

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Marija Mojca AŽMAN

**VPLIV SKLADIŠČENJA NA KAKOVOST IN
RAZVOJ POTAKNJENCEV RAZLIČNIH HIBRIDOV
PELARGONIJ (*Pelargonium* sp.)**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Marija Mojca AŽMAN

**VPLIV SKLADIŠČENJA NA KAKOVOST IN RAZVOJ
POTAKNJENCEV RAZLIČNIH HIBRIDOV PELARGONIJ
(*Pelargonium* sp.)**

MAGISTRSKO DELO

**INFLUENCE OF STORAGE ON QUALITY AND DEVELOPMENT
OF PELARGONIUM (*Pelargonium* sp.) CUTTINGS**

M. SC. THESIS

Ljubljana, 2016

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete z dne 8. 4. 2016 je bilo potrjeno, da kandidatka izpolnjuje pogoje za magistrski podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti ter opravljanje magisterija znanosti s področja agronomije.

Za mentorja je bil imenovan prof. dr. Gregor OSTERC.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Nina KACJAN MARŠIĆ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: doc. dr. Ana SLATNAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Andrej ŠUŠEK
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

Datum zagovora: 30. 8. 2016

Podpisana izjavljam, da je magistrsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Marija Mojca AŽMAN

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Md
DK UDK 635.9:631.535:631.563(043.3)
KG potaknjenci/nadomestno koreninjenje/pelargonije/*Pelargonium* sp./skladiščenje/rast in razvoj/vsebnost sladkorjev
AV AŽMAN, Marija Mojca, prof. biologije in kemije
SA OSTERC, Gregor (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti, področje agronomije
LI 2016
IN VPLIV SKLADIŠČENJA NA KAKOVOST IN RAZVOJ POTAKNJENCEV RAZLIČNIH HIBRIDOV PELARGONIJ (*Pelargonium* sp.)
TD Magistrsko delo
OP X, 78 str., 10 pregl., 56 sl., 66 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Pelargonije so med najbolj priljubljenimi okrasnimi rastlinami v svetovnem merilu. Zaradi različnih razlogov se pridelava novih rastlin seli v tropska in subtropska območja, neukoreninjeni potaknjenci pa se iz matičnih nasadov pošiljajo po vsem svetu. Pri transportu so izpostavljeni različnim stresnim dejavnikom, zato je ustrezno skladiščenje potaknjencev pred potikom, ključnega pomena za njihovo uspešno koreninjenje in kasnejšo rast in razvoj rastlin. V poskusu smo hoteli ugotoviti razlike v kakovosti koreninjenja, vsebnosti sladkorjev ter rasti in razvoju potaknjencev dvanajstih sort pelargonij (*Pelargonium* sp.). Potaknjence smo potikali v dveh terminih: zgodnje spomladanskem in pozno poletnem, v treh serijah: prvo takoj po odvzemu z matičnih rastlin, drugo po enotedenskem in tretjo po tritedenskem skladiščenju v temi pri 4 °C. Iz zamrznjenih vzorcev listov in stebel vsake sorte iz vsake serije potika smo ekstrahirali sladkorje saharozo, glukozo in fruktozo. Njihovo vsebnost smo izmerili z metodo HPLC. Preživelost potaknjencev je bila večja v prvem (96,88 %) kot v drugem terminu (62,15 %). Večina potaknjencev je glede na oceno po ocenjevalni shemi tvorila slabo koreninsko grudo. Na dolžino glavnega poganjka je statistično značilno vplivala sorta, termin potika in čas skladiščenja: najkrajše glavne poganjke smo izmerili v drugem terminu po tritedenskem skladiščenju pri pokončnih sortah, kar velja tudi za povprečno število in dolžino stranskih poganjkov. Izmerjena vsebnost vseh treh sladkorjev je bila večja v potaknjencih iz drugega termina potika, v potaknjencih iz obeh terminov in vseh treh variantah skladiščenja pa večja v stebelu kot v listih. Vsebnost glukoze je bila večja od vsebnosti saharoze in fruktoze v vseh variantah potika, s precejšnjo razliko med vzorci iz prvega termina (60,28 – 155,34 mg/g suhe snovi) in drugega termina (189 – 520 mg/g suhe snovi).

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Md
DC UDC 635.9:631.535:631.563(043.3)
CX cuttings/adventitious root formation/pelargoniums/*Pelargonium* sp./storage/growth and development/sugar content
AU AŽMAN, Marija Mojca
AA OSTERC, Gregor (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Postgraduate Study of Biological and Biotechnical Sciences, Field: Agronomy
PY 2016
TI INFLUENCE OF STORAGE ON QUALITY AND DEVELOPMENT OF PELARGONIUM (*Pelargonium* sp.) CUTTINGS
DT M. Sc. Thesis
NO X, 78 p., 10 tab., 56 fig., 66 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Pelargoniums are among top three bedding plants worldwide. Propagation of ornamental plants has developed into a global industrial process. Stock plants for cutting production are grown in tropical and subtropical regions. Before the rooting phase, cuttings undergo postharvest storage and/or transport to rooting stations in Europe, USA, etc. and are exposed to various stress factors, which affect their condition and rooting potential. Appropriate postharvest treatment of cuttings must be chosen to insure the maintenance of quality of cuttings during storage. The purpose of our study was to determine the influence of propagation season and storage time of unrooted cuttings on adventitious root formation, content of sugars in leaves and stems and overall growth and development of plants. We chose cuttings from twelve pelargonium cultivars, which were propagated in two different seasons: early spring and late summer. They were planted immediately, stored for one week and three weeks in a dark place on 4 °C. From deep frozen samples of leaves and stems, we extracted sugars sucrose, fructose and glucose and measured their content with HPLC method. More cuttings survived in first season (96,88 %) than in the second (62,15 %). Most cuttings rooted weakly. The average length of main shoot was statistically related to the cultivar type, time of storage and propagation season: the shortest main shoots were measured in second season of propagation after three weeks storage time in *P. zonale* cultivars. The same applies also for average number and length of lateral shoots. Measured content of all three sugars was highest in the second season of propagation. Sugar content in stems was higher than in leaves in both season of propagation and all terms of storage. Content of glucose was higher than content of sucrose and fructose in every propagation version. Significant difference of glucose content was measured in samples from first (60.28 – 155.34 mg/g of dry weight) and second term of propagation (189 – 520 mg/g of dry weight).

