, eli 2.7.2010. Kummastakaan käytetystä ruiskutusaineesta ei löytynyt varsinaisesti syysasterille tarkoitettua tarkkaa annosteluohjetta. Kummankin aineen myyntipäällystekstistä löytyi kuitenkin jokin suuntaa-antava ohjeistus ruukkukasveille, joista arvioitiin syysasterille käyttöväkevyydeltään mahdollisesti sopiva. Tarkoituksena oli saada aikaan näkyviä tuloksia kasvunsäätelyssä, mutta välttää mahdollisia vioituksia esimerkiksi lehdistä tai kukinnassa. B-Nine SP:n myyntipäällystekstin mukaan aine soveltuu syysasterilla käytettäväksi. Ruukkukasveille käyttöväkevyydeksi kuitenkin ohjeistetaan 10–40 g/10 l vettä B-Nine SP:tä käytettäessä. (Berner n.d.a.) Kokeessa ruiskutukseen käytettiin yhden litran paineruiskupulloa joten ruiskutusnesteiden määrä laskettiin 0,5 litralle vettä. Koejäsenelle D B-Nine SP:n käyttömääräksi valittiin 20 g/10 l vettä, jolloin puoleen litraan vettä sekoitettiin 1g B-Nine SP:tä. Koska B-Nine SP on jauhemaista, se annosteltiin aluksi mittastiaan vaa'alle ja sekoitettiin sitten paineruiskussa olevaan veteen.

Korrensäde 5C Limitillä ruiskutusväkevyyttä arvioitiin myyntipäällystekstistä. Väkevyyttä laskettaessa sattui kuitenkin virhe ja Korrensäde 5C Limitin ruiskutusnesteestä tuli melko laimeata, joka huomattiin vasta myöhemmin. Toisella ruiskutuskerralla nesteiden väkevyys oli sama. Koejäsenelle C ruiskutusnesteiden määräksi valittiin 350 ml/ 100 l, jolloin laskettiin jälleen käyttömäärä 0,5 litralle vettä, eli tällöin 0,5 litraan vettä Korrensädeä sekoitettiin 1,75 ml. Korrensäde 5C Limit on nestemäistä, joten se mitattiin lääkeruiskulla ja lisättiin sitten paineruiskupulloon jossa oli 0,5 l vettä.

5.4 Mittaukset ja havainnointi

Tutkimuksen aikana kasvustoa pyrittiin mittaamaan ja havainnoimaan aluksi viikon välein ja myöhemmin kahden viikon välein. Ruukutuksen ja toisen erillisen ruiskutuskerran lisäksi havainnointikertoja oli yhteensä 11. Aluksi mitattiin pelkästään astereiden pituuskasvua. Tätä varten jokaisesta ruudusta mitattiin sattumanvaraisesti aloituskerralla arvotuista viidestä ruukusta kustakin kolme silmämääräisesti valittua keskipituista versoa. Arvontaa varten jokaisen ruudun kymmenen ruukkua numeroitiin luvuilla I-X. Lappuarvonnalla saadut ruukut olivat järjestyksessä ruukku numero II, ruukku numero III, ruukku numero V, ruukku numero VII ja ruukku numero IX (Kuva 5). Tätä tapaa käytettiin kaikissa eri ruuduissa koejäsenestä riippumatta, eli kaikista ruuduista mitattiin versot juuri kyseisistä ruukuista numeroista II, III, V, VII ja IX koko tutkimuksen ajan. Versot mitattiin rakennusmitan avulla ruukun pinnasta verson kärkiniveleen

saakka. Kasvien pituuskasvun mittaamisen lisäksi tarkkailtiin mahdollisten ruiskutuksesta johtuvien vaurioiden, esimerkiksi lehtien kellastumisen eli kloroosin ilmenemistä.

I	II	III	IV	V
VI	VII	VIII	IX	X

Kuva 5 Kuvassa yksi koeruutu joka sisältää kymmenen ruukkua kahdessa rivissä. Näistä ruukuista on väritetty arvonnän tuloksena saadut ruukut joista kustakin mitattiin kolmen verson korkeudet.

Myöhemmillä havainnointikerroilla alettiin huomioida myös kukkanuppujen esiintymistä, nuppujen värittymistä, sekä auenneiden kukkien lukumäärää. Kukkanuput laskettiin väritettyneiksi silloin, kun niissä näkyi selvästi vaaleanpunaista väriä. Auenneiksi kukiksi laskettiin sellaiset, joissa kukan keskusta oli selvästi näkyvässä.

Tutkimus lopetettiin 4.10.2010. Tällöin versoista mitattiin loppukorkeudet. Lisäksi laskettiin kukkanuppujen ja auenneiden kukkien määrä. Lopuksi mitattiin tuorepainot leikkaamalla kunkin ruukun versot ruukun pinnan tasolta ja punnitsemalla ne. Sekä kukka-aiheiden että tuorepainojen mittaamiseen käytettiin samoja viittä ruukkua, joista korkeudetkin mitattiin.

6 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO

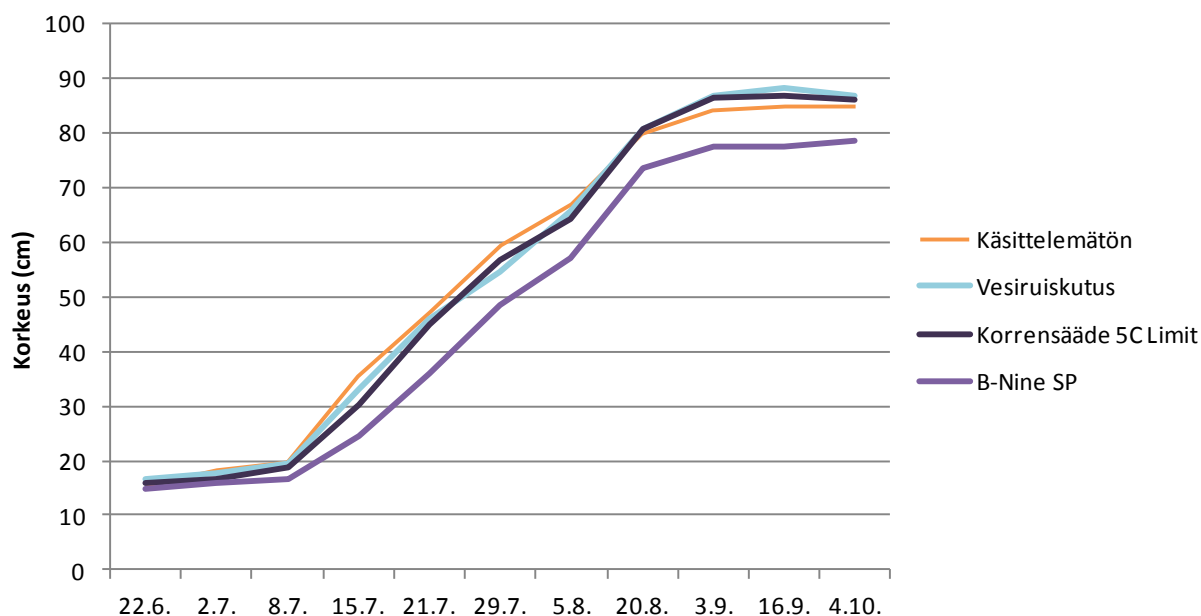
Kokeen aikana kerättiin tietoa erityisesti koekasvien kasvukorkeudesta. Lisäksi kokeen loppupuolella kirjattiin ylös vioituksiin sekä kukintaan liittyviä havaintoja ja kokeen lopussa koekasvien tuorepainotiedot. Tulosten vertailuun on tutkimuksessa käytetty IBM SPSS Statistics 19-ohjelmaa.

