

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tina LAP

**MOŽNOST KEMIČNEGA ZAVIRANJA RASTI PRI
VODENKAH**
(Impatiens walleriana Hook. f.)

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tina LAP

MOŽNOST KEMIČNEGA ZAVIRANJA RASTI PRI VODENKAH
(*Impatiens walleriana* Hook. f.)

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

POSSIBILITY OF CHEMICAL GROWTH RETARDATION IN
***Impatiens walleriana* Hook. f.**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za sadjarstvo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in v vrtnariji Lap v Kamniku.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Gregorja OSTERCA in za somentorja prof. dr. Aleksandra ŠIFTARJA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Ivan KREFT
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Gregor OSTERC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Aleksander ŠIFTAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Jože OSVALD
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Tina Lap

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 635.92:631.811.98:631.547.2 (043.2)
KG vodenke/*Impatiens walleriana*/retardant/velikost rastlin/kloroze/debelina stebila
KK AGRIS F01/F04
AV LAP, Tina
SA OSTERC, Gregor (mentor)/ŠIFTAR, Aleksander (somentor)
KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2007
IN MOŽNOST KEMIČNEGA ZAVIRANJA RASTI PRI VODENKAH
(*Impatiens walleriana* Hook. f.)
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP VIII, 35 str., 4 pregl., 13. sl., 15 vir.
IJ sl
JI sl / en
AI Poskus je potekal leta 1998 v Vrtnariji Lap v Kamniku. V poskusu smo ugotavljali, kako zaviralec rasti (retardant) Stabilan, ki vsebuje aktivno substanco klormekvat, vpliva na dve sorti vodenk (*Impatiens walleriana*). Preučevali smo sorti 'Cajun Red' in 'Concorde Scharlach'. Zasnovali smo dvofaktorski poskus, v katerega je bilo vključenih po 100 rastlin vsake sorte, vsaka sorta je imela 10 obravnavanj. V kontrolnem obravnavanju rastline niso bile tretirane s Stabilanom. Uporabili smo dva načina nanašanja retardanta, zalivanje in škropljenje. Uporabili smo tudi različne koncentracije retardanta in pri nekaterih obravnavanjih tretiranje ponavljali. V času trajanja poskusa smo opravili 4 meritve višine in po eno meritev stopnje kloroznosti ter debeline stebila. Razen pri prvi meritvi, se je pri ostalih meritvah pri obeh sortah večina obravnavanj statistično značilno razlikovala od kontrole, statistično značilno pa so se razlikovala tudi posamezna obravnavanja med seboj. Pri sorti 'Cajun Red' smo največji zaviralni učinek dosegli z dvakratnim zalivanjem z 0,5 % koncentracijo Stabilana. Sorta 'Concorde Scharlach' je imela najnižje rastline pri enkratnem tretiranju z 0,8 % koncentracijo Stabilana. Zabeležili smo različne stopnje kloroznosti, ki pa je sčasoma izginila.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 635.92:631.811.98:631.547.2 (043.2)
CX Busy Lizzy/*Impatiens walleriana*/retardant/plant height/chlorosis/stem width
CC AGRIS F01/F04
AU LAP, Tina
AA OSTERC, Gregor (supervisor)/Šiftar, Aleksander (co-supervisor)
PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2007
TI POSSIBILITY OF CHEMICAL GROWTH RETARDATION IN *Impatiens walleriana* Hook. f.
DT Graduation Thesis (University studies)
NO VIII, 35 p., 4 tab., 13. fig., 15 ref.
LA sl
AL sl / en
AB The experiment took place at the family Plant nursery Lap in Kamnik in spring of 1998. We aimed to establish how growth retardant Stablan (with the active component chlormequat chloride) influences two cultivars of *Impatiens walleriana*, namely 'Cajun Red' and 'Concorde Scharlach'. A (2x2) factorial experiment was designed using a 100 plants of each cultivar, forming 10 treatments with 10 repetitions for each treatment. Control plants were not treated with Stablan. 2 different methods of application of growth retardant were used: watering and spraying. With each treatment different concentration of retardant, application method and number of applications was applied. During the experiment 4 height measurements, 1 degree of chlorosis estimation and 1 stem width measurement were carried out. Except in the first measurement in all other measurements in both cultivars the plants in the majority of treatments statistically significantly differed from control plants. Some treatments statistically significantly differed from each other as well. In 'Cajun Red' cultivar the best retarding effect was achieved by watering with 2 applications of 0.5 % solution of Stablan. 'Concorde Scharlach' cultivar produced the smallest plants by a single treatment of spraying with 0.8 % Stablan solution. Different degrees of leaf chlorosis were also observed but they disappeared completely during the experiment.

KAZALO VSEBINE

str.

1	UVOD	1
1.1	VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2	NAMEN RAZISKAVE	1
1.3	DELOVNA HIPOTEZA	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	PREDSTAVITEV VRSTE	2
2.2	RASTLINSKI HORMONI	3
2.2.1	Avksini	3
2.2.2	Giberelini	4
2.2.3	Citokinini	5
2.2.4	Abscizinska kislina (ABA)	6
2.2.5	Etilen	6
2.3	NEKAJ NAJBOLJ UPORABLJANIH ZAVIRALCEV RASTI	7
2.3.1	Daminozid (Alar)	7
2.3.2	Piproctanyl bromid (Alden)	8
2.3.3	Paclobutrazol (Bonzi)	8
2.3.4	Chlorphonium (Phosphon)	9
2.3.5	Ancymidol (Reducymol)	9
2.3.6	Klormekvat klorid (Cycocel, Stabilan)	9
2.4	ALTERNATIVNI RAZLOG UPORABE RASTNEGA REGULATORJA	12
3	MATERIAL IN METODE DELA	14
3.1	RASTNE RAZMERE	14
3.2	MATERIAL	14
3.2.1	Rastlinski material	14
3.2.2	Substrat	15
3.3	METODE DELA	15
3.4	MERITVE	17
3.4.1	Višina rastlin	17
3.4.2	Kloroze	17
3.4.3	Debelina stbla	18
3.5	STATISTIČNA ANALIZA	18
4	REZULTATI	19
4.1	VIŠINA RASTLIN	19
4.2	KLOROZE	25
4.3	DEBELINA STEBLA	27
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	28
5.1	RAZPRAVA	28
5.2	SKLEPI IN PRIPOROČILA	32
6	POVZETEK	33
7	VIRI	34
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Aktivne substance zaviralcev rasti in imena trgovskih pripravkov, v katerih se nahajajo.....	7
Preglednica 2: Terminski načrt del v času poskusa.....	17
Preglednica 3: Višina rastlin sort 'Cajun Red' in 'Concorde Scharlach' ob odbiri rastlin v poskus.....	19
Preglednica 4: Debelina stebela sort 'Cajun Red' in 'Concorde Scharlach' pri meritvi 124 dni po setvi (19.5.1998).....	27

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Vodenke - <i>Impatiens walleriana</i> (Oregon State University, Landscape Plants, 2004).....	2
Slika 2: <i>Impatiens walleriana</i> 'Concorde Scharlach' (Garten Atelier, 2007).....	13
Slika 3: <i>Impatiens walleriana</i> 'Cajun Red' (S&G Flowers, 2007).....	14
Slika 4: Višina rastlin sorte 'Cajun Red' ob drugi meritvi, 85 dni po setvi (10.4.1998).....	20
Slika 5: Višina rastlin sorte 'Concorde Scharlach' ob drugi meritvi, 85 dni po setvi (10.4.1998).....	20
Slika 6: Višina rastlin sorte 'Cajun Red' ob tretji meritvi, 108 dni po setvi (3.5.1998).....	21
Slika 7: Višina rastlin sorte 'Concorde Scharlach' ob tretji meritvi, 108 dni po setvi (3.5.1998).....	22
Slika 8: Višina rastlin sorte 'Cajun Red' ob četrti meritvi, 124 dni po setvi (19.5.1998).....	22
Slika 9: Višina rastlin sorte 'Concorde Scharlach' ob četrti meritvi, 124 dni po setvi (19.5.1998).....	23
Slika 10: Spremljanje višine rastlin sorte 'Cajun Red' v času trajanja poskusa.....	24
Slika 11: Spremljanje višine rastlin sorte 'Concorde Scharlach' v času trajanja poskusa.....	25
Slika 12: Širina kloroznega roba pri sorti 'Cajun Red', merjena 79 dni po setvi (4.4.1998).....	26
Slika 13: Širina kloroznega roba pri sorti 'Concorde Scharlach', merjena 79 dni po setvi (4.4.1998).....	26

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšava	Pomen
IAA	indol-3-očetna kislina
IBA	indol-3-maslena kislina
ABA	abscizinska kislina
klormekvat	klormekvat klorid
kontrola	kontrolne, netretirane rastline
0,5 % Z (1x)	enkratno zalivanje z 0,5 % koncentracijo Stabilana
1 % Z (1x)	enkratno zalivanje z 1 % koncentracijo Stabilana
1,5 % Z (1x)	enkratno zalivanje z 1,5 % koncentracijo Stabilana
0,5 % Z (2x)	dvakratno zalivanje z 0,5 % koncentracijo Stabilana
0,25 % Š (1x)	enkratno škropljenje z 0,25 % koncentracijo Stabilana
0,5 % Š (1x)	enkratno škropljenje z 0,5 % koncentracijo Stabilana
0,8 % Š (1x)	enkratno škropljenje z 0,8 % koncentracijo Stabilana
0,15 % Š (2x)	dvakratno škropljenje z 0,15 % koncentracijo Stabilana
0,1 % Š (3x)	trikratno škropljenje z 0,1 % koncentracijo Stabilana

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

V sodobni pridelavi okrasnih rastlin je posamezni rastlini v času gojenja namenjenega zelo malo prostora, ker se stremi h kar največji možni gostoti rastlin in s tem največjemu pridelku. Tako je rastlinam namenjenega mnogo manj prostora, kot bi ga sicer potrebovale za optimalno rast in razvoj. Posledično posamezna rastlina dobi premalo svetlobe in to vzpodbudi njeno podaljšano rast, rezultat so pretegnjene oz. previsoke rastline. Vrtnarji zato že dolgo časa uporabljajo hormonske pripravke, imenovane retardante oz. zaviralce rasti. Z njimi slabijo rast rastlin, kar omogoča pridelavo večjega števila rastlin na enoto površine. Pri tem pa uspejo ohraniti primerno kakovost rastlin, ki so lepo razrasle in primerne za prodajo.

Z opisanimi težavami se srečujemo tudi pri pridelavi vodenk (*Impatiens walleriana*). Vodenke so precej nagnjene k izdolževanju in ob pomanjkanju svetlobe, zaradi prevelike gostote sadik na enoto površine, se hitro lahko zgodi, da rastline 'podivjajo' in se ne razrastejo. Take rastline seveda niso primerne za prodajo in tako pride do izpada dohodka.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Glede na to, da se pri gojenju vodenk uporabi zaviralcev rasti dejansko ne moremo izogniti, hkrati pa se zavedamo, da je uporaba retardantov obremenilna za okolje, smo poskušali ugotoviti, kako bi najučinkoviteje kontrolirali rast vodenk z uporabo rastnega zaviralca. Stabilan smo izbrali, ker je cenovno zelo dostopen in se relativno hitro razgrajuje, tako da njegova uporaba za okolje ni pretirano obremenilna. Retardantov ne moremo splošno uporabljati, ker je raba vrstno in celo sortno specifična, zato smo želeli preizkusiti retardant Stabilan z aktivno snovjo klormekvat in ugotoviti, kakšna koncentracija in način aplikacije bi ustrezala posamezni sorti vodenk.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevamo razlike glede na sorto, način aplikacije in koncentracijo aktivne snovi pri tretiranju. Predpostavljamo, da nižje koncentracije ne bodo povzročile opaznejših sprememb, medtem ko bodo višje koncentracije povzročile kloroze, nekroze ali celo propad rastlin.

2 PREGLED OBJAV

2.1 PREDSTAVITEV VRSTE

Ime rodu izvira iz latinske besede "impatiens" in pomeni nepotrpežljiv (v angleščini jih imenujejo tudi Busy Lizzy in Touch-me-not). Vsa ta imena so docela ustrezna, ker se ob najmanjšem dotiku zrela osemenja razpočijo in izpadejo.

Rod *Impatiens* (nedotika) iz družine *Balsaminaceae* (nedotikovke) obsega več kot 850 vrst (Turner, 1999). Večina izhaja iz subtropske Azije, skoraj 50 iz tropske Afrike, 20 z vzhodnoafriških otokov in le 8 s celotnega ozemlja Evrope, Azije in obeh Amerik. Med njimi so tako enoletnice, kot tudi polgrmi. Vodenke izhajajo iz goratih predelov tropske Afrike in Zanzibarja. Sir J. D. Hooker jih je sprva poimenoval *Impatiens sultanii* v čast sultana z Zanzibarja, kjer so jih najprej odkrili. Kasneje se je izkazalo, da gre pri *I. holstii* in *I. sultanii* za isto vrsto, ki so jo poimenovali *Impatiens walleriana* (Hook. f.), po angleškem misijonarju Horace-u Waller-ju (Grunert, 1963). Prve vodenke so se, kot izključno vegetativno razmnoževane lončnice, na trgu pojavile leta 1883. Današnje sorte pa so rezultat številnih križanj in jih pretežno razmnožujemo generativno. Najmočnejše so na trgu zastopane 15 – 25 cm visoke hibridne sorte, ki so jih v 60. letih prejšnjega stoletja razvili v Severni Ameriki in na Nizozemskem (Horn, 1996).