KAZALO VSEBINE

	KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
	KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
	KAZALO VSEBINE.....	V
	KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
	KAZALO SLIK.....	VIII
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	ZNAČILNOSTI RODU PELARGONIUM	2
2.1.1	Morfološke značilnosti pelargonij.....	2
2.1.2	Izvor in taksonomija pelargonij.....	3
2.1.3	Skupine sort pelargonij.....	4
2.1.4	Gojenje pelargonij na stalnem mestu	7
2.1.5	Bolezni, škodljivci in rastne motnje pelargonij	9
2.2	RAZMNOŽEVANJE PELARGONIJ	12
2.2.1	Spolno razmnoževanje	12
2.2.2	Nespolno razmnoževanje	13
2.2.2.1	Posebnosti razmnoževanja s potaknjenci	14
2.3	DEJAVNIKI USPEŠNEGA RAZMNOŽEVANJA PELARGONIJ S POTAKNJENCI.....	15
2.3.1	Matične rastline	15
2.3.2	Čas rezi	16
2.3.3	Oskrba in skladiščenje potaknjencev	17
2.3.4	Endogeni dejavniki.....	19
2.3.5	Relativna vlaga	22
2.3.6	Temperatura	23
2.3.7	Svetloba	23
2.3.8	Substrat	23
2.3.9	Utrjevanje potaknjencev.....	24
2.4	POMEN OGLJIKOVIH HIDRATOV ZA USPEŠNO KORENINJENJE POTAKNJENCEV	24
2.4.1	Delitev ogljikovih hidratov	25
2.4.2	Vloga ogljikovih hidratov pri nadomestnem koreninjenju	25
2.5	MORFOLOŠKE IN FIZIOLOŠKE SPREMEMBE PRI KORENINJENJU POTAKNJENCEV	27
2.6	GLOBALIZACIJA PROIZVODNJE POTAKNJENCEV PELARGONIJ	30

3	MATERIAL IN METODE DELA	32
3.1	MATERIAL ZA POSKUS.....	32
3.1.1	Rastlinski material	32
3.1.2	Rastni substrat.....	36
3.1.3	Gojitvene plošče.....	36
3.2	METODE DELA.....	37
3.2.1	Zasnova poskusa.....	37
3.2.2	Izvedba in oskrba poskusa	37
3.2.2.1	Priprava potaknjencev	37
3.2.2.2	Gojenje rastlin	38
3.2.2.3	Časovni potek izvedbe poskusa.....	40
3.2.2.4	Varstvo rastlin	42
3.3	ZBIRANJE IN OBDELAVA PODATKOV.....	43
3.3.1	Uspešnost razmnoževanja.....	43
3.3.2	Rast in razvoj rastlin.....	44
3.3.3	Vsebnost sladkorjev	44
3.4	OBDELAVA REZULTATOV.....	46
4	REZULTATI	47
4.1	USPEŠNOST RAZMNOŽEVANJA	47
4.2	RAST IN RAZVOJ RASTLIN	48
4.3	VSEBNOST SLADKORJEV.....	59
5	RAZPRAVA	64
6	SKLEPI	68
7	POVZETEK (SUMMARY)	69
7.1	POVZETEK	69
7.2	SUMMARY	70
8	VIRI	73
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Izbor sort.....	32
Preglednica 2:	Časovni potek izvedbe poskusa.....	40
Preglednica 3:	Preživele potaknjenci vseh dvanajstih sort (%) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) glede na čas skladiščenja in termin potikanja.....	47
Preglednica 4:	Ukoreninjeni potaknjenci vseh dvanajstih sort (%) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) po kakovostnih razredih koreninjenja glede na termin potikanja	49
Preglednica 5:	Statistično značilna povezava med sorto in časom skladiščenja pri dobro koreninjenih potaknjencih (razred 3) v terminu I.....	50
Preglednica 6:	Statistično značilna povezava med sorto in časom skladiščenja pri dobro koreninjenih potaknjencih (razred 3) v terminu II	50
Preglednica 7:	Dolžina glavnega poganjka (mm) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte glede na čas skladiščenja in termin potikanja.	51
Preglednica 8:	Število stranskih poganjkov na rastlino (n) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte glede na čas skladiščenja in termin potikanja	53
Preglednica 9:	Dolžina stranskih poganjkov na rastlini (mm) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte glede na čas skladiščenja in termin potikanja. a, b: statistično značilne razlike glede na čas skladiščenja. A, B: statistično značilne razlike glede na termin potika	55
Preglednica 10:	Število cvetov in popkov na rastlino (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte glede na čas skladiščenja in termin potikanja. a, b: statistično značilne razlike glede na čas skladiščenja. A, B: statistično značilne razlike glede na termin potika	57