6.1 Taimikenttä

6.1.1 Kasvukorkeus ja taimien ulkonäkö

Kasvukorkeudessa ei kokeen aikana havaittu silmämääräisesti arvioiden selkeitä eroja eri käsittelyiden välillä. Osa koeruutujen kasveista oli selvästi matalampia, mutta ei niin paljon, että erojen olisi voinut todeta johtuvan tietystä käsittelystä. Kasvit myös näyttivät kaikki tasalaatuisilta riippumatta siitä millä niitä oli ruiskutettu.

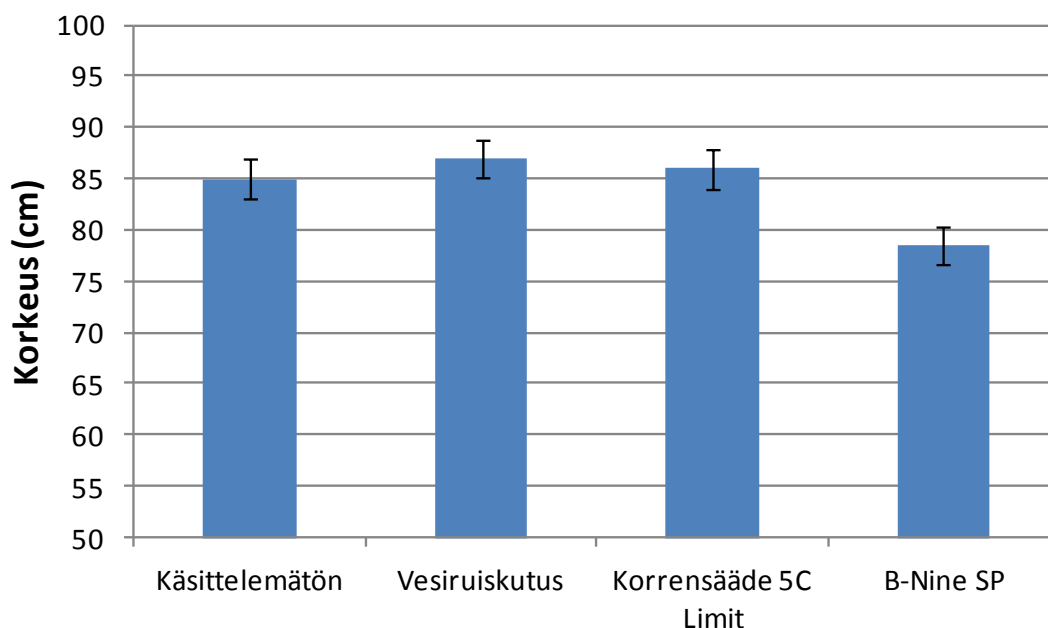
Kuten kuviosta 1 voidaan nähdä, oli B-Nine SP ensimmäisistä mittauskerroista lähtien muita käsittelyjä matalampi. Tilastollisia eroja ilmeni myös SPSS -ohjelmalla tehdyissä analyyseissä, joissa B-Nine SP erottui tilastollisesti merkitsevästi muista käsittelyistä korkeutensa perusteella (Parittainen vertailu, Tukeyn testi, p-arvo 0,000, Liite 1). B-Nine SP:n teho näytti kestävän toisen ruiskutuksen (22.7.) jälkeen ja kasvit pysyivät huomattavasti matalampana myös kokeen loppuun asti, eivätkä enää venähtäneet muiden käsittelyiden ohi.



Kuvio 1 Syysasterin korkeuksien keskiarvot eri kasvunsäädekäsittelyissä.

Aluksi näytti siltä, että Korrensäde 5C Limitillä käsitellyt kasvit jäisivät B-Nine SP:n lisäksi muita käsittelyjä matalammaksi, mutta neljällä viimeisellä mittauskerralla Korrensädeellä käsitellyt kasvit olivat korkeampia kuin kokonaan käsittelemättömät taimet. Luultavasti Korrensäteen

kohdalla tapahtunut virhe aineen annostelussa johti siihen, ettei aineen teho riittänyt hillitsemään taimien kasvua riittävästi ja tarpeeksi ajoissa. Myös pelkällä vedellä ruiskutetut kasvit olivat kokeen loppupuolella korkeampia kuin käsittelemättömät taimet (Kuvio 2).



Kuvio 2 Viimeisen mittauskerran (4.10.) korkeuksien keskiarvot syysasterin eri kasvunsäädekäsittelyillä.