Vodenke so priljubljene kot sobne rastline, vendar pa prav tako dobro uspevajo na prostem in so vsestransko primerne okrasne rastline za sončne in polsenčne lege. Z njimi zasajamo gredice, okrasne posode in tudi obešanke. V zavarovanih prostorih cvetijo neprekinjeno od pomladi do jeseni (april do oktober), na prostem pa je trajanje cvetenja odvisno od temperatur in vremenskih razmer.



Slika 1: Vodenke - *Impatiens walleriana* (Oregon State University, Landscape Plants, 2004)

Enostavni (enojni) ali vrstnati cvetovi v premeru merijo do 5 cm in se pojavljajo v najrazličnejših odtenkih od bele, rožnate, oranžne, rdeče, do temno vijolične. Pogosti so tudi dvobarvno zvezdasti cvetovi in tudi dvobarvni listi (zeleni z belo obrobo).

Sejemo jih lahko od januarja do aprila. Vzkalijo v 10 do 18 dneh pri 20 do 24 °C. Proizvodni čas je 10 do 14 tednov. Sejemo jih v sterilni, humozen in propusten substrat ter poskrbimo za visoko zračno vlago. Pri presajanju uporabljamo glinast, dobro odceden lončni substrat s pH vrednostjo 5,5 do 6,5. Ne sme vsebovati preveč mineralnih snovi, ker mlade rastline slabo prenašajo soli. Ko se rastline ukoreninijo, rahlo pognojimo. Rastni prostor mora biti svetel in zračen, aprila pa, glede na vremenske razmere, pričnemo s senčenjem.

Vodenke potrebujejo precej vlage, vendar pa voda ne sme zastajati. Pri zalivanju velja splošno pravilo, da zalijemo, ko substrat na otip ni več vlažen. Bolezni in škodljivci, ki se običajno pojavljajo na vodenkah, so: pršice, rastlinjakov ščitkar, listne uši, tripsi, polži, plesni,... (Walz..., 2000).

2.2 RASTLINSKI HORMONI

Rastlinski hormoni (fitohormoni), ki uravnavajo rast in razvoj rastlin, so organske spojine, sintetizirane v enem delu rastline in translocirane v drug del, kjer v zelo majhnih koncentracijah povzročajo fiziološke spremembe. Do sedaj znane rastlinske hormone delimo na pet skupin: avksine, citokinine, gibereline, abscizinsko kislino in etilen. Pri tem prvi trije pospešujejo rast, zadnja dva pa sta rastna zaviralca. Medsebojno lahko vplivajo sinergistično ali antagonistično (Salisbury in Ross, 1991).

2.2.1 Avksini

Avksini so fitohormoni, ki vplivajo na izdolževanje pri rastlinah. Najpomembnejša med avksini je indol-3-očetna kislina (IAA), ki je bila najprej odkrita in jo nekateri rastlinski fiziologi še danes enačijo s pojmom avksin. Vendar pa rastline vsebujejo še druge sestavine, ki so strukturno sorodne IAA in lahko povzročajo podobne odzive kot IAA. To so 4-kloroindol-očetna kislina (4-kloroIAA), fenil-3-očetna kislina (PAA) in indol-3-maslena kislina (IBA), ki so jo sprva poznali le kot aktivni sintetični avksin, potem pa so jo odkrili v koruznih listih in drugod. Na voljo so tudi umetno sintetizirani avksini, npr. NAA, 2,4-D, MCPA (Salisbury in Ross, 1991).

Avksine proizvajajo mlada meristemska tkiva poganjkov in korenin, semena in rastni predeli mladih listov. Največkrat je vrh glavnega poganjka najpomembnejši vir IAA. Z

mest sinteze se avksini transportirajo v rastlinske organe, ki rastejo. Tu v prvi vrsti stimulirajo rast celic in s tem bistveno pripomorejo k rasti. Pri tem velja omeniti, da poganjki in korenine različno občutljivo reagirajo na avksine. Optimalna rast korenin je pogosto inducirana že s 10.000 krat manjšo koncentracijo IAA, kot optimalna rast poganjkov. Tako se zgodi, da tretiranje s koncentracijo avksina, ki še vzpodbuja rast poganjkov, istočasno že zavira rast korenin (Evers, 1987). Transport avksinov znotraj rastline poteka primarno skozi parenhimske celice ob provodnem sistemu, delno pa tudi po floemu (Salisbury in Ross, 1991).

Sprva so avksinom pripisovali le vpliv na rast rastlin, danes pa je znano, da imajo še vrsto drugih učinkov. Avksini aktivirajo delitev celic v kambiju. Posebej pomemben je vpliv IAA na delitev celic pri listavcih spomladi. Iz poganjajočih brstov prodirajo avksini po vejah in nato po stebelu navzdol in spodbudijo kambij k delitvi. IAA stimulira tudi delitev celic pri rasti korenin, zato se v praksi avksinski pripravki uporabljajo za vzpodbujanje koreninjenja. Tudi pri tkivih vzpodbujajo delitev celic in koreninjenje z avksini. Avksini so odgovorni tudi za tvorbo kalusa in nadomestitev izgubljenih tkiv in organov. Na zunanjo podobo rastline avksini vplivajo tako, da uravnavajo apikalno dominanco. Udeleženi so tudi pri diferenciaciji cvetov (Evers, 1987).

2.2.2 Giberelini

Do leta 1990 je bilo v raznih rastlinah in glivah odkritih 84 giberelinov, od tega se jih 73 pojavlja v višjih rastlinah, 25 v glivi *Gibberella fujikuroi* in 14 v obeh. Vsi giberelini so derivati ent-giberelinskega skeleta in so kisline, zato se označujejo z GA in različnimi subskriptnimi števkami (Salisbury in Ross, 1991).

Giberelini v prvi vrsti vzpodbujajo rast v smislu raztezanja celic in jih najdemo v vseh višjih rastlinskih vrstah. Proizvajajo jih mladi listi, nezrela semena in korenine. V rastlini se transportirajo tako iz celice v celico kakor tudi po floemu in ksilemu. Zanimivo je, da tretiranje z giberelini vpliva na rast pritlikavih rastlin, na normalno rastoče rastline pa vpliva neznatno ali sploh ne.

V predelu poganjkov in v kambiju giberelini lahko sprožijo oz. pospešijo delitev celic. V kambiju skupaj z IAA uravnavajo tudi potek diferenciacije. Giberelini imajo tudi vpliv na indukcijo tvorbe cvetov pri rastlinah dolgega dne. Pri diferenciaciji cvetnih organov vzpodbuja giberelin zasnovo prašnikov, torej zasnovo moških spolnih organov. Giberelini stimulirajo kalitev in lahko prekinejo dormanco semen, saj lahko nadomestijo nizke temperature, dolg dan ali rdečo svetlobo. Tretiranje nekaterih vrst rastlin dolgega dne lahko nadomesti dolg dan (več ur svetlobe), ki ga te rastline potrebujejo za cvetenje. Hkrati pa

lahko pri nekaterih rastlinah (paradižniki, hruške, kumare) giberelini sprožijo partenokarpijo.

Aplikacija giberelinske kisline okrepi apikalno dominanco tretiranih rastlin. Lahko tudi dvigne koncentracijo IAA v rastlini, s čimer se okrepi zaviranje odganjanja stranskih brstov. IAA in giberelinska kislina v enakem smislu vplivata na nekatere razvojne procese. Zaradi teh procesov lahko predvidevamo, da giberelini vsaj delno vplivajo na koncentracijo IAA.

Giberelini vplivajo tudi na zimsko mirovanje brstov. S krajšanjem dneva jeseni, brsti lesnatih rastlin preidejo v dormanco. Takrat se v brstih nabirajo zaviralne substance (npr. abscizinska kislina), ki zavirajo aktivnost brstov. Preko zime zaviranje postopoma popušča, v brstih se kopičijo substance, ki pospešujejo njihovo aktivnost. Mednje sodijo giberelini, torej z aplikacijo giberelinske kisline lahko prekinemo dormanco brstov (Evers, 1987).

2.2.3 Citokinini

Citokinini pospešujejo delitev celic. V tkivnih kulturah in stebelnih potaknjencih skupaj z avksini uravnavajo razmerje med rastjo poganjkov in korenin ter zavirajo staranje. V rastočih rastlinah uravnavajo apikalno dominanco in razvoj stranskih korenin. V nasprotju z avksini in giberelini, ki se pretežno tvorijo v nadzemnih delih rastlin, pa sinteza citokininov poteka zlasti v koreninah. Poleg pospeševanja delitve celic citokinini vplivajo še na druge pomembne funkcije (npr. raztezanje celic), vendar pa pospeševanje delitve celic daleč prednjači pred ostalimi funkcijami (Srivastava, 2002).

Tretiranje s kinetinom (sintetični citokinin) lahko prekine dormanco semen. V nekaterih primerih pa citokinini lahko nadomestijo rdečo svetlobo pri semenih, ki sicer nujno potrebujejo svetlobo, da kalijo. Če ob prisotnosti svetlo rdeče svetlobe dodamo še citokinine, lahko pride do še intenzivnejšega pospeševanja kalitve.

Za vrtnarje je zelo pomembno zaviralno delovanje, ki ga imajo citokinini na staranje (senescenca) rastlin. Ker se citokinini tvorijo tudi v koreninah, so odrezani deli rastlin navadno hitro osiromašeni in se zato hitreje starajo (rezano cvetje). Pri enoletnicah pa je življenska doba omejena in tu tudi tretiranje s citokinini bistveno ne upočasni staranja (Evers, 1987, Davies, 1995).

2.2.4 Abscizinska kislina (ABA)

Medtem ko do zdaj opisani rastlinski hormoni spodbujajo rast, jo ABA zavira. Pri trajnicah so nujne faze mirovanja in te omogoča ravno abscizinska kislina. ABA se v prvi vrsti tvori v starejših listih, pa tudi v plodovih, poganjkih in koreninah. Na začetku vegetativne faze je sinteza abscizinske kisline v listih še neznatna, tudi mladi plodovi jo proizvajajo le v majhnih količinah. Preden plodovi dozoriijo in se listi obarvajo, koncentracija ABA v teh organih močno naraste.

Koncentracija ABA ni odvisna le od letnega časa, ampak lahko že v vegetativni fazi nanjo vplivajo dejavniki okolja (npr. nizke temperature, pomanjkanje vode, pa tudi kratek dan). Očitno obstajajo številni vzajemni učinki med ABA in ostalimi rastlinskimi hormoni, ki med seboj pogosto delujejo antagonistično. Od razmerja koncentracij ABA in drugih rastlinskih hormonov je odvisno, ali bo nek proces v celici oz. organu potekal ali ne. Kadar prevladuje ABA, izostaneta rast in diferenciacija, če prevladujejo drugi rastlinski hormoni, pa omenjena razvojna procesa nastopita. Ena najpomembnejših funkcij abscizinske kisline je zaviranje rasti, pri čemer enakomerno vpliva na delitev in rast celic.

ABA lahko pri višjih rastlinah že v neznatnih koncentracijah sproži odmetavanje plodov in listov. Na začetek in potek procesa odpadanja listov pa poleg abscizinske kisline vpliva tudi etilen. Stres (npr. suša) pogosto vodi do zelo hitrega povečanja koncentracije ABA v rastlini in povzroči zapiranje listnih rež, posledično se zmanjša oddajanje vode in rastlina lahko prestane krajše sušno obdobje (Evers, 1987).

2.2.5 Etilen

Etilen je plinast rastlinski hormon, ki ga lahko sintetizirajo vsa tkiva rastline. Širi se v intercelularne prostore in nadalje v atmosfero. Kaže, da za razgradnjo ne potrebuje posebnih mehanizmov, ker se ta plin lahko enostavno izloča v atmosfero. Na sintezo etilena vplivajo zunanji dejavniki, npr. ekstremne temperature, suša in infekcije.

Avksini in ABA pospešujejo sintezo etilena, hkrati pa tudi od zunaj dovedeni (eksogeni) etilen pospešuje sintezo etilena v tkivih. Kaže, da je sinteza etilena potrebna za normalen razvoj rastline.

Izvorna substanca za sintezo etilena je aminokislina metionin, ki se preko vmesnih snovi pretvori v ACC (1-aminocikopropan-1-karboksilna kislina) in naprej v etilen (Taiz in Zeiger, 1998).

Etilen vpliva na kalitev semen, odganjanje brstov, tvorbo cvetov, zrelost in barvo plodov, tvorbo korenin in druge rastne procese. Spodbuja odpadanje listov in zrelost cvetov, kar pri okrasnih rastlinah imenujemo etilenske poškodbe (Evers, 1987).

Vpliv etilena je problematičen tudi pri skladiščenju rastlin, saj poškodovane oz. okužene rastline tvorijo etilen. Njegova koncentracija se v slabo zračenih skladiščnih prostorih povečuje in rastline še spodbuja k dodatni tvorbi etilena, kar vodi do prej omenjenih etilenskih poškodb. Moderni skladiščni prostori imajo kontrolirano atmosfero z nizko koncentracijo kisika in nizko temperaturo, kar inhibira biosintezo etilena (Taiz in Zeiger, 1998).

Tako kot pri ABA, tudi med etilenom in drugimi rastlinskimi hormoni obstaja interaktivno delovanje (Evers, 1987).