KAZALO SLIK

Slika 1:	<i>Pelargonium triste</i>	3
Slika 2:	<i>Pelargonium triste</i>	3
Slika 3:	<i>P. zonale</i> 'Warrenorth Emerald'	4
Slika 4:	<i>P. zonale</i> 'Grandad Mac'	4
Slika 5:	<i>P. peltatum</i> 'Mexicana'.....	5
Slika 6:	<i>P. peltatum</i> 'Summer Showers'.....	5
Slika 7:	<i>P. domesticum</i> 'Aristo Black Beauty'.....	6
Slika 8:	<i>P. domesticum</i> 'Stardom Pink and White'.....	6
Slika 9:	<i>P. radens</i> 'Citrosa'	6
Slika 10:	<i>P. odoratissimum</i>	6
Slika 11:	Anatomske spremembe pri nastanku korenin (A-D) pri potaknjencih pelargonij (<i>Pelargonium peltatum</i>) (Urbanek Krajnc in sod., 2013). Anatomska zgradba stebela: epidermis (povrhnjica) (ep), korteks (skorja) (co), parenhim stržena (pi) in prevodni valj (r) z zunanjim floemom, kambijem in notranjim ksilemom. (A) Začetek (iniciacija) tvorbe korenine: pojav prvih meristematskih celic (mc). (B) Faza nastanka koreninskega primordija: pojav prvega meristemoida (me). (C) Diferenciacija koreninskega primordija z izoblikovanim meristemom in diferenciranimi celicami koreninskega korteksa (skorje) (ro) in vaskularnega cilindra (prevodnega valja) (v). (D) Nastanek korenine z vaskularnim cilindrom (prevodnim valjem) (v), ki ga obkrožajo podolgovate celice (ec) v coni rasti korenine.....	28
Slika 12:	Shematski prikaz metabolnih procesov pri nastanku nadomestnih korenin pri modelnih rastlinah vrst <i>Petunia hybrida</i> in <i>Pelargonium peltatum</i> (Urbanek Krajnc in sod., 2013 po Akhami in sod., 2009). Asimilati nastajajo v listni sredici (mezofilu) in se po prevajalnih tkivih prenašajo do baze stebela potaknjenca, kjer je mesto ponora. V odrezanem - ranjenem tkivu pride do akumulacije jasmonatov (JA), kar inducira invertazo v celičnih stenah (ApoInv) in cepitev saharoze na heksoze, ki se v celice prenesejo z monosaharidnim prenašalcem (transporterjem) STP. Dva dneva po odvzemu potaknjenca z matične rastline, se prične faza okrevanja ('Recovery phase'), ki se nadaljuje v fazo vzdrževanja ('Maintenance phase'), v kateri se sladkorji intracelularno (simplastično) prenašajo po rastlini od zelenih listov do baze potaknjenca. RuBP (ribuloza-1,5-difosfat), TP (trioza fosfat), E4P (eritroza-4-fosfat), R5P (ribuloza-5-fosfat), FBP (fruktoza-1,6-difosfat), F6P (fruktoza-6-fosfat), S6P (saharoza-6-fosfat), ApoInv (apoplastna invertaza), CyInv (citoplazmatska invertaza), VacInv (vakuolarna invertaza), STP (monosaharidni transporter), TCA cikel (cikel trikarboksilnih kislin).	29
Slika 13:	Potaknjenci pelargonij, pripravljeni za transport	31
Slika 14:	Črtna koda zagotavlja sledljivost izvora rastlinskega materiala	31
Slika 15:	Rastlinjak Biotehniške fakultete.	32

Slika 16: Matične rastline, 27. 2. 2007.....	32
Slika 17: <i>P. zonale</i> 'Gabrieli'.....	33
Slika 18: <i>P. zonale</i> 'Corelli'.....	33
Slika 19: <i>P. zonale</i> 'Alcantara'.	33
Slika 20: <i>P. zonale</i> 'Toska'.	33
Slika 21: <i>P. zonale</i> 'Gentana'.	34
Slika 22: <i>P. peltatum</i> 'Atlantic Hot Pink'.	34
Slika 23: <i>P. peltatum</i> 'Pacific Bright Red Star'.....	34
Slika 24: <i>P. peltatum</i> 'Rainbow White'.	34
Slika 25: <i>P. peltatum</i> 'Starlight Albina Nova'.....	35
Slika 26: <i>P. peltatum</i> 'Rainbow Red'.	35
Slika 27: <i>P. peltatum</i> 'PacificViolet Star'.	35
Slika 28: <i>P. peltatum</i> 'Pacific Red'.....	35
Slika 29: Šotni lončki, 27. 2. 2007.	36
Slika 30: Gojitvene plošče, 27. 2. 2007.....	36
Slika 31: Priprava potaknjencev, 7. 3. 2007.....	38
Slika 32: Potaknjenci pod tunelom, 7. 3. 2007.....	38
Slika 33: Priprava potaknjencev serije 3, 21. 3. 2007.....	39
Slika 34: Potaknjenci serije 2 in 3, 21. 3. 2007.....	39
Slika 35: Ocenjevanje in presajanje potaknjencev serije 2, 11. 4. 2007.....	39
Slika 36: Presajene rastline serije 2, 11. 4. 2007.	39
Slika 37: Rastlinjakov ščitkar (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>), 13. 6. 2007.	42
Slika 38: Listni edemi (plutavost), 30. 5. 2007.	42
Slika 39: Ocenjevalna shema za oceno kakovosti koreninske grude potaknjencev.	43
Slika 40: Preživelci potaknjenci po sortah (%) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) v obeh terminih potika.	48
Slika 41: Ukoreninjeni potaknjenci vseh dvanajstih sort (%) po kakovostnih razredih koreninjenja glede na čas skladiščenja. Termin potika: A: Termin I, B: Termin II.....	49
Slika 42: Dolžina glavnega poganjka (mm) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte glede na sorto in termin potika.	52
Slika 43: Dolžina glavnega poganjka (mm) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte v obeh terminih potika glede na sorto in čas skladiščenja.	53
Slika 44: Število stranskih poganjkov (n) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte glede na sorto in termin potika.	54
Slika 45: Število stranskih poganjkov na rastlino (n) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte v obeh terminih potika glede na sorto in čas skladiščenja.	55
Slika 46: Dolžina stranskih poganjkov na rastlini (mm) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah glede na sorto in termin potika.....	56