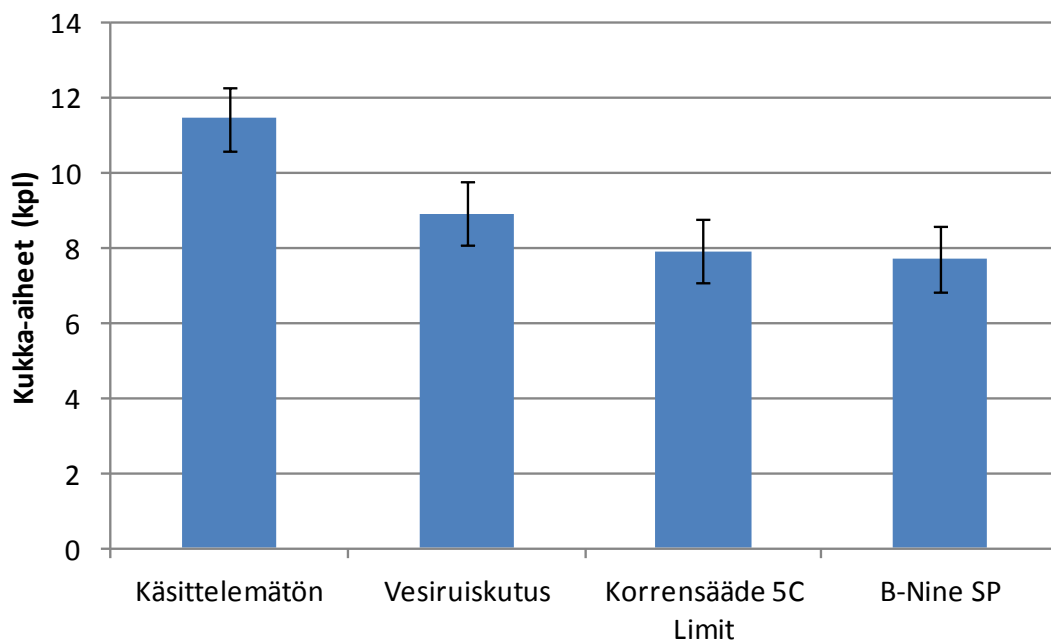
Viimeisellä mittauskerralla erot korkeuksien välillä käsittelemättömillä, vedellä ruiskutetuilla sekä Korrensäädteellä käsitellyillä kasveilla olivat vain noin 1 cm:n luokkaa. B- Nine SP:llä käsitellyt taimet olivat kuitenkin 6,5 cm matalampi kuin esimerkiksi käsittelemättömät taimet.

6.1.2 Kukinta ja vioitukset

Syysasterin kukinta alkaa Suomen oloissa yleensä myöhään ja hitaasti. Kokeen aikana ensimmäiset havainnot kukkanupuista tehtiin 21.7.2010, eli kuukauden kuluttua kasvien uudelleenruukutuksesta ja alasleikkaamisesta. Yli kuukausi myöhemmin, 3.9., oli värittyneitä nappuja edelleen vain muutamissa koekasveissa ja ainoat auenneet kukat suojariveissä. Viimeisellä mittauskerralla 4.10. koekasvien kukinta oli edelleen vähäistä (Kuva 6). Eri käsittelyiden välillä oli kuitenkin huomattavissa eroja kukinnassa (Kuvio 3).



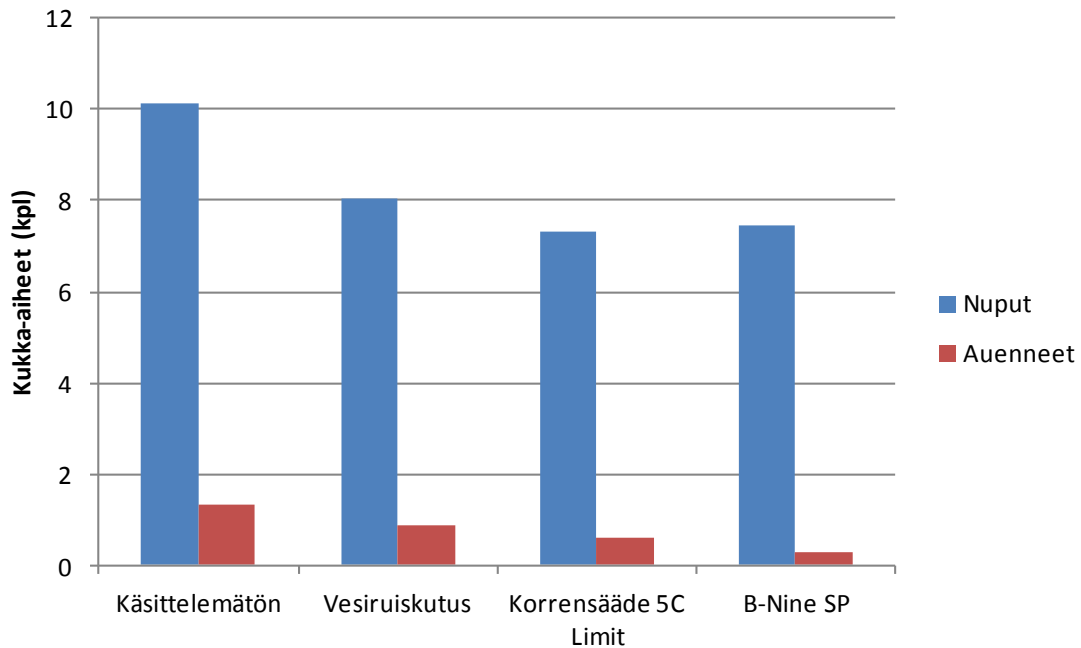
Kuva 6 Syysastereiden kukinta taimikentällä kokeen lopetuspäivänä 4.10. oli melko vähäistä.



Kuvio 3 Syysasterin nappujen ja auenneiden kukkien yhteismäärät kasvunsäädöekäsittelyittäin.

Käsittelemättömillä kasveilla värityneiden nappujen sekä auenneiden kukkien määrä oli selvästi muita suurempi. Sekä B-Nine SP, että Korrensäädö 5C Limit joko hidastivat kukintaa tai vähensivät kukkien määrää. Kuten kuviosta 4 voidaan nähdä, B-Nine SP: llä käsitellyillä kasveilla nimenomaan auenneiden kukkien määrä jäi pieneksi ja näin ollen voidaan olettaa että kyseinen aine viivästyttää kukinnan alkamista. Koska vedellä ruiskutettujen kasvien nappujen ja kukkien määrä jäi pienemmäksi kuin

käsittelemättömien, voidaan myös todeta että aineesta riippumatta ruiskutuksella on vaikutusta kasvien kukintaan.



Kuvio 4 Syysasterin kukkimisen havainnointi kasvunsäädekäsittelyittäin. Siniset palakit kuvaavat värittyneiden nuppujen määrää ja punaiset palakit auenneiden kukkien määrää.