2.3 NEKAJ NAJBOLJ UPORABLJANIH ZAVIRALCEV RASTI

Retardanti zavirajo vegetativno rast. Internodiji ostanejo krajši in se pogosto odebelijo. Praviloma se število listov, internodijev in cvetov ne zmanjša, so pa v nekaterih primerih ti organi nekoliko manjši. Retardanti precej močneje delujejo na vegetativne poganjke, kot na cvetne peclje. Retardanti učinkujejo kot antagonisti rastnim hormonom, s tem da nevtralizirajo njihov učinek pospeševanja rasti. V Preglednici 1 so predstavljeni najpomembnejši zaviralci rasti v vrtnarski proizvodnji.

Preglednica 1: Aktivne substance zaviralcev rasti in imena trgovskih pripravkov, v katerih se nahajajo.

Aktivna substanca	Trgovski pripravek
Daminozid	Alar
Piproctanylbromid	Alden
Paclobutrazol	Bonzi
Chlorphonium	Phosphon
Ancymidol	Reducymol
Klormekvat klorid	Cycocel, Stabilan

2.3.1 Daminozid (Alar)

Daminozid je aktivna snov v trgovskem pripravku Alar, ki je na voljo v obliki vodotopnega praška. Daminozid zavira podaljševalno rast in tako omogoča gojenje nižjih, bolj razraslih rastlin s krajšimi internodiji. Redko povzroča kloroze. Pri večjih koncentracijah in poznem apliciranju je možna zakasnitev cvetenja za 3 do 8 dni, kakor tudi manjši, obledeli cvetovi. Pri nekaterih vrstah daminozid povzroča povečanje števila

cvetov. Mnoge okrasne rastline dobijo tudi intenzivnejšo barvo cvetov. Rastlina sprejema daminozid preko korenin in preko listov. To omogoča aplikacijo z zalivanjem ali škropljenjem, vendar se škropljenje pogosteje uporablja. Daminozid pri zelnatih rastlinah učinkuje 3 do 6 tednov, pri lesnatih rastlinah pa več mesecev. Praviloma zadostuje enkratno tretiranje.

2.3.2 Piproctanylbromid (Alden)

Alden je trgovski pripravek (v obliki vodne raztopine), ki vsebuje piproctanylbromid. Piproctanylbromid zavira podaljševanje internodijev. Stebla in cvetni peclji so krajši in močnejši. Rastlina ga sprejema preko zelenih delov. Piproctanylbromid ni sistemik, zato se lahko po rastlini transportira le od spodaj navzgor in od znotraj navzven. Učinkovati prične 3 do 5 dni po tretiranju. Intenzivnost zaviranja rasti je odvisna od razraslosti rastline in aplicirane koncentracije aktivne snovi. Piproctanylbromid učinkuje tudi pri višjih temperaturah in zaradi dolgotrajnega učinkovanja ponovno apliciranje ni potrebno. Po prenehanju učinkovanja rastlina le počasi nadaljuje z rastjo. Pri večjih koncentracijah lahko računamo z nekajdnevno zakasnitvijo cvetenja. Tretirana rastlina dobi intenzivno zeleno barvo. Možne so tudi kloroze listov, ki pa po nekaj dneh izginejo. Ker piproctanylbromid ne deluje sistemsko, je potrebna posebej enakomerna in temeljita aplikacija po vseh delih rastline.

2.3.3 Paclobutrazol (Bonzi)

Paclobutrazol je aktivna substanca trgovskega pripravka Bonzi in je zelo učinkovit zaviralec rasti. V apikalnem meristemu blokira sintezo giberelinov in s tem zavira rast rastlin. Paclobutrazol ima širok spekter delovanja in je bil testiran na več kot 60 vrstah rastlin. Zanj je značilno precej dolgotrajno učinkovanje. Tako je pri večini rastlinskih vrst potrebna le ena aplikacija.

Skozi stebla in korenine sprejeti paclobutrazol se po ksilemu transportira v meristemska območja. Transport poteka le od korenin proti vršičkom in od stebel proti vršičkom. Pri nekaterih rastlinah paclobutrazol spodbudi tvorbo večjega števila cvetov in delno zgodnejše cvetenje. Listi tretiranih rastlin postanejo temno zeleni.

Pasian in Struve (1996) sta s paclobutrazolom izvedla zanimiv poskus pri treh vrstah enoletnic (*Salvia*, *Tagetes*, *Impatiens*), pri čemer sta uporabila alternativen način aplikacije retardanta. Različne koncentracije paclobutrazola sta zmešala z belo lateksno barvo in z mešanico enakomerno premazala celice multiplošč. Po 24-ih urah sta multiplošče napolnila s substratom in vanje posejala semena treh vrst enoletnic. Pokazalo se je učinkovanje

različnih koncentracij retardanta, ni pa bilo znakov fitotoksičnosti, ki bi jih morda pričakovali zaradi uporabe barve in višjih koncentracij retardanta.

2.3.4 Chlorphonium (Phosphon)

Sintetični rastni regulator z zaviranjem podaljševanja internodijev je dostopen v trgovskem pripravku Phosphon. Rastlina sprejme chlorphonium preko korenin. V nasprotju z drugimi rastnimi regulatorji, ki se aplicirajo šele med rastjo in učinkujejo z zamikom, pa Phosphon primešamo substratu že ob sajenju v lončke.

Pri nekaterih vrstah po tretiranju s Phosphonom pride do večjega števila stranskih poganjkov, brstov in cvetov, kot tudi do zgodnejšega cvetenja. Intenzivnejša je tudi barva cvetov in zelenih delov rastlin. Pri preveliki koncentraciji aktivne snovi, lahko pride do premočnega zaviranja rasti.

2.3.5 Ancymidol (Reducymol)

Ancymidol je aktivna učinkovina v pripravku Reducymol in zavira rast. Rastlina sprejme aktivno snov preko korenin in listov. Ancymidol je antagonist giberelinov. Po tretiranju je barva listov intenzivnejša in temnejša, pa tudi cvetovi so lahko večji in intenzivnejših barv. Pri večini okrasnih rastlin zadostuje ena aplikacija Reducymola v rastnem obdobju.

2.3.6 Klormekvat klorid (Cycocel, Stabilan)

Klormekvat klorid (klormekvat) so sintetizirali že leta 1960 in ga uporabljali predvsem za preprečevanje poganjanja pšenice. Svetovno najbolj razširjen pripravek, ki vsebuje klormekvat, je Cycocel. V srednji Evropi pa se uporablja predvsem pripravek Stabilan. Klormekvat je vodotopen rastni regulator dobre močljivosti, ki ga rastline lahko sprejmejo preko listov ali korenin. Deluje tako, da blokira sintezo giberelina, s čimer zavre rast celic in s tem daljšanje internodijev.

Pri aplikaciji klormekvata se v rastlini aktivirajo določeni encimi, ki blokirajo (zavrejo) pretvorbo neaktivne giberelinske oblike v aktivni giberelin. Če pa se aktivni giberelin ne tvori, rast ni več mogoča, ker so giberelini nepogrešljivi za rast celic. Uporaba klormekvata vodi do kompaktnih rastlin s strnjenimi tkivi in majhnimi celicami. Tretiranje rastlin z retardanti botruje tudi opazno temnejši, močno zeleni barvi listov. Temnejša barva listov se pojavi zaradi gostejšega listnega tkiva z manjšimi celicami. Takšno tkivo prevaja manj svetlobe in list je temnejši. Sposobnost asimilacije tretiranih rastlin je intenzivnejša.

Retardanti vsebujejo hranila, še posebej vrtnarski Cycocel, ki vsebuje 5 % čistega dušika. Visoka vsebnost giberelina v listih vodi do zmanjšanja vsebnosti klorofila. Pri tretiranju s klormekvatom se koncentracija giberelinov zmanjša in s tem nastopi možnost za povečanje vsebnosti klorofila v listih.

Z zaviranjem podaljšane rasti lahko zaviralci rasti povzročijo tudi pospešeno rast stranskih poganjkov. Pri mnogih vrstah okrasnih rastlin pride po aplikaciji do zgodnejšega pričetka cvetenja, pri nekaterih vrstah pa lahko pride tudi do zakasnitve cvetenja, sploh pri pozni aplikaciji, in tudi do manjših cvetov. Nekatere vrste po tretiranju razvijejo večje število stranskih poganjkov in cvetov.

Presnovo klormekvata so preučevali v tleh in v številnih rastlinah (žita, drevje, zelenjadnice). Presnova klormekvata poteka pretežno preko pretvorbe v holin in s tem se vgrajuje v naravne metabolične poti. Pri živalih se izloča v nespremenjeni obliki. To omogoča njegova visoka vodotopnost, ki hkrati tudi odvrča od biotransformacije. Razpolovni čas kontaminacije klormekvata v tleh je od enega do 28 dni pri 22 °C, odvisno od razmer. V tleh ima nizko do srednjo mobilnost, a je zaradi relativno hitre razgradnje kontaminacija podtalnice malo verjetna.

Klormekvat se v rastlinah uspešno translocira, vendar pa je metabolizem opažen v majhni meri. Raziskave so pokazale, da se klormekvat razgradi v holin v kolerabi, cvetači, paradižniku (Muller in Schuphan, 1975, cit. po Roberts, 1998) in v pšenici, ječmenu, koruzi in tobaku (Stephan in Schuette, 1970, cit. po Roberts, 1998).

Radioaktivno označeni klormekvat, ki so ga oralno zaužile podgane, se je hitro absorbiral in 40-60 % radioaktivnosti se je nespremenjene z urinom izločilo v 3 dneh (Romanowski, 1972, cit. po Roberts, 1998). Klormekvat je ostal stabilen v anaerobnih razmerah v vzorcih vsebine rumna (Ackermann in Lexow, 1975, cit. po Roberts, 1998), kar kaže, da do biorazgradnje v tleh ali rastlinah verjetno pride zaradi oksidacije. Tako se pokaže, da so klormekvatove molekule v živalih precej stabilne. Delno najbrž zaradi hitre izločitve iz organizma, h kateri pripomore visoka vodotopnost (Roberts, 1998).

Pri neustrezni uporabi (prevelika koncentracija oz. količina, aplikacija pri direktnem sončnem sevanju in pri visokih temperaturah, prekrivanje tretiranih površin) lahko pri aplikaciji s škropljenjem pride do ožiga listov. Kloroze pa so normalen znak delovanja in so prehodnega značaja.

Ker je klormekvat vodotopen in sistemičen, ga rastlina lahko sprejme tako skozi korenine kot tudi preko listov, zato ga lahko apliciramo z zalivanjem ali škropljenjem.

Pri zalivanju, t.j. vnašanju klormekvata skozi substrat, je zagotovljena boljša tolerantnost rastline, večja možnost aplikacije različnih koncentracij, kot tudi daljše delovanje pripravka. Klormekvat lahko vnesemo v vsak substrat, tudi v čisto šoto. Pri škropljenju pa včasih pride do kloroz in ožigov, ki se pri zalivanju ne pojavljajo. Vendar pa to lahko predpostavimo le v primeru, da pri zalivanju nobena kapljica ne pade na list in tam ostane. Če zalivamo z zalivalco preko rastlin, lahko uporabimo le koncentracijo, ki bi jo uporabili tudi za škropljenje (torej nižjo, kot če bi aplicirali neposredno v substrat).

Škropljenje ima v praksi prednost zaradi zelo hitrega učinkovanja, poleg tega pa je tudi izkoristek boljši, kot pri zalivanju. Običajno je večkratno škropljenje z manjšimi koncentracijami boljše od enkratnega z večjo koncentracijo.

Tretiranje naj bi bilo opravljeno v čim zgodnejšem razvojnem stadiju. Praviloma, ko rastline razvijejo 4 do 6 listov, pri ulončenih rastlinah pa, ko korenine dosežejo rob lončka. Le tako dosežemo kompaktno rast in odpornejše rastline. Tretiranje v kasnejšem stadiju pogosto neugodno deluje na začetek cvetenja in tvorbo stranskih poganjkov.

Kombiniranje s fungicidi in insekticidi je sicer tehnično izvedljivo, vendar pa so patološko prizadete rastline navadno izredno občutljive in bi jim možne poškodbe zaradi retardanta le še dodatno škodovala. Če pa sredstva le želimo kombinirati, to najprej preizkusimo na majhnih površinah.

Koncentracija retardanta je odvisna od vrste rastlin, sorte, termina tretiranja, letnega časa in pogostosti tretiranja. Zato moramo upoštevati navodila za posamezne kulture.

Pri zalivanju klimatske razmere niso tako odločilnega pomena. Ustrezno učinkovanje retardacije pa lahko pričakujemo le, če temperatura ne pade pod 15 °C, pri škropljenju pa tudi ne sme preseči 25 °C. Ne škropimo pri direktnem sončnem sevanju, lahko pa škropimo v oblačnem vremenu, v večernih urah ali pod senčili. Relativna zračna vlaga naj bo nad 70 %.

Tretiramo le dobro preskrbljene, zdrave, v dobro zračnem substratu rastoče rastline. Rastline morajo biti pred tretiranjem dobro zalite, da imajo ustrezen turgor. Če se odločimo za aplikacijo s škropljenjem, morajo biti listi suhi in zato rastlin vsaj 24 ur pred tretiranjem ne zalivamo.

Zalivanje je navadno le enkratno. Škropimo pa lahko večkrat z manjšimi koncentracijami in tako lažje in bolje kontroliramo razvoj rastlin. Pri zelnatih rastlinah učinkovanje traja od 3 do 6 tednov, pri lesnatih rastlinah pa več mesecev.