Slika 47: Dolžina stranskih poganjkov (mm) (povprečje + standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte v obeh terminih potika, glede na sorto in čas skladiščenja	57
Slika 48: Število cvetov in popkov na rastlino (n) (povprečje ± standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah glede na sorto in termin potika.	58
Slika 49: Število cvetov in popkov na rastlino (n) (povprečje + standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte v obeh terminih potika, glede na sorto in čas skladiščenja.	59
Slika 50: Vsebnost različnih sladkorjev (mg/g suhe snovi) (povprečje ± standardna deviacija) v steblih in listih potaknjencev vseh dvanajstih sort. Razlike upoštevajo čas skladiščenja . Termin potika: A: Termin I, B: Termin II.	60
Slika 51: Vsebnost različnih sladkorjev (mg/g suhe snovi) (povprečje ± standardna deviacija) v potaknjencih vseh dvanajstih sort, glede na čas skladiščenja. Termin potika: A: Termin I, B: Termin II.	60
Slika 52: Vsebnost saharoze (mg/g suhe snovi) (povprečje ± standardna deviacija) v steblih in listih potaknjencev vseh dvanajstih sort glede na čas skladiščenja. Termin potika: A: Termin I, B: Termin II.	61
Slika 53: Vsebnost fruktoze (mg/g suhe snovi) (povprečje ± standardna deviacija) v steblih in listih potaknjencev vseh dvanajstih sort glede na čas skladiščenja. Termin potika: A: Termin I, B: Termin II.	61
Slika 54: Vsebnost glukoze (mg/g suhe snovi) (povprečje ± standardna deviacija) v steblih in listih potaknjencev vseh dvanajstih sort glede na čas skladiščenja. Termin potika: A: Termin I, B: Termin II.	62
Slika 55: Vsebnost različnih sladkorjev (mg/g suhe snovi) (povprečje ± standardna deviacija) v potaknjencih vseh dvanajstih sort v prvem terminu potika (Termin I).	63
Slika 56: Vsebnost različnih sladkorjev (mg/g suhe snovi) (povprečje ± standardna deviacija) v potaknjencih vseh dvanajstih sort v drugem terminu potika (Termin II).	63

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Že naši predniki so z okrasnimi rastlinami krasili ganke in okenske police svojih domov. Ene od najstarejših in najbolj priljubljenih okrasnih vrst so pelargonije. Zaradi njihove dolgotrajne in razkošne rasti in cvetenja, nezahtevne oskrbe, trpežnosti in preprostega razmnoževanja, so priljubljena izbira za popestritev balkonov, teras, korit in posod.

Sortiment okrasnih rastlin je vsako leto večji, kar velja tudi za pelargonije. Žlahtnitelji po celem svetu ustvarjajo nove sorte, pri katerih je poudarek na obilnosti cvetenja, barvi in polnosti cvetov, celotnem vtisu rastline, odpornosti na vremenske nevšečnosti in manjše občutljivosti na škodljivce in bolezni. Zaradi različnih razlogov največji svetovni vzgojitelji okrasnih rastlin proizvodnjo selijo v tropska in subtropska območja Afrike, Srednje Amerike in Azije. Neukoreninjeni potaknjenci pelargonij se iz matičnih nasadov razpošiljajo po celem svetu, v končnih državah se ukoreninjajo in sadijo v gojitvene posode. Ustrezno skladiščenje potaknjencev pred potikanjem je ključnega pomena za njihovo uspešno koreninjenje in kasnejšo rast in razvoj rastlin.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Razmnoževanje s potaknjenci je najpomembnejša metoda vegetativnega razmnoževanja pelargonij. Uspešnost koreninjenja potaknjencev je odvisna od zunanjih in notranjih dejavnikov: stanja matičnih rastlin, časa rezi potaknjencev, trajanja in oskrbe v času skladiščenja, izgube hranil in vode, vsebnosti endogenih spojin ter različnih okoljskih dejavnikov potika. Skladiščenje v potaknjencih zmanjša vsebnost ogljikovih hidratov, ki pri nastanku nadomestnih korenin sodelujejo kot signalne molekule, vir energije in ogljikovih skeletov.

Namen našega poskusa je ugotoviti razlike v vsebnosti sladkorjev in uspešnosti koreninjenja potaknjencev ter kasnejšega razvoja rastlin dvanajstih sort pelargonij. Potaknjenci so bili potaknjeni v dveh terminih: pozno poletnem in zgodnje pomladnem, obakrat po treh časih skladiščenja: takojšnjem potiku, enotedenskem in tritedenskem skladiščenju.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Glede na termin potika in različen čas skladiščenja potaknjencev pelargonij pred potikanjem, pričakujemo razlike v kakovosti koreninjenja ter rasti in razvoju rastlin: dolžini glavnega poganjka, številu in dolžini stranskih poganjkov ter številu cvetnih nastavkov pri različnih sortah pelargonij. Prav tako pričakujemo razlike v vsebnosti sladkorjev tako med posameznima organoma (listom in stebлом), kakor tudi med sortami, potaknjenimi v različnih terminih in po različnih časih skladiščenja pred potikom. Sposobnost tvorbe nadomestnih korenin je odvisna od vsebnosti sladkorjev.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ZNAČILNOSTI RODU PELARGONIUM

Kljub vsako leto večjemu izboru okrasnih okenskih in balkonskih rastlin, pelargonije še vedno ostajajo med najbolj razširjenimi in priljubljenimi predvsem zaradi nepretrganega in dolgotrajnega cvetenja, dekorativnih listov ter nezahtevnega vzdrževanja in razmnoževanja. Samo v zahodni Evropi naj bi jih vrtnarji letno vzgojili in prodali okoli 450 milijonov, kar priča o njihovi veliki priljubljenosti med gojitelji (Podgornik Reš, 2003), svetovna letna trgovina pa presega vrednost 500 milijonov evrov (Mithila in sod., 2001).