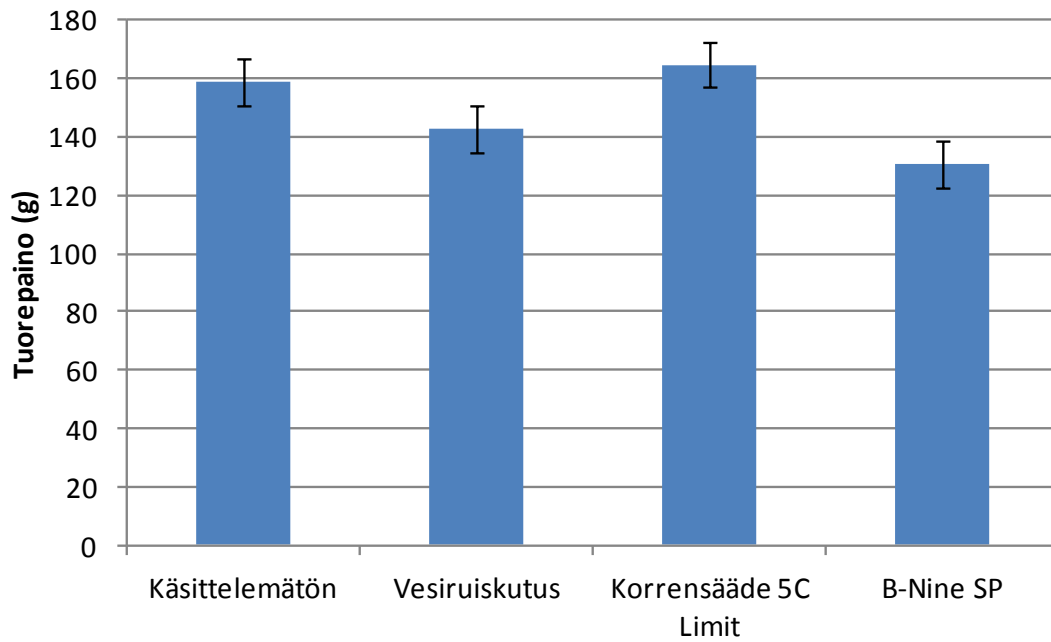
Kokeen aikana osattiin varautua aineiden aiheuttamiin vioituksiin kasvustossa. 8.7.2010 osalla Korrensäde 5C Limitillä käsitelyistä kasveista havaittiin vähäistä kloroosia niin ulkona kuin kausihuoneessakin (Kuva 7). Saman käsittelyn kasveissa oli kloroosia myös 29.7.



Kuva 7 Kloroosi ilmeni syysasterin taimien lehdillä vaaleankeltaisina läikkinä.

6.1.3 Tuorepaino

Kokeen viimeisenä päivänä mitattiin koeruukuista kasvien tuorepainot sekä niiden keskiarvot. Vaikka B-Nine SP:llä käsitellyt taimet jäivät matalimmiksi, eivät ne olleet kovin tiiviitä ainakaan tuorepainojensa suhteen, sillä ne olivat kaikista käsittelyistä painoiltaan kevyimpiä (Kuvio 5). Myös vesiruiskutus vähensi taimien tuorepainoa huomattavasti. Korrensäde 5C Limitillä käsitellyt kasvit olivat kaikista painavimpia, mutta ero muihin käsittelyihin oli lopulta vähäinen.

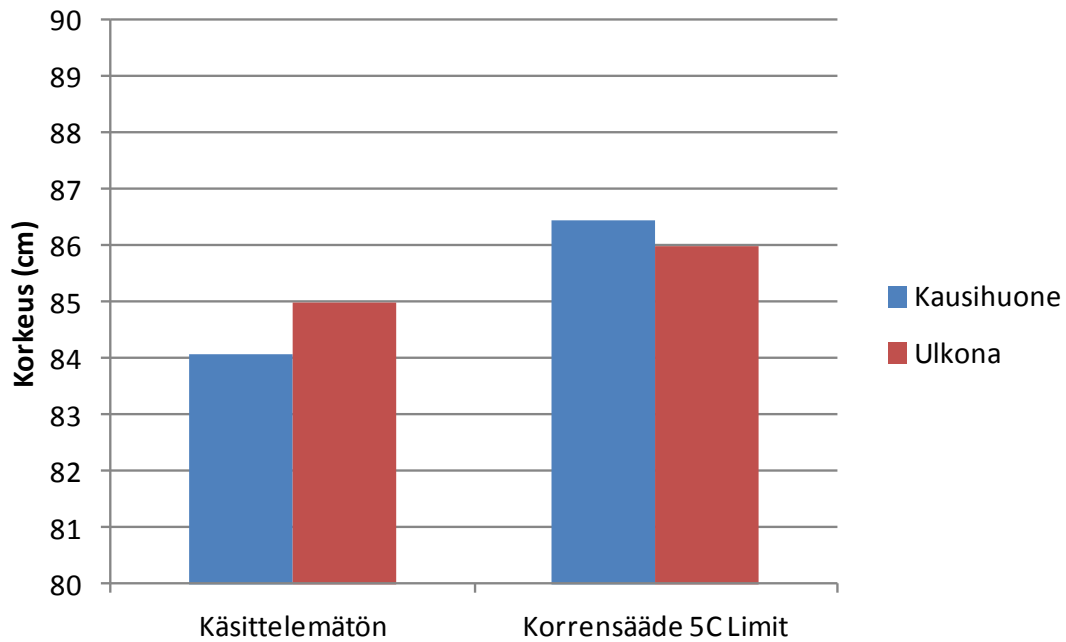


Kuvio 5 Tuorepainojen keskiarvot syysasterin eri kasvunsäädökäsittelyillä.

Painavimman (Korrensäädö 5C Limit) ja kevyimmän (B-Nine SP) välinen ero oli 34 g. Muiden koejäsenten väliset erot olivat 6–30 g. Tilastollisesti merkitseviä eroja ei eri käsittelyiden välillä tuorepainoissa havaittu (Liite 2).