Tretiranje z rastnimi zaviralci povzroči temnejšo barvo listov, ki nas lahko zavede k prepričanju, da je rastlina optimalno preskrbljena. Po aplikaciji klormekvata, se pri določanju termina za dognojevanje ne smemo ozirati le na barvo listov. Foliarno gnojenje en teden po tretiranju s klormekvatom je priporočljivo. Tako zagotovimo zgodnost pričetka cvetenja, ustrezno velikost cvetov in kompaktno rast rastlin.

Prizadevamo si za enakomerno porazdelitev pripravka in se poskušamo izogniti prekrivanju tretiranih površin. Paziti pa moramo tudi, da ne kontaminiramo sosednjih kultur. Pri škropljenju rastlinam odmerimo tolikšno količino škropiva, da so popolnoma ovlažene t.j., škropimo dokler škropivo ne prične odtekati.

Preprečiti moramo stik sredstva s kožo in sluznico. Če do tega vendarle pride, pa izpostavljene dele spiramo z obilnimi količinami vode. Pri škropljenju ne smemo vdihavati meglenega oblaka.

Zaprto, nepoškodovano originalno embalažo lahko pri normalni temperaturi skladiščimo vsaj 2 leti. Pri -10° C klormekvatni pripravki kristalizirajo, zato jih moramo varovati pred zmrzaljo. Je pa kristalizacija reverzibilna pri višji temperaturi. Klormekvat je koroziven za železo in druge kovine, zato vodno raztopino hranimo v steklenih ali plastičnih posodah.

Klormekvat ni strupen in ne škoduje čebelarjem.

Klormekvat se v tleh s pomočjo toplote popolnoma razgradi (npr. parjenje substrata ali tal). (Evers, 1987)

2.4 ALTERNATIVNI RAZLOG UPORABE RASTNEGA REGULATORJA

Rastni regulatorji se pri gojenju okrasnih rastlin množično uporabljajo in tako je seveda tudi s pelargonijami. Pelargonije se precej enostavno vegetativno razmnožujejo, zato vrtnarji gojenja iz semen ne uporabljajo prav pogosto. Poleg mnogo višjih stroškov, nastopi tudi problem precej poznega cvetenja rastlin, gojenih iz semena.

Z aplikacijo rastnega regulatorja se tvorba cvetnih brstov precej pospeši in tako pride do cvetenja do dva tedna prej, kot pri netretiranih rastlinah. R.M. Miranda in W.H. Carlson (1980) sta izvedla poskus, pri katerem sta semenske pelargonije tretirala z dvema retardantom (klormekvat in ancymidol). Uporabljala sta različne aplikacijske metode, več koncentracij in različno število aplikacij. Ugotovila sta, da je pri zgodnejšem sejanju ancymidol nekoliko učinkovitejši od klormekvata in to pripisala večji učinkovitosti ancymidola pri šibkejši svetlobni intenziteti. Vendar pa se je klormekvat, upoštevajoč stroške in učinkovitost, izkazal za bolj ekonomičnega.

Pokazalo se je, da se čas do cvetenja skrajša ne glede na to, kdaj retardant uporabimo in koliko je aplikacij, vendar pa to ne velja za učinkovito zaviranje rasti. Tako je potrebno najti najustreznejšo kombinacijo termina nanosa, števila ponovitev in koncentracije aktivne snovi, da dobimo zgodaj cvetoče, nizko rastoče rastline z velikim številom cvetov in stranskih poganjkov (Miranda in Carlson, 1980).

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 RASTNE RAZMERE

Poskus je potekal v Vrtnariji Lap v Kamniku. Takoj po setvi smo vodenke postavili v rastlinjak za zimsko gojenje, ki leži v smeri SV-JZ, s površino 120 m² in je prekrit z valovito plastiko (Filon). V rastlinjaku so mize s skupno površino 63 m² in ogrevalnim sistemom, ki združuje talno ogrevanje miz in radiatorske cevi vzdolž celotnega rastlinjaka. Med kurilno sezono, ko so se sejanci nahajali v rastlinjaku, je bila v prostoru dnevna temperatura 20 °C in nočna 16 °C.

Po ulončenju smo rastline prenesli v drug rastlinjak, ki ravno tako leži v smeri SZ-JV in je prekrit z dvojno folijo (z vmesno, kompresorsko vnešeno zračno maso). Površina tega rastlinjaka znaša 240 m², delovne mize pa imajo površino 163 m². Med kurilno sezono se v tem rastlinjaku vzdržuje temperatura 15 °C.

3.2 MATERIAL

3.2.1 Rastlinski material

Impatiens walleriana 'Concorde Scharlach'

Sorta 'Concorde Scharlach', produkt semenarske hiše Walz, se ponaša s precej velikimi, intenzivno rdečimi cvetovi, bogatim nastavkom poganjkov in precej visoko toleranco na slabe vremenske razmere. Vendar pa tudi pri optimalnih rastnih razmerah med proizvodnjo (dovolj prostora in ustrezna osvetljenost), doseže precejšnjo višino in je zato tretiranje z retardanti priporočljivo.



Slika 2: *Impatiens walleriana* 'Concorde Scharlach' (Garten Atelier, 2007)

Impatiens walleriana 'Cajun Red'

'Cajun Red' je bogato cvetoča, uniformna sorta močne rdeče barve in je produkt semenarske hiše S&G. Dobro se razrašča in ostane kompaktna, če ima dovolj ravnega

prostora. Tako je primerna za intenzivno pridelavo, kjer kljub večji gostoti rastlin ohranja primerno višino. Zgodnje cvetenje 'Cajun' sort omogoča tudi zgodnje lansiranje na trg.



Slika 3: *Impatiens walleriana* 'Cajun Red' (S&G Flowers, 2007)

3.2.2 Substrat

Klasmann SUBSTRAT 1 je substrat fine strukture. Sestavlja ga 40 % bele in 60 % črne šote ter ima pH 5,7. Dodana so mu še hranila: dušik (140 mg N/l), fosfor (160 mg P₂O₅/l), kalij (180 mg K₂O/l), magnezij (85 mg Mg/l) in mikroelementi.

3.2.3 Zaviralec rasti (retardant)

Retardant Stabilan, proizveden v avstrijskem podjetju Agrolinz, vsebuje aktivno snov klormekvat (2-kloroetil-trimetilamonijev klorid), z molekulsko formulo C₅H₁₃Cl₂N. Stabilan, ki smo ga uporabili, vsebuje 75 % klormekvata in se navadno uporablja v kmetijstvu (npr. za zaviranje rasti pšenice, da se prepreči poleganje).

3.3 METODE DELA

Zasnovali smo dvofaktorski poskus, ki je temeljil na različni uporabi zaviralca rasti Stabilan v različnih koncentracijah. V poskus smo vključili 100 rastlin sorte 'Cajun Red' in 100 rastlin sorte 'Concorde Scharlach'. Pri obeh sortah smo uporabili 10 različnih obravnavanj z 10 ponovitvami.

Določili smo naslednja tretiranja:

1. Kontrola
2. Enkratno zalivanje z 0,5 % koncentracijo Stabilana
3. Enkratno zalivanje z 1 % koncentracijo Stabilana
4. Enkratno zalivanje z 1,5 % koncentracijo Stabilana

5. Dvakratno zalivanje z 0,5 % koncentracijo Stabilana
6. Enkratno škropljenje z 0,25 % koncentracijo Stabilana
7. Enkratno škropljenje z 0,5 % koncentracijo Stabilana
8. Enkratno škropljenje z 0,8 % koncentracijo Stabilana
9. Dvakratno škropljenje z 0,15 % koncentracijo Stabilana
10. Trikratno škropljenje z 0,1 % koncentracijo Stabilana

S poskusom smo pričeli 15.1.1998, ko smo sejali semena obeh sort vodenk. Sejali smo v multiplošče s 160 gnezdi, uporabili pa smo univerzalni substrat. Obe sorti sta kalili po enem tednu.

Po 46-ih dneh smo sejančke presadili v lončke Ø10 in uporabili enak univerzalni substrat, kot pri sejanju. Ulončene vodenke smo preselili v drug rastlinjak, jih skupaj namestili na srednjo premično mizo in jih po nekaj dneh še dognajili z železovim pripravkom.

65 dni po sejanju, smo naključno odbrali 100 rastlin sorte 'Cajun Red' in 100 rastlin sorte 'Concorde Scharlach'. Vsako sorto smo razdelili v deset skupin po deset lončkov. Vsaka skupina je predstavljala eno obravnavanje. V posamezni skupini smo lončke označili s številkami od 1 do 10, na nalepki vsakega lončka pa je bila označena tudi vrsta tretiranja. Vsaka skupina desetih lončkov je imela svoj pladenj, kar je olajšalo prestavljanje in izoliranje rastlin ob apliciranju zaviralca rasti. Pred prvim tretiranjem smo izmerili višino vsake rastline.

Prvič smo rastline tretirali 23.3.1998 (67 dni po setvi). V tem terminu so bile tretirane vse rastline, medtem ko smo v drugem in tretjem terminu tretirali le skupine, ki so imele predvideni dve oz. tri ponovitve. Za vsako aplikacijo smo posamezno skupino obeh sort v platojih prenesli na izolirano mesto v rastlinjaku, kjer smo tretiranje s škropljenjem s posamezno koncentracijo opravili enakomerno po obeh skupinah rastlin. Škropili smo dokler pripravek ni pričel odtekati z listov. Pri tretiranju z zalivanjem pa smo ravno tako izolirali posamezni skupini rastlin obeh sort, le da smo zalivali z izbrano koncentracijo vsak lonček posebej. V vsak lonček smo vlili cca 0,5 dcl pripravka.

13.4.1998 (88. dan po setvi) smo opravili drugo tretiranje in slikali povprečno visokega predstavnika posamezne skupine. Tokrat smo retardant aplicirali le skupinam z dvema oz. tremi ponovitvami.

3.5.1998 (108. dan po setvi) smo opravili še zadnje tretiranje, t.j. škropljenje z 0,1 % koncentracijo Stabilana.

19.5.1998 (124. dan po setvi) smo po zadnji meritvi višine rastlin slikali posamezne predstavnike vseh skupin. Potem smo poskus zaključili in rastline dali v prodajo.

V času poskusa smo izbrane rastline skupaj z drugimi rastlinami večkrat škropili z zaščitnimi sredstvi, odvisno od razvoja bolezni in škodljivcev (preglednica 2).

Preglednica 2: Terminski načrt del v času poskusa.

Št.dni po setvi	Vrsta dela
1	setev
46	lončenje
65	odbira rastlin v poskus in 1. meritev višine
67	prvo tretiranje s Stabilanom
79	meritev kloroz
85	2. meritev višine
88	drugo tretiranje s Stabilanom
108	3. meritev višine in tretje tretiranje s Stabilanom
124	4. meritev višine in meritev debeline stebela

3.4 MERITVE

3.4.1 Višina rastlin

Kontrola višine rastlin je bila povod za naš poskus. Želeli smo ugotoviti, kakšen je učinek različnih koncentracij in načinov aplikacije Stabilana na višino rastlin *Impatiens walleriana* in katero izmed izbranih tretiranj je najustreznejše.

Višino rastlin smo merili štirikrat:

- prvič smo višino merili po odbiri rastlin za poskus (21.3.1998, 65. dan po setvi),
- drugič smo višino rastlin merili 18 dni po prvem tretiranju (10.4.1998, 85. dan po setvi),
- tretjič smo višino merili 20 dni po drugem tretiranju (3.5.1998, 108.dan po setvi),
- zadnjič smo meritev višine rastlin opravili ob zaključku poskusa (19.5.1998, 124. dan po setvi), dva tedna po zadnjem tretiranju.

3.4.2 Kloroze

4.4.1998 (79. dan po setvi) smo opravili meritve kloroz na robovih listov tretiranih rastlin. Merili smo širino kloroznega tkiva od roba proti sredini lista.

Kloroze so pri uporabi retardanta klormekvat neizogiben pojav in so načeloma prehodnega značaja. Vendar smo pričakovali, da bo pri najvišjih odmerkih Stabilana prišlo do trajnih poškodb.

3.4.3 Debelina stebela

Pred zaključkom poskusa (19.5.1998, 124 dni po setvi) smo izmerili tudi debelino stebel. Zanimalo nas je, če in kako se regulacija rasti odraža na debelini stebela. Predpostavili smo, da višje koncentracije retardanta vodijo do bolj odebeljenih stebel, saj retardant povzroča kompaktnejše celice.

3.5 STATISTIČNA ANALIZA

Rezultate smo statistično obdelali z metodo analize variance (ANOVA) kot dvofaktorski poskus. Uporabili smo statistični program Statgraphics-Plus 5,0. Rezultate smo prikazali v obliki preglednic in slik. Za primerjavo povprečnih vrednosti smo uporabili Duncanov test ($p < 0,05$) pri stopnji tveganja $\alpha = 5 \%$. Stolpci, označeni z različnimi črkami, se med seboj razlikujejo statistično značilno. Standardna napaka je prikazana z oznakami v stolpcih slik.