Rodovno ime izvira iz grške besede Πέλargonος (*pelargos*): štoklja - plod pelargonij je namreč podoben štokljinemu kljunu. Ko plod dozori, ima zvito, kljuno podobno reso. Pri nas jih poznamo tudi pod starejšim imenom geranije ali gorečnice, vendar je to rodovno ime za vrste *Geranium* ali krvomočnice (Hribar, 2010; Strlič, 2000). Za dišečo pelargonijo *Pelargonium radens* se uporablja tudi staro ime 'roženkravt' – nekoč je rasel pri vsaki slovenski hiši, verjetno tudi zato, ker je s svojim vonjem odganjal mrčes. Omenja se tudi v narodnih pesmih, kjer skupaj z rožmarinom in nageljnom tvori slovenski šopek.

2.1.1 Morfološke značilnosti pelargonij

Pelargonije so večinoma cvetoče zelnate trajnice, občutljive na mraz, vendar je njihov habitus nemogoče splošiti:

- višina rastlin variira od dobrih 10 cm pri miniaturnih hibridih, do skoraj 200 cm pri vrstah, ki rastejo v naravnem okolju,
- nekatere vrste so se s sukulentnostjo prilagodile puščavskemu okolju,
- rast je grmičasta ali polgrmičasta, steblo je lahko pokončno, polviseče ali viseče, pri nekaterih vrstah z leti oleseni,
- listi se razlikujejo po velikosti, barvi, obliki listne ploskve, nazobčanosti listnega roba, mesnatosti, poraščenosti z dlačicami, vsebnosti dišavnih žlez,
- korenine so lahko grmičaste, nitkaste ali cevaste – oblika je odvisna od rastnih razmer,
- cvetovi so eno-, dvo- ali mnogobarvni, bele, rožnate, rdeče, oranžne, krem, vijolične ali skoraj črne barve, na sejmu IPM v Essnu pa so leta 2008 prvič predstavili sorto z rumenimi cvetovi 'First Yellow'; cvetno odevalo je lahko enojno, dvojno ali polnjeno,
- cvetovi imajo pet venčnih listov, dva zgornja (posteriorna) sta navadno večja od spodnjih (anteriornih). Plodnica je polpodrasla, fertilnih prašnikov je od dva do sedem, njihovo število, oblika in lega pa je skupaj s sterilnimi prašniki pomemben taksonomski znak (Strlič, 2000).

2.1.2 Izvor in taksonomija pelargonij

Večina pelargonij izvira iz južne in jugovzhodne Afrike, predvsem Južnoafriške republike in Namibije ter Zimbabveja, Malavija, Tanzanije, Kenije in Etiopije. Nekaj vrst najdemo tudi na Arabskem polotoku in Bližnjem vzhodu (v Jemnu, Iraku, Iranu in vzhodni Turčiji), na Madagaskarju, v Avstraliji, Novi Zelandiji, Tasmaniji ter na otokih Sv. Helena in Tristan da Cunha (Strlič, 2000). Prva pelargonija naj bi v Evropo prišla že pred letom 1600 v botanični vrt nizozemskega mesta Leiden - vrsta *Pelargonium triste* naj bi najverjetneje izvirala iz Indije (Strlič, 2000) (sliki 1 in 2). Leta 1609 so v Anglijo prinesli prvo vrsto *P. zonale* (Mithila s sod., 2001), ki je bila deležna velikega zanimanja in je spodbudila odkrivanje in zbiranje novih vrst. Leta 1672 je Nizozemec P. Hermann kot prvi botanik zbiral pelargonije na svojem potovanju po južni Afriki (Strlič, 2000). Konec 18. stoletja je zaradi spremenjene politične situacije v južni Afriki nabiranje rastlin v naravi postalo preveč tvegano, zato so evropski gojitelji pričeli z načrtnim križanjem in vzgajanjem novih sort (Strlič, 2000). Leta 1870 v katalogu angleške vrtnarije Henderson najdemo opis že 604 sort pelargonij (Podgornik Reš, 1998).



Slika 1: *Pelargonium triste*
Figure 1: *Pelargonium triste*
(Adams, 2006).



Slika 2: *Pelargonium triste*
Figure 2: *Pelargonium triste*
(Adams, 2006).

Poimenovanje in taksonomsko razvrščanje pelargonij je bilo dolgo časa nedosledno in napačno: leta 1738 je J. Burman uvedel rodovno ime *Pelargonium*, vendar so jih še dolgo imenovali geranije zaradi Linnejeve uvrstitve v rod *Geranium* (1753). Najpomembnejše delo s področja taksonomije pelargonij je izšlo leta 1789 v Aitonovem *Hortus Kewensis*: francoski botanik C.-L. L'Heritier je opisal skoraj 90 vrst v samostojnem rodu *Pelargonium*. Taksonomsko revizijo je nato leta 1912 opravil nemški botanik R. Knuth, v osemdesetih letih 20. stoletja pa je obsežno delo o južnoafriških pelargonijah izdala skupina botanikov pod vodstvom A. van der Walta (Meyers, 2006; Strlič, 2000).

Taksonomija pelargonij:

Kraljestvo: Plantae - rastline

Deblo: Spermatophyta - semenke

Poddeblo: Magnoliophytina (= Angiospermae) - kritosemenke

Razred: Magnoliatae (= Dicotyledonae) - dvokaličnice

Red: Geraniales - krvomočnikovci

Družina: Geraniaceae - krvomočničevke

Rod: *Pelargonium* – pelargonije

Rod pelargonij je precej raznolik in obsega med 230 in 300 vrst in podvrst (Meyers, 2006), ki so glede na morfološke, kariološke, palinoške in kemotaksonomske značilnosti razvrščene v 16 (Strlič, 2000) oziroma 14 sekcij (Meyers, 2006).