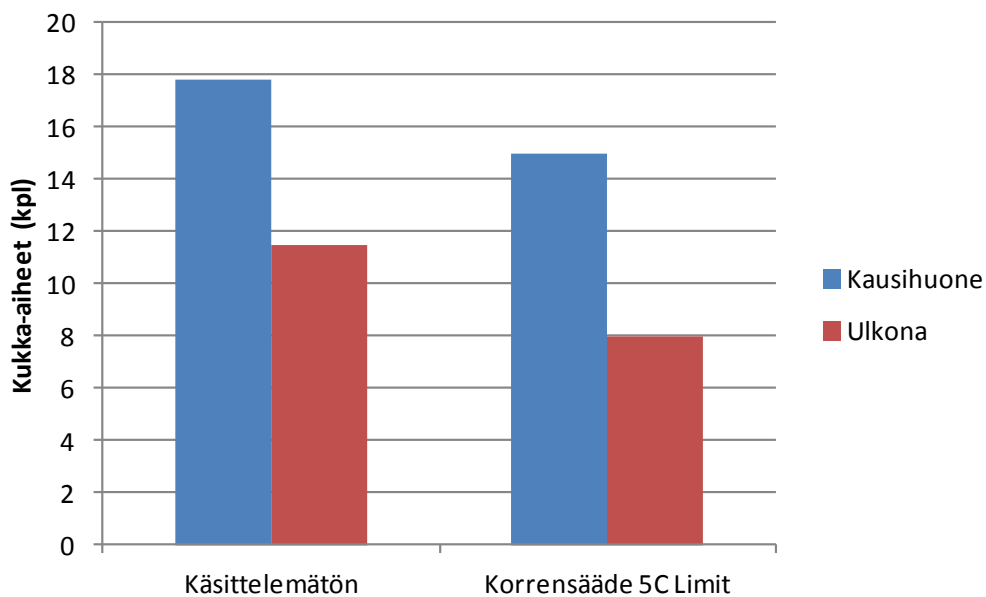
6.2 Kausihuone

Kokeessa haluttiin verrata myös suljetun tilan vaikutusta tuloksiin. Kausihuoneessa kasveja oli kuitenkin suhteellisen vähän, 10 verrannekasvia sekä 10 Korrensäädö 5C Limitillä ruiskutettua, joten tulokset ovat viitteellisiä. Kummallakin koejäsenellä erot kausihuoneissa kasvatettujen taimien ja taimikentällä kasvaneiden taimien välillä olivat pieniä, vain 1 cm luokkaa (Kuvio 6). Kuitenkin eri käsittelyiden väliset erot olivat suuremmat kausihuoneessa kuin ulkona.



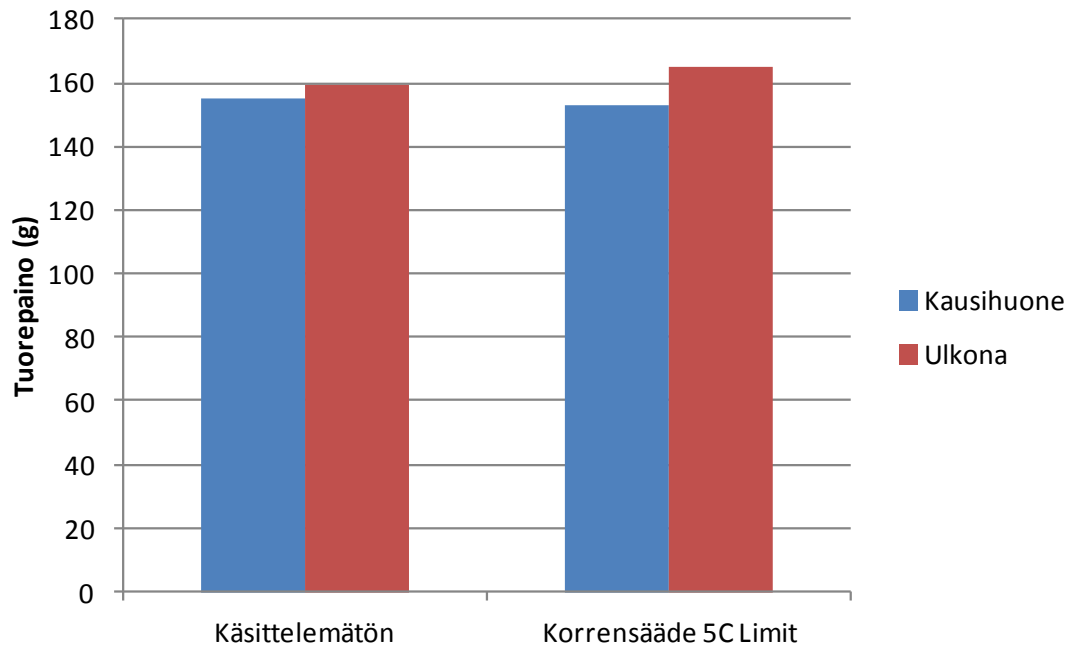
Kuvio 6 Erot korkeudessa syysasterin käsittelemättömillä taimilla sekä Korrensääteellä käsitellyillä taimilla kausihuoneessa ja ulkona taimikentällä.

Kasvupaikalla oli paljon suurempi vaikutus taimiin kukinnan kannalta (Kuvio 7). Käsittelemättömillä syysastereilla kukka-aiheita, eli sekä auenneita kukkia että nappuja, ehti kehittyä huomattavasti enemmän kausihuoneessa kuin ulkona. Korrensäädä 5C Limitillä käsitellyillä taimilla kausihuoneessa kukka-aiheiden määrä oli lähes kaksinkertainen. Eri käsittelyiden väliset erot olivat kukkimisessa suuremmat ulkona kuin kausihuoneessa.



Kuvio 7 Erot kukinnassa syysasterin käsittelemättömillä taimilla, sekä Korrensääteellä käsitellyillä taimilla kausihuoneessa ja ulkona taimikentällä. Kukka-aiheisiin kuuluvat sekä värittyneet nuput, että auenneet kukat.

Myös tuorepainoissa oli vaihtelua riippuen kasvupaikasta (Kuvio 8). Käsittelemättömät taimet olivat ulkona noin 4 g painavampia kuin sisällä olevat. Korrensäädellä käsitellyissä taimissa ero oli suurempi. Kausihuoneessa kasvaneiden taimien tuorepainojen keskiarvo oli lähes 12 g kevyempi kuin ulkona kasvaneiden. Tuorepainoissa käsittelyiden välisiä eroja tutkittaessa selvisi, että ulkona käsittelyiden väliset erot olivat suuremmat kuin kausihuoneessa.



Kuvio 8 Erot syysasterin tuorepainoissa käsittelemättömillä taimilla sekä Korrensäädellä käsitellyillä taimilla kausihuoneessa ja ulkona taimikentällä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, soveltuvatko kemialliset kasvunsäädäaineet Korrensäade 5C Limit, sekä B-Nine SP kasvukorkeuden säätelyyn monivuotisilla syysasterin taimilla. Tavoitteena oli saada aikaan matalampia taimia, kuitenkin häiritsemättä esimerkiksi kukinnan alkamista. Mikään kasvunsäädäkäsittelyistä ei vaikuttanut syysastereiden korkeuskasvuun erityisen hyvin. Vaikka esimerkiksi B-Nine SP -käsittelyn tuloksena saatiin matalampia kasveja, vaikutti se toisiin kehitysvaiheisiin tai ominaisuuksiin (esimerkiksi kukintaan) ei-toivotusti.