4 REZULTATI

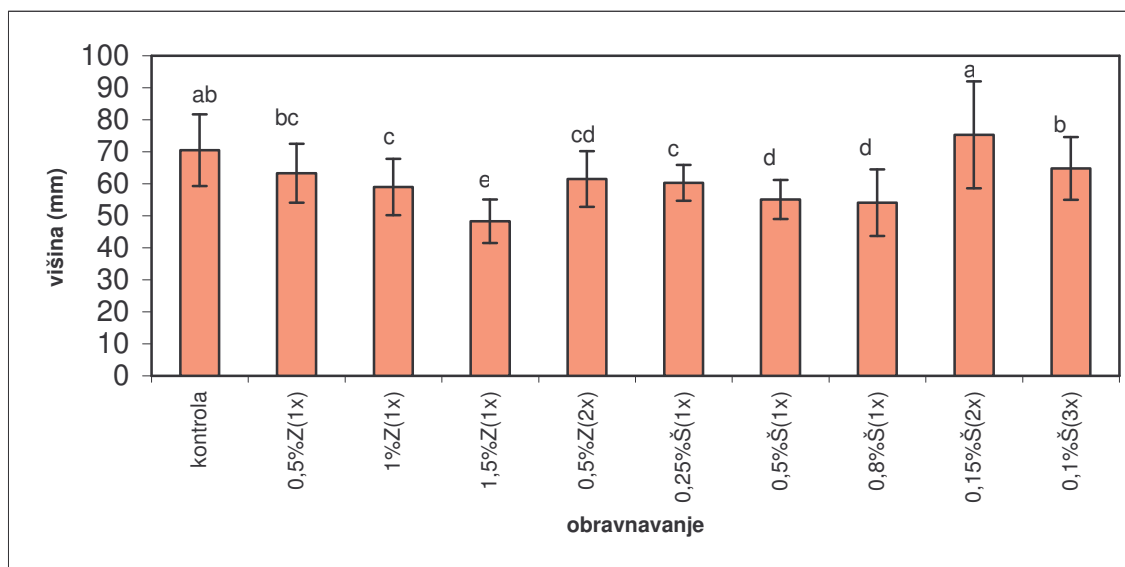
4.1 VIŠINA RASTLIN

Pri prvi meritvi višine, 65 dni po setvi, se obravnavanja v okviru posamezne sorte statistično značilno ne razlikujejo. So pa rastline sorte 'Concorde Scharlach' povprečno 3 mm višje od rastlin sorte 'Cajun Red' (preglednica 3).

Preglednica 3: Višina rastlin sort 'Cajun Red' in 'Concorde Scharlach' ob odbiru rastlin v poskus

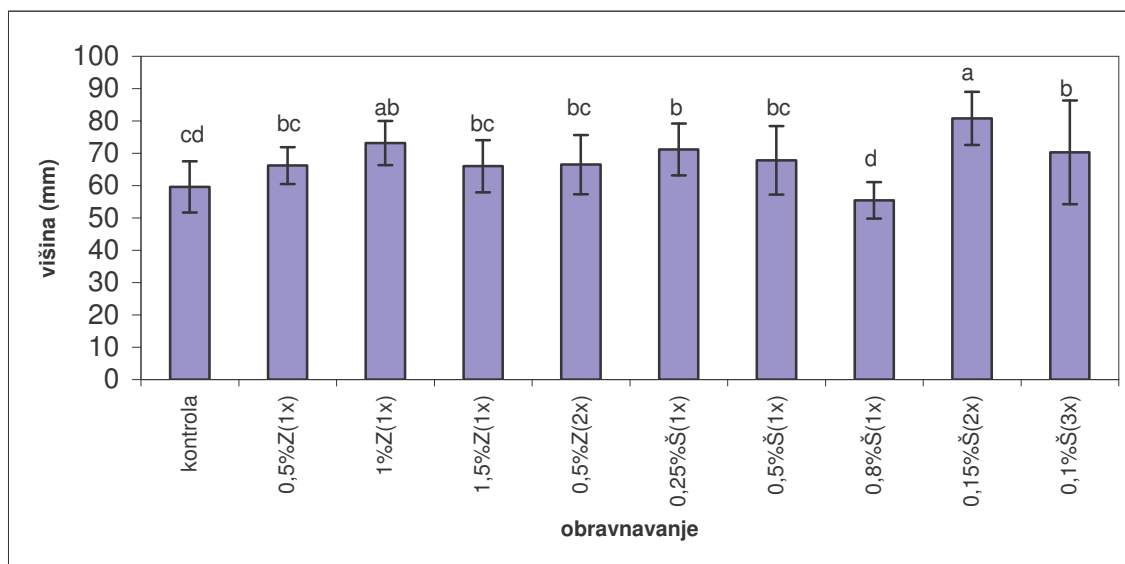
OBRAVNAVANJE	VIŠINA RASTLIN (mm)			
	'CAJUN RED'		'CONCORDE SCHARLACH'	
	višina	stand.odklon	višina	stand.odklon
KONTROLA	33,0 a	5,06	36,3 a	2,26
0,5% ZALIVANJE (1X)	33,8 a	4,08	36,5 a	4,03
1% ZALIVANJE (1X)	33,8 a	4,66	36,1 a	4,23
1,5% ZALIVANJE (1X)	33,9 a	4,53	36,5 a	3,60
0,5% ZALIVANJE (2X)	33,1 a	3,67	36,3 a	3,65
0,25% ŠKROPLJENJE (1X)	33,5 a	5,34	36,6 a	3,47
0,5% ŠKROPLJENJE (1X)	33,6 a	3,92	36,5 a	2,37
0,8% ŠKROPLJENJE (1X)	33,1 a	4,91	36,4 a	4,35
0,15% ŠKROPLJENJE (2X)	33,4 a	6,10	36,3 a	2,45
0,1% ŠKROPLJENJE (3X)	33,9 a	4,31	36,6 a	4,14

Pri sorti 'Cajun Red' smo 85 dni po setvi izmerili največje rastline pri 2x škropljenju z 0,15 % koncentracijo zaviralca rasti, najmanjše rastline pa pri 1x zalivanju z 1,5 % koncentracijo Stabilana. Razlike med obravnavanji so bile statistično značilne. Od kontrole se statistično značilno razlikujejo vsa obravnavanja, razen 0,5 % zalivanje (1x), 0,15 % škropljenje (2x) in 0,1 % škropljenje (3x) (slika 4).



Slika 4: Višina rastlin sorte 'Cajun Red' ob drugi meritvi, 85 dni po setvi (10.4.1998).

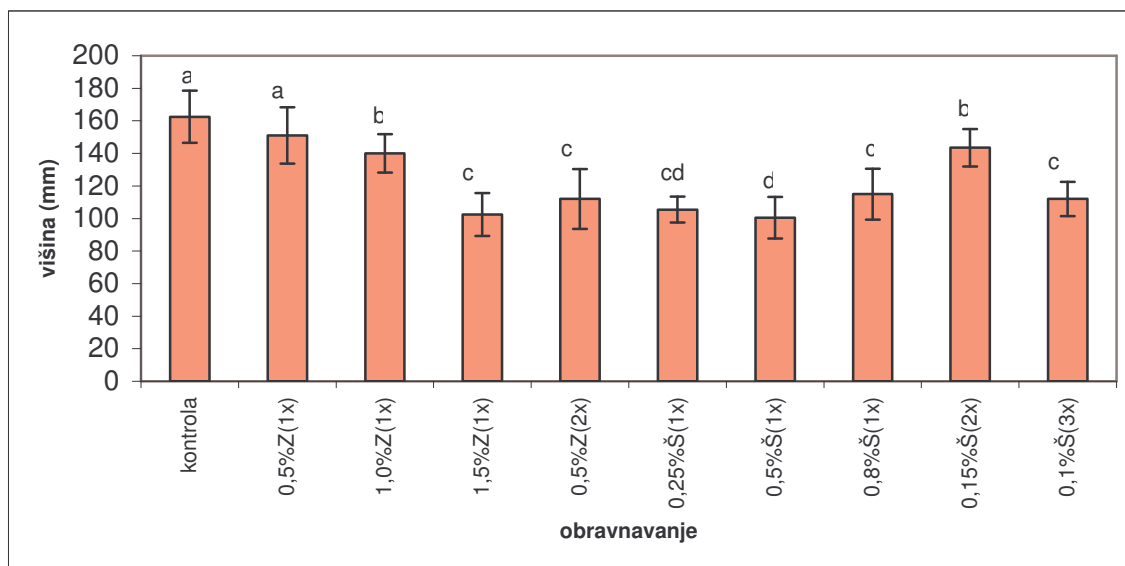
Popolnoma nepričakovano je pri sorti 'Concorde Scharlach', 85 dni po setvi od kontrole nižje le enkratno škropljenje z 0,8 % koncentracijo. Opazna je velika variabilnost rezultatov, še posebej pri 3x škropljenju z 0,1 % koncentracijo retardanta (slika 5).



Slika 5: Višina rastlin sorte 'Concorde Scharlach' ob drugi meritvi, 85 dni po setvi (10.4.1998).

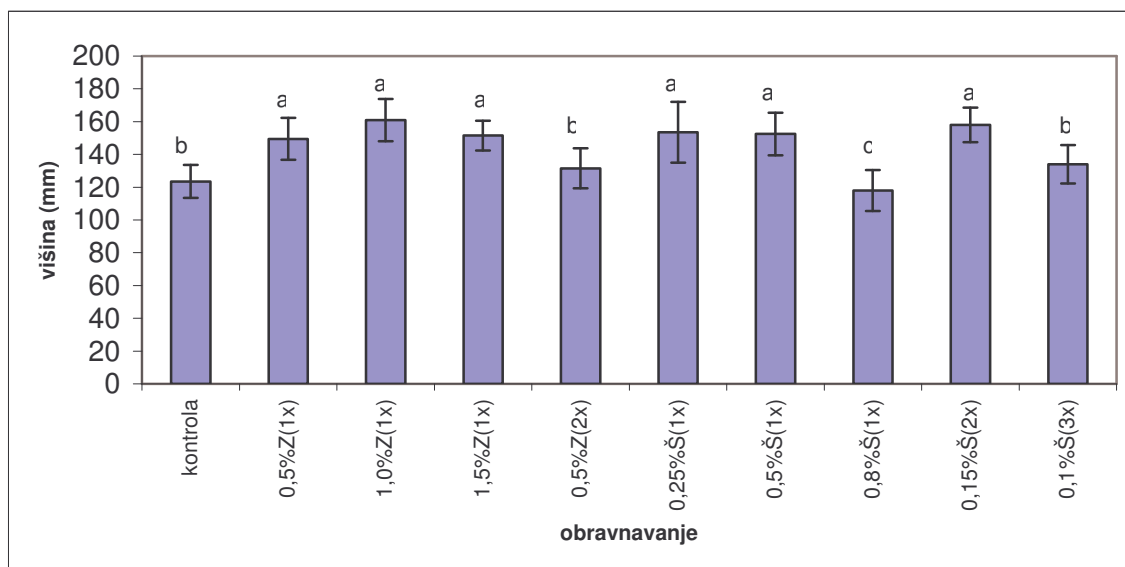
Ob tretji meritvi, 108 dni po setvi se pri sorti 'Cajun Red' statistično značilno od kontrole razlikujejo vsa obravnavanja, razen obravnavanja 0,5 % zalivanje (1x). Tudi ostala obravnavanja se med seboj statistično značilno razlikujejo. Najnižje so bile sicer rastline

pri obravnavanju 0,5 % škropljenje (1x), vendar so podobno nizke rastline tudi pri obravnavanjih 1,5 % zalivanje (1x) in 0,25 % škropljenje (1x). Standardni odklon je največji pri dvakratnem 0,5 % zalivanju in najmanjši pri 0,25 % enkratnem škropljenju (slika 6).



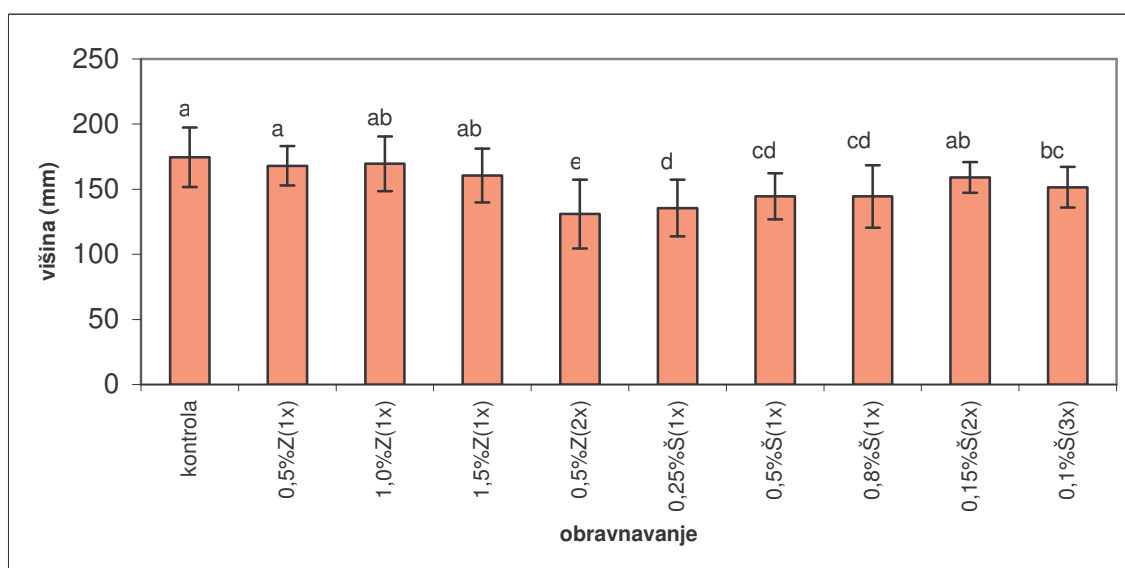
Slika 6: Višina rastlin sorte 'Cajun Red' ob tretji meritvi, 108 dni po setvi (3.5.1998).