2.1.3 Skupine sort pelargonij

- pasaste pelargonije (zonalke, conalke, pokončne) – *Pelargonium* x *zonale* L'Herit – hibridi, nastali s križanjem in selekcijo *P. zonale* L'Herit in *P. inquinan* L'Herit:

rastline s pokončno grmičasto rastjo, za katere je značilen razločen pas oziroma cona karminaste, rdeče, kostanjeve ali črne barve na okroglasto ledvičastih, puhasto dlakavih listih. V skupino uvrščamo tudi relativno nove sorte z zvezdastimi in večbarvnimi listi. Steblo je mesnato, s starostjo oleseni. Cvetijo od zgodnje spomladi do pozne jeseni v različnih barvah (prevladujejo rdeči in oranžni toni). Cvetovi so enojni ali vrstnati. Njihova sortna lista je zelo bogata (Pelargonium Basics, 2010; Weaver, 1993) (sliki 3 in 4).



Slika 3: *P. zonale* 'Warrenorth Emerald'
Figure 3: *P. zonale* 'Warrenorth Emerald'
(Pelargonium Basics, 2010).



Slika 4: *P. zonale* 'Grandad Mac'
Figure 4: *P. zonale* 'Grandad Mac'
(Pelargonium Basics, 2010).

- bršljanolistne pelargonije (bršljanke, povešave) – hibridi *Pelargonium x peltatum* L'Herit:

na videz precej enotna skupina povešajoče oziroma polegla rasti, za katero so značilni tanki pogankji, dolgi tudi do 100 cm. Listi so trikrpi, usnjati, bleščeče temnozeleni - po obliki spominjajo na liste bršljana, kar je dalo skupini ime. Cvetovi so enojni, dvojni ali polnjeni, bele, rožnate ali karminaste barve (sliki 5 in 6). Med gojitelji so zelo priljubljene za sajenje v viseče košare in v cvetlična korita (*Pelargonium Basics*, 2010; Weaver, 1993). Skupina obsega mnogo sort, najstarejša je verjetno 'Ville de Paris', vzgojena 1786 leta, pri nas pa so še vedno zelo priljubljene kot 'avstrijke', ker so bile prvič razstavljene leta 1965 na cvetlični razstavi na Dunaju, od koder so se razširile tudi po naši deželi (Podgornik Reš, 1998).



Slika 5: *P. peltatum* 'Mexicana'
Figure 5: *P. peltatum* 'Mexicana'
(Billinger, 2004).



Slika 6: *P. peltatum* 'Summer Showers'
Figure 6: *P. peltatum* 'Summer Showers'
(Chilltern Seeds, 2016).

- žlahtne pelargonije (regalke, tudi velikocvetne ali angleške) – *P. x domesticum* (*grandiflorum*) L'Herit, najverjetneje hibridi *P. grandiflorum* Willd in *P. cucculatum* L'Herit:

še iz viktorijanskih časov so med najbolj priljubljenimi okrasnimi posodovkami zaradi bogatih in velikih pokončnih cvetov, ki so lahko eno-, dvo- ali večbarvni, enostavni enojni ali polnjeni, z gladkimi, valovitimi ali narezanimi venčnimi listi (sliki 7 in 8). Rast je grmičasta, listi so okrogli do jajčasti, temno zelene barve z izrazitimi žilami in nazobčanim listnim robom. Večina današnjih sort je bila vzgojena v zadnjih 50 letih in ima kompaktnejšo rast od starejših sort (*Pelargonium Basics*, 2010). Ker jih veter in druge neugodne vremenske razmere na prostem hitro poškodujejo, jih sadimo pod streho (Podgornik Reš, 1998).



Slika 7: *P. domesticum* 'Aristo Black Beauty'
Figure 7: *P. domesticum* 'Aristo Black Beauty'
(Pac 'Aristo® Black Beauty, 2010).



Slika 8: *P. domesticum* 'Stardom Pink and White'
Figure 8: *P. domesticum* 'Stardom Pink and White'
(Geranium Stardom Pink and White, 2016).

• vonjavolistne pelargonije:

bolj kot zaradi cvetov jih gojimo zaradi vonjavih listov, ki vsebujejo žleze z aromatičnimi olji (geraniol, citronelol, linalool, menton, limonen, pinen in druga), ki se uporabljajo v kozmetični in farmacevtski, pa tudi v prehrabeni industriji (Pelargonium Basics, 2010; Meyers, 2006). S svojim močnim vonjem v naravnem okolju privabljajo opraševalce oziroma odvrčajo rastlinojede živali, zato jih v mešanih nasadih sadimo kot naravno zaščito pred škodljivci (Podgornik Reš, 1998). Iz te skupine sta pri nas najbolj poznana 'roženkravt' (tudi 'žeravec') – *P. radula* L'Herit (*P. radens* H.E. Moore) (slika 9) in 'muškatka' – *P. odoratissimum* L'Herit (slika 10).



Slika 9: *P. radens* 'Citrosa'
Figure 9: *P. radens* 'Citrosa'
(OnlinePlantGuide.com, 2016).



Slika 10: *P. odoratissimum*
Figure 10: *P. odoratissimum*
(Geranium Blog, 2016).

- poleg štirih glavnih skupin, viri navajajo še druge, npr. Unique in Angel (Pelargonium Basics, 2010), miniature (Weaver, 1993), tim. 'fancy-leaf' sorte z zelo dekorativnimi dvo- ali celo tribarvnimi listi (Meyers, 2006) in skupino naravnih ali botaničnih vrst (Podgornik Reš, 1998; Pelargonium Basics, 2010).