Opinnäytetyön tulosten mukaan B-Nine SP:llä käsitellyt kasvit olivat matalampia ja niiden ero muihin käsittelyihin oli tilastollisestikin huomattava. Toisaalta kyseisten kasvien kukinta oli vähäisempää ja hitaampaa kuin muilla, mikä taas ei ole toivottavaa kun kyseessä on muutenkin myöhään kukkiva perennalaji. B-Nine SP:llä käsiteltyjen taimien tuorepainot olivat myös pienemmät kuin muiden käsittelyjen taimet. Koska tuorepaino ei välttämättä ole suoraan verrannollinen taimien korkeuteen, voidaan olettaa että B-Nine SP:llä käsitellyt versot jäivät hennommiksi ja harvemmiksi kuin muilla. Esimerkiksi käsittelemättömät taimet olivat toiseksi matalimpia, mutta silti painoltaan vain muutaman gramman vähemmän kuin painavimmat taimet, jotka oli käsitelty Korrensäade 5C Limitillä. Näin ollen käsittelemättömät taimet olisivat kasvutavaltaan tiiviimpiä kuin B-Nine SP:llä käsitellyt.

Korrensäade 5C Limit ei osoittautunut B-Nine SP:tä käyttökelpoisemmaksi kasvunsäädäteeksi, sillä sen avulla ei saatu aikaan merkittävästi matalampia taimia. Korrensäätteen kohdalla tuloksiin kuitenkin vaikutti tässä tutkimuksessa virhe ruiskutusväkevyyden laskemisessa, jonka vuoksi Korrensäätteen käyttöväkevyyks oli liian laimea. Korrensäädteellä tulisikin tehdä uusi tutkimus tarkasti määritellyillä käyttömäärillä, koska aineella käsitellyt taimet olivat kuitenkin painavimpia ja näin ollen luultavasti tiiviimpiä kuin muiden käsittelyiden. Sen lisäksi ettei Korrensäade toiminut kasvua hillitseväne aineena, oli sillä myös negatiivista vaikutusta kukintaan. Lisäksi Korrensäädteellä käsitellyt taimet olivat ainoita joissa esiintyi kloorosia ja jos sitä esiintyi jo liian laimeaa ruiskutusnestettä käytettäessä, tulee sitä varmasti ilmenemään myös väkevämmillä pitoisuuksilla.

Vesiruiskutus otettiin tutkimukseen mukaan jotta nähtiin vaikuttaako yleensä jollakin nesteellä ruiskuttaminen kasveihin ja erityisesti kukintaan. Vedellä ruiskuttaminen osoittautui huonommaksi vaihtoehdoksi kuin käsittelemättä jättäminen. Vedellä ruiskutetut taimet olivat kokeen loppuvaiheessa jopa korkeampia kuin käsittelemättömät taimet. Lisäksi vesiruiskutus vähensi niin nuppujen kuin auenneiden kukkien määrää ja kasvien tuorepainot pienenevät. Voidaankin miettiä, onko ruiskutus oikea tapa käyttää kasvunsäädäaineita, vai olisiko kasteluliusten käyttö perustellumpaa niillä aineilla joilla se on sallittu ohjeissa. Esimerkiksi Korrensäädettä voidaan käyttää myös kasteluliuksena, jolloin voitaisiin välttää ruiskutuksen haitalliset vaikutukset kukintaan (Berner n.d.b). Toisaalta täytyy ottaa huomioon myös se, mikä tapa taimistoilla toimisi parhaiten ja kumpi käyttötapo olisi ajankäytön ja taloudellisuuden kannalta järkevämpi.

Vaikka kokeessa saatiinkin eroja kasvukorkeuksiin, pitää pohtia olivatko erot lopulta niin suuria että niillä olisi merkittävä vaikutus esimerkiksi kuljetuksen kannalta. Jos korkeimmaksi jääneiden kasvien (vesiruiskutus) ja matalimpien kasvien (B-Nine SP) välinen ero viimeisen mittauskerran keskiarvoissa oli noin 8 cm, ei sillä luultavasti säästyä kuljetuksen aikaisilta vaurioilta, tai helpoteta kasvien säilytystä myymälässä. Seuraavia kokeita tehdessä olisi hyvä keskustella viljelijöiden kanssa siitä, kuinka suuri kasvunsäätteiden vaikutus tulisi kasveihin olla, eli kuinka paljon matalampia taimista pitäisi tulla, jotta sillä olisi käytännön työvaiheisiin nähden jotain vaikutuksia.

Osalla taimitarhaviilijöistä on mahdollisuus kausihuoneiden käyttöön viljelyssä. Sen vuoksi kokeessa haluttiin tutkia myös miten kausihuoneessa käsittelyä saaneet kasvit eroaisivat ulkona kasvaneista. Tutkimuksessa kausihuoneessa olleiden taimien osuus oli kuitenkin hyvin pieni, vain 10 kasvia kumpaakin käsittelyä kohden, joten käyttökelpoisempia tuloksia ajatellen suurempi kasvumateriaali olisi ollut parempi. Tämän vuoksi on hankala myös arvioida kasvupaikan vaikutuksia kasvukorkeuteen tai kasvunsäädekäsittelyyn, koska saadut tulokset eroissa olivat vain 1 cm luokkaa. Kukintaan kasvupaikalla oli huomattavasti suurempi vaikutus. Tuulelta suojainen ja muutenkin mahdollisesti lämpimämpi kasvupaikka oli syynä siihen, että kumpikin koejäsenistä tuotti runsaammin kukkia kausihuoneessa kuin ulkona taimikentällä. Myös tuorepainoissa oli vaihtelua sen mukaan missä kasvit kasvoivat. Kausihuoneessa kasvaneet taimet olivat kummallakin koejäsenellä kevyempiä kuin ulkona kasvaneet. Taimikentällä taimet kehittyivät tiiviimmiksi ja jämäkämmiksi luultavasti siksi, että ne kestäisivät paremmin esimerkiksi tuulta.

Koemenetelmiä tarkasteltaessa voidaan sanoa, että ruiskutusväkevyysien ja oikean ruiskutustekniikan osaaminen olisi varmasti lisännyt kokeen luotettavuutta. Myös mittaustulokset voisivat olla luotettavampia jos ne olisi aina mitattu esimerkiksi samoista versoista, eikä silmämääräisesti ruukun kolmesta keskivertopituudesta versosta kuten kokeen alussa päätettiin. Myös mittaolosuhteet (ahtaus, sade, kuumuus, kasvien korkeus) saattoivat vaikuttaa mittaustapaan eri mittauspäivinä. Kuten Koivunen (1997, 171) toteaa, kasvunsäätteet vaikuttavat kasveihin lyhentämällä niiden nivelväläjä, joten jatkossa samankaltaisissa tutkimuksissa saataisiin tarkempaa ja hyödyllisempää tietoa kasvunsäätteiden toimivuudesta mittaamalla koekasvien nivelvälien muutoksia. Lisäksi kannattaisi tarkemmin tarkkaila kasvien ulkonäköä kokeen aikana ja esimerkiksi valokuvata kasveja eri vaiheissa, jotta voitaisiin paremmin havainnoida mahdollisia muutoksia kasvin ulkomuodossa.