Ob četrti meritvi, 108 dni po setvi so pri sorti 'Concorde Scharlach' najnižje rastline pri obravnavanju 0,8 % škropljenje (1x). Če izvezamemo kontrolo, kjer so rastline nepričakovano majhne, se vsa obravnavanja statistično značilno razlikujejo od 0,8 % 1x škropljenja, pa tudi 0,1 % škropljenje (3x) in 0,5 % zalivanje (2x) se statistično značilno razlikujeta od preostalih obravnavanj. Standardni odklon je največji pri 0,25 % škropljenje (1x) in najmanjši pri 1,5 % zalivanje (1x) (slika 7).



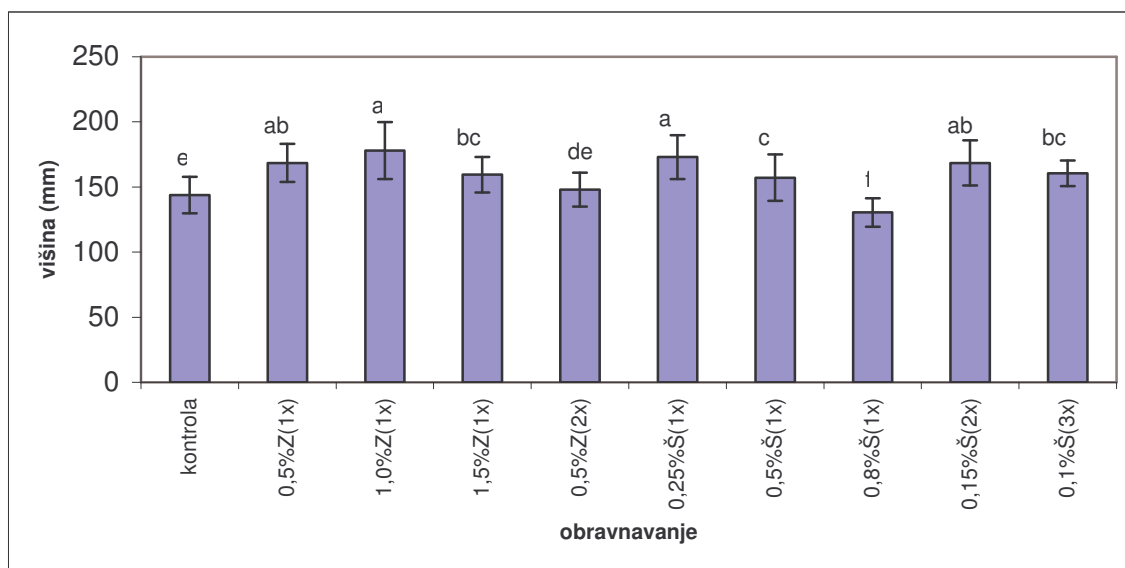
Slika 7: Višina rastlin sorte 'Concorde Scharlach' ob tretji meritvi, 108 dni po setvi (3.5.1998).

Pri sorti 'Cajun Red' beležimo ob zaključku poskusa 124 dni po setvi, da se od kontrole statistično značilno razlikujejo obravnavanja 0,5 % 2x zalivanje, 0,25 % 1x škropljenje, 0,5 % 1x škropljenje, 0,8 % 1x škropljenje in 0,1 % 3x škropljenje. Med seboj pa se statistično značilno razlikujejo tudi nekatera druga obravnavanja. Najmanjše so rastline pri obravnavanju 0,5 % 2x zalivanje, največje pa pričakovano kontrolne rastline. Največji standardni odklon se pojavi pri 0,5 % 2x zalivanje, najmanjši pa pri 0,15 % 2x škropljenje (slika 8).



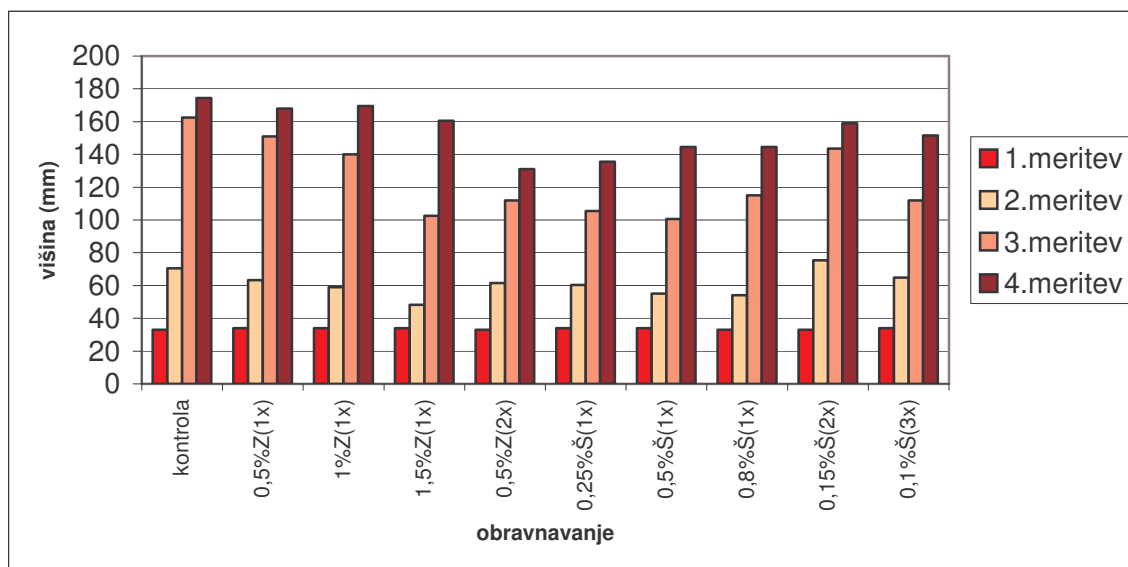
Slika 8: Višina rastlin sorte 'Cajun Red' ob četrti meritvi, 124 dni po setvi (19.5.1998).

Rastline kontrolnega obravnavanja so pri sorti 'Concorde Scharlach' tudi ob zadnji meritvi, 124 dni po setvi nenavadno majhne. Najmanjše so rastline pri 1x škropljenju z 0,8 % koncentracijo, od katerih se statistično značilno razlikujejo rastline vseh ostalih obravnavanj. Največje rastline smo izmerili pri obravnavanju 1x zalivanje z 1,0 % koncentracijo. Statistično značilno se razlikujeta tudi obravnavanji 0,25 % 1x škropljenje in 0,5 % 1x škropljenje. Standardni odklon je najmanjši pri 0,1 % 3x škropljenju, največji pa pri 1,0 % 1x zalivanju (slika 9).



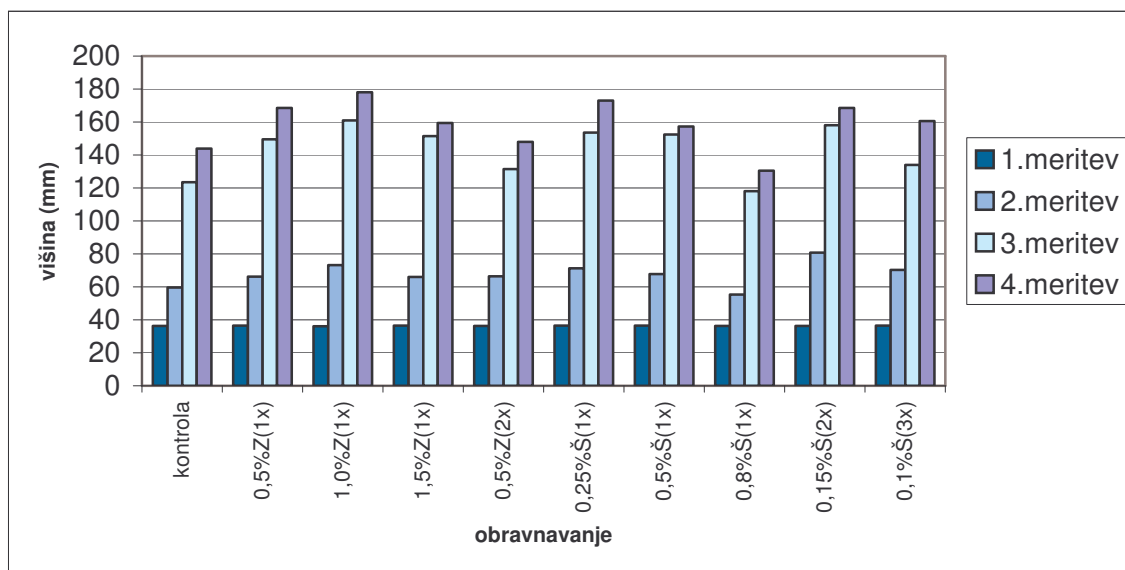
Slika 9: Višina rastlin sorte 'Concorde Scharlach' ob četrti meritvi, 124 dni po setvi (19.5.1998).

Ob zadnji meritvi so pri sorti 'Cajun Red' obravnavanja z zalivanjem, razen 0,5 % 2x zalivanje, precej izenačena. Tudi pri obravnavanjih s škropljenjem ni več tolikšnih razlik v višini rastlin, kot pri prejšnji meritvi. Kontrolne rastline so tudi ob koncu poskusa največje, najmanjše so rastline pri 2x zalivanju s 0,5 % koncentracijo retardanta (slika 10).



Slika 10: Spremljanje višine rastlin sorte 'Cajun Red' v času trajanja poskusa.

Največ so pri sorti 'Concorde Scharlach' med predzadnjo in zadnjo meritvijo zrasle rastline pri 3x škropljenju z 0,1 % koncentracijo in kontrola, najmanj pa varianta 0,5 % 1x škropljenje in 1,5 % 1x zalivanje. Ob zadnji meritvi so še vedno najmanjše rastline pri obravnavanju 0,8 % 1x škropljenje, največje pa ostajajo rastline pri obravnavanja 1,0 % 1x zalivanje. Največ so zrasle rastline med drugo in tretjo meritvijo, potem pa se je rast precej upočasnila (slika 11).



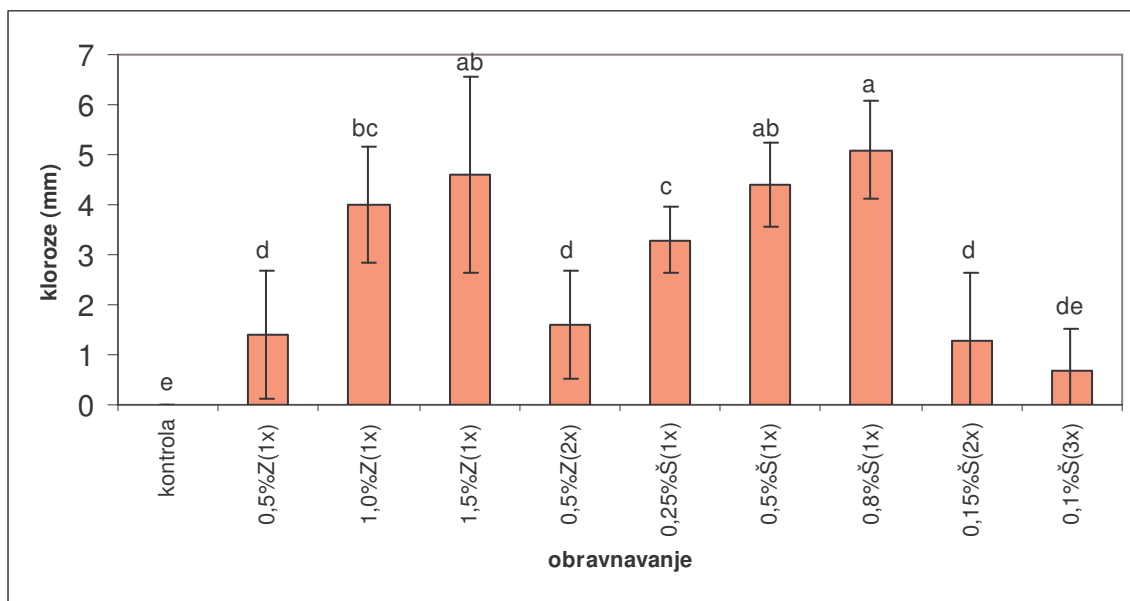
Slika 11: Spremljanje višine rastlin sorte 'Concorde Scharlach' v času trajanja poskusa.

4.2 KLOROZE

Dvanajst dni po prvem tretiranju (79 dni po setvi) smo opravili meritev klorotičnosti tretiranih rastlin.