2.1.4 Gojenje pelargonij na stalnem mestu

Ob pravilni negi so pelargonije dovolj prilagodljive, da jih lahko gojimo kot sobne rastline ali na prostem kot lončnice oziroma posodovke v atrijih, na okenskih policah in v visečih košarah (Weaver, 1993). Najpomembnejši dejavniki, na katere moramo biti pozorni pri oskrbi, so:

- Gojitveni prostor naj bo zračen in svetel. Primerna osvetlitev rastlin pospešuje njihovo razraščanje, trdnost in lepo obarvanost, tvorbo cvetov, plodov in aromatičnih snovi. Pri pomanjkljivi osvetlitvi se pospeši rast v dolžino, rastline so nežne, blede obarvane, pisanost izgine, aromatičnih snovi je malo ali pa jih sploh ni. (Šegula, 2009).

Pelargonijam namenimo čim bolj sončno mesto. Uspevajo tudi v delni senci in senci, vendar tam manj cvetijo (Jošar, 2016). Celodnevni sončni pripeki ne izpostavljamo potaknjencev (Weaver, 1993). Optimalna zračna vlaga za pelargonije znaša 80 % in manj (Podgornik Reš, 1998). Pri pomanjkljivi prezračitosti in previsoki zračni vlagi zelo hitro pride do razvoja bolezni, predvsem sive plesni. Na splošno za pelargonije z dvojnimi cvetovi velja, da ne marajo dežja, zato jih sadimo na mesta, ki so pod streho.

- Temperature: ker pelargonije izvirajo iz toplih krajev, je optimalna srednja dnevna temperatura med 16 in 18 °C, kar pomeni 20 do 22 °C podnevi in 14 do 16 °C ponoči. Temperatura prezimovališča naj bo med 10 in 12 °C. Rastline na prosto prenesemo šele po koncu nevarnosti pozebe (Podgornik Reš, 1998).

Tudi pri gojenju rastlin v zaščitениh prostorih moramo vzdrževati optimalno temperaturo, ki jo rastline potrebujejo v določenih razvojnih fazah. Temperature v rastlinjakih ne smejo nihati, ker lahko povzročijo poškodbe rastlin. Pri uravnavanju temperaturnih razmer v rastlinjakih je potrebno upoštevati, da naj bo dnevna temperatura 5 do 7 °C višja od nočnih temperatur.

- Voda v rastlinah je transportno sredstvo za minerale in hkrati skrbi za turgor – pritisk v celicah rastline. Zaradi vode so rastlinske celice nabrekle, poganjki pa togi in pokončni. Če vode primanjkuje, je rastlina uvela, kar lahko povzroči trajne poškodbe, ki jih tudi z interventnim zalivanjem včasih ne moremo odpraviti. Količina vode za zalivanje je odvisna od različnih dejavnikov: letnega časa, temperature prostora, vegetativnega stanja

rastline, vrste gojitvene posode (plastična, lončena), velikosti koreninskega sistema rastline ipd. (Šegula, 2009).

Pelargonije zalivamo s postano in nikoli mrzlo vodo, najboljša je deževnica ali kapnica. Od zgodnje do pozne pomladi jih zalivamo enkrat tedensko, med poletno vročino na tri do štiri dni, v času prezimovanja jih držimo bolj suhe (Tomšič, 2010; Weaver, 1993). Zalijemo jih temeljito in do naslednjega zalivanja počakamo, da se substrat posuši (Šegula, 2009). Zalivamo v zgodnje dopoldanskem času in pazimo, da ne močimo rastlin, saj s tem omejimo širjenje različnih glivičnih bolezni (Meyers, 2006).

- Substrat, v katerem gojimo rastline, mora biti prilagojen njihovim potrebam, saj se skušamo čim bolj približati naravnim ravnim razmeram. Dober rastni substrat je nujen za optimalen razvoj koreninskega sistema in s tem rast in razvoj rastlin. Rastlini zagotavlja oporo, zagotavlja preskrbo z vodo in hranilnimi snovmi ter dopušča izmenjavo plinov. V prodaji je veliko namenskih ravnih substratov, prilagojenih različnim vrstam ali skupinam rastlin. Osnovne sestavine so organske, mineralne ali sintetične, največkrat sta to bela ali črna šota in ilovica v različnih razmerjih ter razni dodatki: humus, perlit, različne oblike zeolita, pesek, oglje,... Pri gojenju okrasnih rastlin poznamo poleg tehnologije gojenja rastlin v substratih še gojenje v nosilnem mediju, ki rastlini nudi le oporo, vse hranilne snovi pa so raztopljene v vodi. Tehnologija se imenuje hidroponika oz. hidroultura (Šegula, 2009).

Pelargonije sadimo v razkužen substrat, ki mu lahko dodamo založno gnojilo. Ustreza jim malo težja humusna zemlja s pH med 6 in 6,5. Najbolje se obnesejo namenski substrati iz mešanice belih in črnih šot, glin, kokosovih vlaken ali kompostov z dodanimi hranili za začetno rast (Podgornik Reš, 1998).

- Gnojenje: rastline za svojo rast in razvoj potrebujejo poleg snovi, ki jih same proizvajajo pri fotosintezi, še različne makro- in mikroelemente. Na splošno naj bi gnojili le med ravnim obdobjem, saj gnojenje med obdobjem mirovanja rastlin preprečuje mirovanje, kar je za rastline škodljivo. Različne mešanice substratov vsebujejo različna gnojila, ki počasi sproščajo potrebne hranilne snovi. Ko ta zaloga poide, je za nemoteno rast in razvoj rastlin, potrebno ustrezno gnojenje. Gnojila so v obliki tekočih vodotopnih koncentratov, praškov, tablet ali gnojilnih palčk. V vodi razredčena gnojila lahko rastlinam dodajamo med zalivanjem ali pršimo po listih rastlin (foliarno gnojenje) po navodilih proizvajalca (Šegula, 2009).