Tärkeää olisi myös ajoittaa käsittelyt oikein (Koivunen 1997, 171). Tässä kokeessa ruiskutusten ajankohdan olisi pitänyt olla huomattavasti aikaisempi. Ensimmäinen ruiskutus viivästy kasvien vaikean saatavuuden vuoksi heinäkuun alkupuolelle (2.7.). Taimistot toimittavat perennoita asiakkailleen kuitenkin yleensä jo toukokuusta lähtien, joten siihenkin nähden ensimmäinen ruiskutus oli liian myöhäinen. Kun käsittely tehtäisiin kasveille heti kasvukauden alussa, vaikuttaisivat kasvunsäätteet kasvuun jo alusta alkaen, eivätkä kasvit pääsisi venähtämään pahasti missään vaihees-

sa. Myös kasvien alasleikkaus myöhäisenä ajankohtana (22.6.) viljelykauteen nähden vaikutti luultavasti kukinnan myöhästymiseen, joten tämänkin vuoksi tutkimus olisi ollut hyvä aloittaa aikaisemmin.

Jatkossa tutkittaessa kemiallisten kasvunsäätteiden soveltuvuutta perennoille, tulisi kokeissa keskittyä enemmänkin yhteen aineeseen, jolla tehtäisiin lajikohtaisia kokeita eri pitoisuuksilla. Siten voitaisiin löytää kullekin perennalajille sopivimmat käyttömäärät. Myös ruiskutuksen ja kasteluliuksen käyttöä vertailemalla saataisiin selville parhaiten taimistoille ja eri kasveille sopiva tapa. Kasvunsäätteiden käyttöä perennoilla on tutkittu ulkomailla esimerkiksi Michiganin yliopistossa, jossa viittä yleisesti tunnettua kasvunsäädettä on kokeiltu useille Suomessakin käytetyille perennalajeille kuten punahatululle (*Echinacea purpurea*) ja punatähkälle (*Liatris spicata*) (Michiganin yliopisto 2008). Tällaisten kokeiden tuloksia kannattaisi hyödyntää myös kotimaisissa tutkimuksissa. Ulkomailla on tutkittu myös mahdollisuutta sekoittaa kemiallisia kasvunsäädettä keskenään, jolloin voitaisiin välttää joitakin sivuvaikutuksia, mutta saada silti tuotettua matalampia kasveja (Gent & McAvoy 2000, 130). Tulevaisuuden tutkimuksissa tulisi lisäksi huomioida kasvien myyntivaihe. Jos kasveista saadaan tuotettua kasvunsäätteiden avulla huomattavasti matalampia ja niitä myydään vähittäisasiakkaille, tulee lopullinen kasvukorkeus aina olla selkeästi mainittuna myyntipakkauksessa tai sen välittömässä läheisyydessä, jotta asiakas ei tuntisi itseään huijatuksi.

Koska tulevaisuudessa ympäristöasioilla tulee olemaan myös kasvintuotannossa suuri rooli, ovat jatkotutkimukset kemiallisten kasvunsäätteiden käytöstä tarpeellisia. Näin voidaan vähentää hyödyttömiä, ympäristölle ja ihmisten terveydelle haitallisia aineita markkinoilta. Toisaalta mahdollisuutena olisi myös kiinnittää huomiota muihin vaihtoehtoihin kasvunsäätökeinoihin ja niiden soveltamiseen taimitarhatuotannossa. Luoranen (1999, 66–68) ehdottaa, että kasvatustoimenpiteiden ja ympäristöolojen vaikutusten ymmärtäminen kasvin kasvuun nähden voisi toimia vaihtoehtona kemiallisten aineiden käyttämiselle. Mitä enemmän kasvatustoimenpiteitä ja olosuhteita seurataan ja merkitään muistiin, sitä paremmin voidaan huomioida myös erilaisten muuttuvien tekijöiden vaikutukset kasvien kasvuun ja sitä kautta jatkossa säädellä kasvua kasvatustoimenpiteitä ja -ajankohtia muokkaamalla (Luoranen 1999, 68). Tällainen toiminta ei kuitenkaan välttämättä vaikuta viljelijöistä yhtä tehokkaalta kuin kemiallisten säätteiden käyttäminen.

Kasvin kehitykseen ja kasvuun liittyvät tekijät kuten kasvihormonit, ovat monimutkainen ja hankalasti tutkittava aihe, jonka parissa tulee riittämään jatkossakin paljon selvitettävää. Tässä kokeessa saadut tulokset ovat lähinnä suuntaa-antavia, mutta toisaalta ne tarjoavat tulevaisuudessa lisää aiheita tutkimuksille niin erilaisten kemiallisten kasvunsäätteiden osalta, kuin vaihtoehtoisten kasvunsäätökeinojenkin parista.

LÄHTEET

Alanko, P. 2003. Perennat. 150 kotipihan monivuotista kukkaa. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Barret, J. E. & Erwin, J. E. 1994. Bedding Plant Height Control. Teoksessa Holocomb, E. J. (toim.) Bedding Plants IV. Illinois, USA: Ball Publishing.

Basra, A. S. 2000. Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture, Their Role and Commercial Uses. Binghamton, NY: The Haworth Press, Inc.

B-Nine SP. 2003. Viitattu 9.11.2011.
<http://kasvinsuojelu.berner.fi/uploads/pdf/myyntip%C3%A4%C3%A4llystekstit/1413B-NineSP.pdf>

Berner Oy. n.d.a. Viitattu 9.11.2011.
<http://kasvinsuojelu.berner.fi/tuotteet/ammattituotteet/kasvunsaateetjakiinnitteet/b-nine-sp/>

Berner Oy. n.d.b. Viitattu 9.11.2011.
<http://kasvinsuojelu.berner.fi/tuotteet/ammattituotteet/kasvunsaateetjakiinnitteet/korrensaeade-5c-limit/>

Davies, P. J. 1990. The Plant Hormones: Their Nature, Occurrence and Functions. Teoksessa Davies, P. J. (toim.) Plant Hormones and Their Role in Plant Growth and Development. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Farmit. n.d. Viitattu 29.2.2012.
<http://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet>

Gent, M. P. N. & McAvoy, R. J. 2000. Plant Growth Retardants in Ornamental Horticulture: A Critical Appraisal. Teoksessa Basra, A. S. (toim.) Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture, Their Role and Commercial Uses. Binghamton, NY: The Haworth Press, Inc.