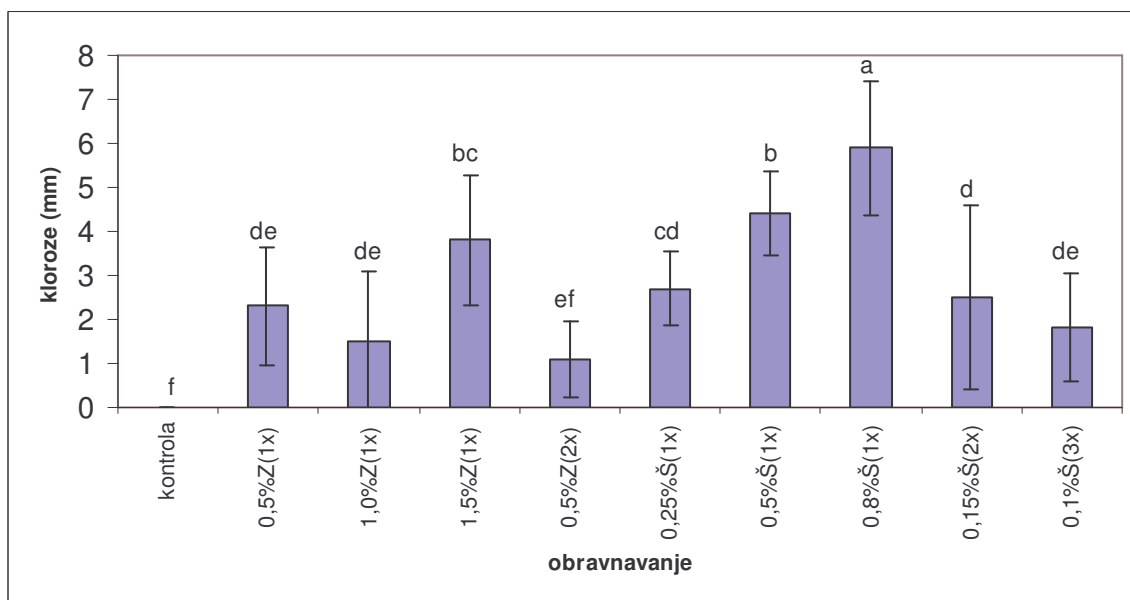
Pri sorti 'Cajun Red' kloroze pri kontroli niso prisotne, sicer pa se širina kloroznega roba večja glede na višino koncentracije. Meritve so bile opravljene po prvem tretiranju in zato število ponovitev v posameznih obravnavanjih ni merodajno.

Obravnavanji 0,5 % 1x zalivanje in 0,5 % 2x zalivanje sta bili ob času meritev izpostavljeni enaki količini retardanta in je tudi njuna stopnja klorotičnosti zelo podobna. Zelo podobno stopnjo klorotičnosti pa smo zabeležili tudi pri 0,15 % 2x škropljenju. Največji standardni odklon smo zabeležili pri obravnavanju 1,5 % 1x zalivanje, najmanjši pa pri 0,25 % 1x škropljenju (slika 12).



Slika 12: Širina kloroznega roba pri sorti 'Cajun Red', merjena 79 dni po setvi (4.4.1998).

Pri sorti 'Concorde Scharlach' se vsa obravnavanja statistično značilno razlikujejo od 0,8 % 1x škropljenje, kjer smo zabeležili tudi največjo širino kloroznega roba. Najmanjšo stopnjo klorotičnosti smo izmerili pri obravnavanju 0,5 % 2x zalivanje. Pri kontroli pa kloroz seveda ni bilo (slika 13).



Slika 13: Širina kloroznega roba pri sorti 'Concorde Scharlach', merjena 79 dni po setvi (4.4.1998).

4.3 DEBELINA STEBLA

Pri sorti 'Cajun Red' je bila debelina stebela pri vseh obravnavanjih po tretiranju manjša, kot pri kontroli. Od rastlin, tretiranih z retardantom, smo najmanjšo debelino stebela izmerili pri 1x zalivanju z 1 % koncentracijo, največjo debelino pa pri 1x škropljenju z 0,5 % koncentracijo.

Pri sorti 'Concorde Scharlach' pa je bila debelina stebela najmanjša pri 1x zalivanju z 0,5 % koncentracijo retardanta, največjo debelino stebela pa smo izmerili pri obravnavanjih 1x zalivanje z 1 % koncentracijo in 3x škropljenje z 0,1 % koncentracijo retardanta (preglednica 4).

Preglednica 4: Debelina stebela sort 'Cajun Red' in Concorde Scharlach' pri meritvi 124 dni po setvi (19.5.1998)

OBRAVNAVANJE	DEBELINA STEBLA (mm)	
	'CAJUN RED'	'CONCORDE SCHARLACH'
KONTROLA	11,00 a	10,05 c
0,5% ZALIVANJE (1X)	10,00 c	10,00 c
1% ZALIVANJE (1X)	9,90 c	10,75 abc
1,5% ZALIVANJE (1X)	10,25 bc	11,65 a
0,5% ZALIVANJE (2X)	10,75 ab	10,50 bc
0,25% ŠKROPLJENJE (1X)	10,40 abc	11,15 ab
0,5% ŠKROPLJENJE (1X)	10,85 ab	11,40 ab
0,8% ŠKROPLJENJE (1X)	10,25 bc	11,00 abc
0,15% ŠKROPLJENJE (2X)	10,35 abc	10,40 bc
0,1% ŠKROPLJENJE (3X)	10,25 bc	10,75 abc

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Želeli smo ugotoviti, kako optimalno kontrolirati višino sadik vodenk. Klormekvat smo za poskus izbrali, ker je še vedno bistveno cenejši od drugih regulatorjev rasti. Izredno uporaben je tudi zato, ker prične učinkovati kmalu po aplikaciji, hkrati pa učinkovanje ni dolgotrajno in zato omogoča večjo fleksibilnost pri doziranju in regulacijo rasti ves čas proizvodnega procesa. Dopusča celo manjša predoziranja, ki nimajo trajnih posledic. Preučevali smo način aplikacije in število ponovitev, ki bi prineslo najboljše rezultate in s tem najkakovostnejše sadike.

Ob prvi meritvi višine vidimo, da sorti že na začetku nimata enake višine, saj je sorta 'Cajun Red' v povprečju za 3 mm manjša od sorte 'Concorde Scharlach'. Standardni odkloni pri posameznih obravnavanjih kažejo, da rastline že na začetku poskusa niso bile izenačene. Začetno neizenačenost rastlin lahko pripišemo njihovi postavitvi na pomični mizi in posledično, njihovi zelo različni osvetljenosti. Glede na zelo veliko število rastlin na enoto površine, so bile ustrezno osvetljene le rastline na robovih mize.

Pri rastlinah, ki rastejo v senci drugih rastlin in so pretežno izpostavljene temno rdeči svetlobi, se zmanjša koncentracija fitokroma P_{fr} (P_{730} – fiziološko aktiven), kar vodi do precejšnjega podaljšanja stebel. Pri mnogih vrstah rastlin pa poleg podaljšanja stebel pride tudi do manjšega razvejanja, tako da rastline lahko več energije porabijo za rast poganjka proti svetlobi. Zato so v kmetijstvu, kjer so posevki sajani v vrste, rastline v izpostavljenih zunanjih vrstah pogosto krajše in močnejše razvejane, kot tiste v notranjosti nasada (njive). Podoben pojav pogosto opazimo tudi pri rastlinah na mizah v rastlinjakih.

Novejše raziskave kažejo, da rastline reagirajo na sosednje rastline zaradi 'odbojnih signalov' temno rdeče svetlobe, celo preden ena rastlina zasenči drugo (Ballaré, 1990, cit. po Salisbury in Ross, 1991; Smith, 1990, cit. po Salisbury in Ross, 1991).

Stebila različnih dvokaličnic kažejo povečano stopnjo podaljševanja tudi, če rastejo blizu drugih rastlin. Velik odboj temno rdeče svetlobe z listov in stebel zaznajo sosednje rastline in ta povzroči močnejše podaljšanje stebel. Kaže, da ta temno rdeča svetloba zniža koncentracijo fitokroma P_{fr} v absorbirajočih rastlinah in posledica je spremenjena rast raslin (Salisbury in Ross, 1991).

Pri naslednji meritvi višine pri sorti 'Cajun Red' beležimo pričakovane rezultate, razen pri dvakratnem škropljenju z 0,15 % koncentracijo, kjer so rastline večje, kot pri trikratnem škropljenju z 0,1 % koncentracijo in celo kontroli, čeprav je bilo opravljeno šele prvo tretiranje in je bila aplicirana koncentracija 50 % večja, kot pri 0,1 % škropljenju (3x).

Delno razlago tega nam ponudi standardni odklon pri 0,15 % škropljenje (2x), ki je zelo velik, pa tudi položaj na pomični mizi ter s tem slabša osvetljenost rastlin, nikakor ni zanemarljiva.

Pri sorti 'Concorde Scharlach' je od kontrole manjše le obravnavanje 0,8 % škropljenje (1x), kar kaže, kako pomembna je stopnja osvetlitve v zgodnji fazi rasti in v tem primeru tudi v zgodnjem spomladanskem obdobju, ko je malo sončnih dni.

Meritve višine se pri večini obravnavanj razlikujejo od pričakovanih, saj so rastline, tretirane z večjimi koncentracijami retardanta praviloma večje od tistih z manjšimi koncentracijami. To pripisujemo neenakomernim razmeram glede osvetlitve rastlin.

Tretja meritve je bila opravljena po drugem tretiranju in pri sorti 'Cajun Red' kaže pričakovane rezultate, razen pri že omenjenem obravnavanju 0,1 % škropljenje (3x), pri katerem so rastline nenavadno nizke in se statistično značilno ne razlikujejo niti od obravnavanja 0,8 % škropljenje (1x) z bistveno večjo koncentracijo retardanta. Zanimivo je tudi spremljanje standardnega odklona pri posameznih obravnavanjih, saj pri iskanju razloga za precejšnjo razliko v standardnem odklonu med posameznimi meritvami, pri obravnavanju 0,15 % škropljenje (2x) ugotovimo, da je ena rastlina pri tem obravnavanju pri prvih dveh meritvah precej večja od ostalih. Pri naslednjih meritvah pa se razlika začne zmanjševati in rastlina ostane celo enako velika. Sklepamo lahko, da je ta rastlina zelo zgodaj, že precej pred drugimi pri tem obravnavanju, dosegla maksimalno velikost. Možno je, da na retardant sploh ni reagirala, pojavlja se tudi vprašanje sprejema retardanta.

Rastline, ki so sposobne tako vegetativne rasti kot cvetenja v daljšem časovnem obdobju, imenujemo neodvisne glede habitusa rasti, v nasprotju z odvisnimi rastlinami, ki razvijejo vnaprej določeno število listov in cvetijo omejen čas (Taiz in Zeiger, 1998).

Enako velja za posamezne organe oz. tkiva. Odvisni organi oz. tkiva rastejo do določene velikosti, potem prenehajo z rastjo, preidejo v senescenco in odmrejo. Listi, cvetovi in plodovi so dober primer odvisnih struktur. Stebla in korenine so v nasprotju z omenjenim neodvisne strukture. Rastejo s pomočjo meristemov, ki se nenehno obnavljajo in ostajajo juvenilni (Salisbury in Ross, 1991).

Podobno se obnašajo rastline sorte 'Concorde Scharlach', kjer se taka, začetno nenavadno velika rastlina, pojavi pri obravnavanju 0,1 % škropljenje (3x), rast pa se pri tretji meritvi že umiri in je primerljiva z drugimi znotraj tega obravnavanja. Ob zadnji meritvi pa kaže normalno rast v višino. Seveda je potrebno tu dodati, da je omenjena primerjava verjetno le navidezna. Ne smemo namreč zanemariti vpliva sorte, t. j. genetskega vpliva. Začetne meritve rastlin obenem tudi kažejo, da so bile rastline pri obeh sortah neizenačene.

Pri zadnji meritvi višine pred zaključkom poskusa je pri sorti 'Cajun Red' moč opaziti, da se pri obravnavanjih z enkratnim tretiranjem razlike v velikosti med različnimi koncentracijami manjšajo. Rastline so nekoliko večje pri zalivanju in se statistično značilno ne razlikujejo od kontrole. Rastline so najmanjše pri dvakratnem zalivanju z 0,5 % koncentracijo retardanta. Pri škropljenju so najmanjše rastline pri obravnavanju 0,25 % škropljenje (1x), a bi razloge za ta rezultat najbrž veljalo iskati v stopnji osvetljenosti rastlin in ne v optimalni aplikaciji retardanta.

Pri sorti 'Concorde Scharlach' so tudi pri zadnji meritvi kontrolne rastline zelo majhne in so manjše od njih le rastline pri obravnavanju 0,8 % škropljenje (1x), od katerih se statistično značilno razlikujejo vsa ostala obravnavanja. Tudi pri tej sorti so ob koncu poskusa rastline v obravnavanjih z zalivanjem nekoliko večje od tistih s škropljenjem. Potrjuje se tudi domneva, da enaka količina retardanta, razdeljena na več aplikacij, v daljšem časovnem obdobju uspešneje zavira rast, kot enkratna aplikacija.

Primerjava meritev višine rastlin kaže, da rastline tretirane z večjo koncentracijo retardanta pričnejo kasneje hitreje rasti, kot tiste, ki so bile izpostavljene manjšim koncentracijam.

Pred izvedbo poskusa smo pričakovali, da bo vsaj tretiranje z največjo koncentracijo (t.j. 0,8 % škropljenje (1x)) povzročilo ne le kloroze ampak tudi nekroze oz., da bo katera od rastlin tudi propadla. Vendar pa se to presenetljivo ni zgodilo. Največja koncentracija se je glede zaviralnega učinka na rast izkazala celo za najučinkovitejšo.

Splošni izsledki pri uporabi klormekvata kažejo, da je večkratno tretiranje z manjšo koncentracijo retardanta učinkovitejše od enkratnega tretiranja z večjo koncentracijo, kar potrjujejo tudi naši rezultati.