Karlsson, M. & Larson, R. 1994. Light, Temperature and Carbon Dioxide. Teoksessa Holocomb, E. J. (toim.) Bedding Plants IV. Illinois, USA: Ball Publishing.

Koivunen, T. 1997. Tehokkaasti kasvihuoneesta. Jyväskylä: Gummerus.

Korrensäädö 5C Limit. 2003. Viitattu 9.11.2011.
<http://kasvinsuojelu.berner.fi/uploads/pdf/myyntip%C3%A4%C3%A4llystekstit/1882Korrens%C3%A4de5CLimit.pdf>

Kotimaiset kasvikset. n.d. Asteri. Viitattu 30.11.2011.
http://www.kasvikset.fi/Suomeksi/Asiakkaille/Kasvitieto/Koristekasvit/Kuukivat_koristekasvit/Asteri

- Luoranen, J. 1999. Onko kasvunsäätöillä mahdollista vaikuttaa taimien kasvuun ja kehitykseen? Teoksessa Poteri, M. (toim.) Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 755. Suonenjoki: Metsäntutkimuslaitos.
- Michiganin yliopisto. 2008. Plant Growth Regulator Research. Viitattu 5.11.2011. <http://www.hrt.msu.edu/flora/oe/pgrinfo/>
- Månsson, L. & Johanson, B. K. 2002. Perennat. Kotipuutarhan kauneimmat monivuotiset koristekasvit. Suom. Hannele Vainio. Helsinki: Otava.
- Nursery. 1999. Nursery experiments for improving plant quality. Viitattu 1.2.2012. <http://www.worldagroforestry.org/NurseryManuals/Community/Nursery.pdf>
- Pankakoski, A. 2006. Puutarhurin kasvioppi. Opetushallitus. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Rajala, A. & Peltonen-Sainio, P. 2000. Manipulating Yield Potential in Cereals Using Plant Growth Regulators. Teoksessa Basra, A. S. (toim.) Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture, Their Role and Commercial Uses. Binghamton, NY: The Haworth Press, Inc.
- Rautio, P. 2012. Viitattu 20.2.2012. <http://www.simolanrosario.com/perennat/perennat-2.html>
- Rice, G. 2006. Encyclopedia of Perennials. Royal Horticultural Society. London: Dorling Kindersley.
- Riikonen, A. 2001. Suomalainen perennakäsikirja. Helsinki: WSOY.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. W. 1992. Plant Physiology. Fourth Edition. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.
- Suomalainen Taimi. 2011. Viitattu 20.2.2012. <http://suomalaintaimi.fi/alppiasteri>
- Taimistoviljelijät. n.d. Kasvivinkkejä. Viitattu 30.11.2011. <http://www.taimistoviljelijat.fi/index.php?section=32#anchorkarho>
- Terolan taimitarha. 2011. Vähittäishinnasto 2011. Viitattu 24.11.2011. http://www.terola.fi/data/gfm/files/8/14650_vahittaishinnastopdf2011_1.pdf.
- Tuhkanen, E- M. 2011. Astereilla väriä syksyyn. Puutarha & kauppa 18, 12-13.

HAASTATTELUT

Nyman, T. 2010. Tuotantopäällikkö. Hämeen ammattikorkeakoulu. Henkilökohtainen tiedonanto kesä 2010.

Wegelius, S. 2010. Taimistoviljelijä. Terolan taimitarha. Henkilökohtainen tiedonanto kesä 2010.

KÄSITTELYIDEN VÄLISET TILASTOLLISET EROT KASVUKORKEUDESSA
TAIMIKENTÄLLÄ

Taulukko 1 SPSS -ohjelman analyysi kasvukorkeuksien välisistä eroista eri käsittelyillä ulkona taimikentällä. 1 kuvaa käsittelemättömiä taimia, 2 vedellä ruiskutettuja taimia, 3 Korrensäde 5C Limitillä ruiskutettuja taimia ja 4 B-Nine SP:llä ruiskutettuja taimia.

Multiple Comparisons

Vko11

Tukey HSD

(I) Koeruutu	(J) Koeruutu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-1,936	1,6206	,631	-6,142	2,270
	3	-,984	1,6115	,929	-5,166	3,197
	4	6,487*	1,6115	,000	2,305	10,669
2	1	1,936	1,6206	,631	-2,270	6,142
	3	,952	1,6206	,936	-3,254	5,157
	4	8,423*	1,6206	,000	4,217	12,628
3	1	,984	1,6115	,929	-3,197	5,166
	2	-,952	1,6206	,936	-5,157	3,254
	4	7,471*	1,6115	,000	3,289	11,653
4	1	-6,487*	1,6115	,000	-10,669	-2,305
	2	-8,423*	1,6206	,000	-12,628	-4,217
	3	-7,471*	1,6115	,000	-11,653	-3,289

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 58,428.

*. The mean difference is significant at the 0,05 level.

KÄSITTELYIDEN VÄLISET TILASTOLLISET EROT TUOREPAINOISSA
TAIMIKENTÄLLÄ

Taulukko 2 SPSS -ohjelman analyysi tuorepainojen eroista eri käsittelyillä ulkona taimikentällä. 1 kuvaava käsittelemättömiä taimia, 2 vedellä ruiskutettuja taimia, 3 Korrensäde 5C Limitillä ruiskutettuja taimia ja 4 B-Nine SP:llä ruiskutettuja taimia.

Multiple Comparisons

Paino

Tukey HSD

(I) Koeruutu	(J) Koeruutu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	13,9058	14,91880	,788	-25,8288	53,6404
	3	-5,8440	14,65933	,978	-44,8875	33,1995
	4	28,3573	14,65933	,228	-10,6862	67,4008
2	1	-13,9058	14,91880	,788	-53,6404	25,8288
	3	-19,7498	14,91880	,553	-59,4844	19,9848
	4	14,4515	14,91880	,768	-25,2831	54,1861
3	1	5,8440	14,65933	,978	-33,1995	44,8875
	2	19,7498	14,91880	,553	-19,9848	59,4844
	4	34,2013	14,65933	,105	-4,8422	73,2448
4	1	-28,3573	14,65933	,228	-67,4008	10,6862
	2	-14,4515	14,91880	,768	-54,1861	25,2831
	3	-34,2013	14,65933	,105	-73,2448	4,8422

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1611,719.