V praksi ima škropljenje prednost pred zalivanjem, ker vzame manj časa in se porabi manj retardanta, je torej bolj ekonomično. Tudi pri izvajanju našega poskusa nam je škropljenje vzelo mnogo manj časa, kot zalivanje.

Ob pregledu rezultatov meritev višine obeh sort ugotavljamo, da le-ti niso pretirano primerljivi. Kontrolne rastline so bile pri sorti 'Concorde Scharlach' manjše od večine tretiranih rastlin, kar smo pripisali položaju rastlin na pomični mizi in začetni neizenačenosti rastlin, ki so bile izbrane za poskus. Vseeno pa rezultati zadnje meritve višine pred zaključkom poskusa pri obeh sortah kažejo, da klormekvat ni retardant z dolgotrajnim učinkovanjem in da rastline po začetnem zastoju v rasti, čez čas spet začnejo z normalno rastjo. Vodenke kažejo tolerantnost tudi na večje koncentracije retardanta, kar nam omogoča večkratno aplikacijo retardanta in s tem precej natančno uravnavanje višine rastlin. Še posebej, če upoštevamo dejstvo, da so pripravki s klormekvatom cenovno zelo

sprejemljivi, v primerjavi z drugimi retardanti z dolgotrajnejšim učinkovanjem celo zelo poceni.

Ne glede na precejšnjo učinkovitost obravnavanja 0,5 % zalivanje (2x), pri katerem so rastline tudi ob zadnji meritvi pred zaključkom poskusa ostale manjše, dajemo za prakso prednost škropljenju, in sicer večkratnim aplikacijam. Paziti je potrebno le, da od zadnje aplikacije do prodaje preteče dovolj časa, da minejo tudi kloroze, ki jih klormekvat neizogibno povzroča.

Pregled strokovne literature in izkušnje iz prakse tudi kažejo, da je vpliv retardantov na rast rastlin precej odvisen tudi od posameznega leta, saj rezultati večletnih poskusov lahko dajo drugačne zaključke.

Žal smo v našem poskusu opravili le eno meritev stopnje klorotičnosti in sicer 13. dan po prvem tretiranju z retardantom, nismo pa opravljali nadaljnjih meritev, iz katerih bi lahko razbrali, koliko časa kloroze ostanejo in kako hitro se njihova intenzivnost (stopnja) manjša. Iz opazovanj lahko sklepamo, da bi bilo zadnje tretiranje tri tedne pred prodajo rastlin popolnoma ustrezno.

Opraviti bi bilo potrebno še nadaljnje poskuse, ki bi se osredotočili na ta problem in hkrati določiti najustreznejšo koncentracijo retardanta in število aplikacij, glede na učinkovitost zaviranja rasti in stopnjo kloroz.

V literaturi smo zasledili, da vnašanje klormekvata neposredno v substrat (z zalivanjem) rastline bolje prenašajo, omogočen je večji razpon v doziranju in učinkovanje je dolgotrajnejše. Kloroze in ožigi, ki se pri škropljenju večkrat pojavijo, naj bi pri vnašanju v substrat izostali (Evers, 1987).

V našem poskusu so kloroze bistveno intenzivnejše pri aplikaciji s škropljenjem kot pri zalivanju, kar je popolnoma razumljivo, saj gre pri omenjenih načinih aplikacije za povsem različna mesta nanosa retardanta. Pri škropljenju je osnovno mesto nanosa list, ki na aplikacijo reagira s pojavom kloroz.

Visoka stopnja klorotičnosti pri tretiranju z 0,8 % škropljenjem (1x) nakazuje, da tretiranje s tako velikimi koncentracijami najbrž ni najbolj priporočljivo, ker je rastlina v šoku in posledično tudi manj odporna na morebitne bolezni in škodljivce, ki se v proizvodnem procesu neizogibno pojavljajo. Smiselno je torej iskati tako koncentracijo in takšno število aplikacij, ki še dovolj upočasnijo rast, hkrati pa rastlin dodatno ne obremenjujejo preveč.

Stopnjo klorotičnosti pri aplikaciji s škropljenjem lahko delno zmanjšamo tudi tako, da poskušamo tretiranje izvajati v optimalnih razmerah, t.j. ob hladnejših dneh oz. proti

večeru. Če namreč škropimo v vročem, sončnem dnevu, ko je izhlapevanje intenzivno, se lahko na površini listov akumulirajo soli in povzročijo ožige (Taiz in Zeiger, 1998).

Retardanti zavirajo vegetativno rast, pri čemer internodiji ostanejo krajši in so pogosto debelejši. Število listov, internodijev in cvetov pa se ne zmanjša (Evers, 1987).

Meritve debeline stebela niso dale jasnejših rezultatov. Predvidevali smo, da bi morale tretirane rastline zaradi kompaktnejših celic in krajših internodijev imeti debelejša stebela, kot netretirana kontrola, a rezultati teh predvidevanj ne potrjujejo. Pri sorti 'Concorde Scharlach' je temu res tako, pri sorti 'Cajun Red' pa je ravno obratno.

5.2 SKLEPI IN PRIPOROČILA

Glede na rezultate našega poskusa bi pri sorti 'Cajun Red' priporočili dvakratno zalivanje z 0,5 % koncentracijo retardanta, pri sorti 'Concorde Scharlach' pa je boljše rezultate pokazalo enkratno škropljenje z 0,8 % koncentracijo retardanta. Zaradi relativno majhnega števila rastlin v posameznem obravnavanju, začetne neenakosti rastlin in neizenačenosti rastnih razmer (postavitve na pomični mizi) teh priporočil ne bi mogli posplošiti.

Poskus pa nam je vendarle omogočil pridobitev zadostnih izkušenj, da lahko podamo sledeče sklepe:

- Genetskega vpliva pri vodenkah ne moremo zanemariti, zato je velikost koncentracije in pogostost tretiranja potrebno določati za vsako sorto posebej.
- Splošno priporočilo je sredinska koncentracija, t.j. dvakratno (po potrebi tudi trikratno) škropljenje z 0,3 - 0,5 % koncentracijo Stabilana (40 % vsebnosti klormekvata) v razmaku dva do tri tedne.
- Termin aplikacij in velikost koncentracij določimo tudi glede na klimatske razmere v sezoni, saj je rast vodenk močno odvisna od stopnje osvetlitve in temperature.
- Zaradi težnje k zmanjšanju obremenjevanja okolja bi veljalo razmisliti tudi o alternativnem načinu aplikacije retardanta. Eno od možnosti sta v svojem poskusu ponudila tudi Pasian in Struve (1996). Vendar pa uporaba te tehnike ne bo mogoča, dokler ne bo opisana oz. priporočena na deklaracijah rastnih regulatorjev.

6 POVZETEK

Pri pridelavi vodenk (*Impatiens walleriana*) se pojavlja problem velike gostote rastlin, posledično so rastline premalo osvetljene, zato začnejo intenzivno rasti v višino in pogosto postanejo prevelike za prodajo. Za preprečevanje pretirane rasti je v praksi nujna uporaba rastnih zaviralcev (retardantov) in s poskusom smo želeli ugotoviti, s kakšno velikostjo koncentracije in načinom ter številom aplikacij bi dobili optimalne rezultate. Poskus smo izvedli leta 1998 v Vrtnariji Lap v Kamniku. Izbrali smo dve sorti vodenk različnih semenarskih podjetij in sicer S&G-jevo 'Cajun Red' ter Walz-ovo 'Concorde Scharlach'. Zasnovali smo dvofaktorski poskus, ki je temeljil na dveh načinih aplikacije (zalivanje in škropljenje) in različnih koncentracijah retardanta Stabilan. V poskus smo vključili 100 rastlin vsake sorte (skupaj 200) in sicer 10 različnih obravnavanj z 10 ponovitvami pri posamezni sorti. Izbrali smo sledeča obravnavanja: kontrola, 1x zalivanje z 0,5 % koncentracijo retardanta (0,5 % Z (1x)), 1,0 % Z (1x), 1,5 % Z (1x), 0,5 % Z (2x), 1x škropljenje z 0,25 % koncentracijo (0,25 % Š (1x)), 0,5 % Š (1x), 0,8 % Š (1x), 0,15 % Š (2x) in 0,1 % Š (3x).

Opravili smo 4 meritve višine rastlin in sicer pred prvim tretiranjem (65 dni po setvi), pred drugim tretiranjem (85 dni po setvi), pred tretjim tretiranjem (108 dni po setvi) in ob zaključku poskusa (124 dni po setvi). Izvedli smo tudi eno meritev stopnje kloroz in eno meritev debeline stebela. Ob drugi meritvi so pri sorti 'Cajun Red' najmanjše rastline pri obravnavanju 1,5 % Z (1x), pri sorti 'Concorde Scharlach' pa so najmanjše rastline pri obravnavanju 0,8 % Š (1x). Pri tretji meritvi so bile pri sorti 'Cajun Red' najmanjše rastline pri obravnavanju 0,5 % Š (1x), pri sorti 'Concorde Scharlach' so bile najmanjše rastline pri obravnavanju 0,8 % Š (1x). Ob zaključku poskusa (124 dni po setvi) smo pri sorti 'Cajun Red' najmanjše rastline izmerili pri obravnavanju 0,5 % Z (2x), pri sorti 'Concorde Scharlach' so bile najmanjše rastline obravnavanja 0,8 % Š (1x).

Največja stopnja kloroznosti se je pri obeh sortah pojavila pri obravnavanju z največjo koncentracijo retardanta t.j. 0,8 % Š (1x). Kloroze so sčasoma izginile. Pri meritvi debeline stebela je imelo pri sorti 'Cajun Red' največjo debelino stebela kontrolno obravnavanje, pri sorti 'Concorde Scharlach' smo največjo debelino stebela zabeležili pri obravnavanju 1,5 % Z (1x). Pri sorti 'Cajun Red' je najboljše rezultate dalo tretiranje 0,5 % Z (2x), za sorto 'Concorde Scharlach' je bilo najučinkovitejše tretiranje 0,8 % Š (1x). Ker zalivanje kot način aplikacije vzame preveč časa, in da bi se izogniti pretirani kloroznosti rastlin, v praksi priporočamo 2 - 3x škropljenje z 0,3 – 0,5 % koncentracijo Stabilana. Pri določanju termina aplikacije in velikosti koncentracije retardanta moramo nujno upoštevati genetske lastnosti posamezne sorte in klimatske razmere, ki močno vplivajo na rast vodenk v rastni sezoni. Rast vodenk se precej razlikuje v posameznih letih in moramo zato tretiranje z retardanti nujno prilagajati trenutnim razmeram v proizvodnem procesu.

7 VIRI

- Davies J. P. 1995. Plant hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology. Dordrecht, Boston, London. Kluwer academic publishers: 883 str.
- Evers G. 1987. Die Anwendung von Bioregulatoren im Zierpflanzenbau. Berlin, Hamburg. Paul Parey: 143 str.
- Grunert C. 1963. Einjahrsblumen. Beschreibung, Verwendung und Samenbau. 3. izdaja. Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag: 455 str.
- Horn W. 1996. Zierpflanzenbau. Berlin, Blackwell Wissenschafts: 662 str.
- Impatiens walleriana* 'Cajun Red'. 2007. S&G Flowers (9. maj 2007).
<http://greendemon.net/retail/series.aspx?series=171&category=1> (9. maj 2007).
- Impatiens walleriana* 'Concorde Scharlach'. 2007. Garten Atelier.
<http://www.gartenatelier.de/pflanzenportraits/lieschen.htm> (9. maj 2007)
- Miranda R.M., Carlson W.H. 1980. Effect of timing and number of applications of Chlormequat and Ancymidol on the growth and flowering of seed geraniums. Journal of the American Society for Horticultural Science, 105, 2: 273-277.
- Pasian C.C., Struve D.K. 1996. Paclobutrazol/paint mix on the inside surface of plug cells to control plug height. The Ohio State University Bulletin, (Special Circular, Ornamental plants - Annual reports and research reviews 1996), 154: 66-69.
- Roberts T.R. 1998. Metabolic pathways of agrochemicals. Part 1: Herbicides and plant growth regulators. Cambridge, Royal Society of Chemistry: 849 str.
- Salisbury F.B., Ross C. W. 1991. Plant Physiology. 4. Izdaja. Belmont, Wadsworth: 682 str.
- Srivastava L. M. 2002. Plant growth and development: hormones and environment. Amsterdam, Academic Press: 772 str.
- Taiz L., Zeiger E. 1998. Plant Physiology. 2. izdaja. Sunderland, Massachusetts. Sinauer Associates, Inc., Publishers: 114 str.
- Turner R.G. 1999. Botanica: The illustrated A-Z of over 10.000 garden plants and how to cultivate them. Köln, Könemann: 470 str.

Vodenke – *Impatiens walleriana*. 2004. Oregon State University (14. jun. 2004).
<http://oregonstate.edu/dept/ldplants/impatiens.htm> (22. avg. 2006)

Walz Samen: Hauptkatalog. 2000. Stuttgart, Walz: 228 str.

ZAHVALA

Želela bi se zahvaliti prof. dr. Aleksandru Šiftarju, ki mi je pomagal pri zasnovi in izvedbi poskusa ter nato vztrajal z mano vse do zagovora.

Iskreno se zahvaljujem doc. dr. Gregorju Ostercu za vso pomoč in čas, ki mi ga je posvetil pri interpretaciji rezultatov in dokončnem formiranju diplomskega dela.

Staršem in sestri se zahvaljujem za finančno in moralno podporo, ki so mi ju nudili med časom in ob zaključku študija.