- Rastlinska higiena je pomembna za preprečevanje razvoja in širjenja bolezni in škodljivcev. Rastline redno pregledujemo in odstranjujemo vse odmrle ali obolele dele. Odstranjene dele obolelih rastlin sežgemo. Prav tako skrbimo za čistočo delovnega prostora, orodja, posod in drugih pripomočkov.

- Prezimovanje: v jeseni pustimo rastline zunaj kar se da dolgo. Pred morebitnim padcem temperatur jih zaščitimo z vrtnarsko kopreno, časopisnim papirjem ali juto. V notranjost jih prenesemo, ko nastopi daljše obdobje mraza. Prostor za prezimovanje mora biti svetel in hladen, s temperaturo nad 10 °C. Rastlinam odstranimo odcvetele cvetove in popke. Bršljankam skrajšamo poganjke. Pokončnim sortam odstranimo večji del listov, skrajšamo jih spomladi, če ne se rada pojavijo glivična obolenja. Zalivamo na dva do tri tedne. Z gnojenjem enkrat tedensko pričnemo proti koncu zime (Jošar, 2016).

- Fitofarmacevtska sredstva (FFS): pri proizvodnji okrasnih rastlin je nujna uporaba FFS, kot so fungicidi, akaricidi in insekticidi, saj sta nam pri teh rastlinah pomembna videz in okrasna vrednost rastlin. Z njimi preprečimo razvoj bolezni in širjenje škodljivcev ali pa zdravimo že okužene rastline. Pri uporabi FFS je potrebno ravnati previdno in upoštevati njihovo toksičnost za okolje in človeka. Večja skrb pri uporabi teh sredstev hkrati pomeni tudi večjo ekonomičnost in manjše stroške (Šegula, 2009). Pri gojenju okrasnih rastlin, tudi pelargonij, FFS uporabimo šele, ko smo opazili škodljivce oziroma znake bolezni. Priporočljiva je preventivna uporaba fungicida, če so bile rastline izpostavljene daljšemu deževju ali toči in sredstva proti rastlinski gnilobi ob sajenju oziroma presajanju rastlin. Nekatere škodljivce lahko zatiramo mehansko – gosence ročno poberejo z rastlin, za letajoče insekte pa uporabimo lepljive plošče (Podgornik Reš, 1998; Tomšič, 2010).

Poleg gensko spremenjenih rastlin z naravno odpornostjo na bolezni in škodljivce, naravovarstveniki podpirajo uvajanje biološke kontrole v proizvodnjo okrasnih rastlin. V rastlinjake, ki so zaprti sistemi, se vnese za škodljivce naravne plenilce: parazitske žuželke, bakterije, glive, nematode, ki uničujejo škodljive žuželke, na okrasnih rastlinah pa ne naredijo škode. Poleg navedenih metod uporabljamo še fizično in mehansko kontrolo, pomembno pa je tudi, da rastline nimajo prevelikega stika med seboj (Šegula, 2009).

2.1.5 Bolezni, škodljivci in rastne motnje pelargonij

Bolezni

- Siva plesen (*Botrytis cinerea* Pers. 1794) je najbolj pogosta bolezen pelargonij v jesenskem času, ko je zračna vlaga višja. Bolezen se najprej pojavi na odcvetelih cvetovih, ki v vlažnem vremenu ne odpadejo, temveč se prilepijo na liste in stebela, kjer začno gniti. Listi in peclji dobijo sivo prevleko, kasneje se posušijo in odpadejo. Za preprečevanje bolezni je zato najpomembnejša dosledna rastlinska higiena in prezračeno rastno mesto (Maček, 1991; Tomšič, 2010).

- Nožno bolezen pelargonij (*Pythium debarianum* R. Hesse 1874, *P. ultimum* Trow 1901 in druge vrste rodu *Pythium*) povzročajo glive, ki živijo v tleh in se prenašajo z zemljo,

bolezen pa pospešijo tudi nižje temperature in pretirano zalivanje. Običajno najprej začno gniti drobne koreninice, rast se upočasni, novi listi so manjši od starejših, nato spodnji del stebela počrni in zgornji (Maček, 1991; Podgornik Reš, 1998).

- Pelargonijina rja (*Puccinia pelargonii-zonalis* Doidge 1926) napada samo pasaste pelargonije. Glivi prijačo vlažne razmere, naseli se na poškodovanem tkivu listov, kjer se pojavijo okrogle rumenkaste pege na zgornji in rjava ležišča trosov na spodnji strani listov. Rastlina lahko popolnoma propade. Obolele liste odstranimo in sežgemo (Bradley, 2004; Podgornik Reš, 1998; Tomšič, 2010).

- Bakterijska uvelost pelargonij (*Xanthomonas campestris* pv. *pelargonii* (Brown 1923) Dye 1978) se po žilnem sistemu širi po celotni rastlini, na listih se pojavijo značilna klinasta klorotična in nekrotična območja, rastlina veni in propade. Bakterija se razširja z okuženim vrtnarskim orodjem, škropljenjem vode po rastlinah, fizičnim kontaktom med rastlinami in z žuželkami. Na razvoj bolezni vplivajo tudi višja temperatura ter prekomerna vlažnost zraka in zemlje. (Demšar in sod., 2001).

- Listna pegavost pelargonij (*Macrosporium pelargonii* Ellis in Everh. 1894) se pojavlja na mladih in starih listih ob prekomernem zalivanju in gnojenju. Pegi so velike od 8 do 12 mm, sprva temnozelene in nato svetlo-rjave barve. Rob peg je nekoliko privzdignjen, kar je za to bolezen značilno. Prizadeti listi kmalu odmrejo (Maček, 1991; Tomšič, 2010)

- Virusne bolezni: pelargonije so pogosto okužene z virusom razbarvanja cvetov pelargonij PFBV (*Pelargonium* flower break virus) in virusom črtavosti pelargonij PLPV (*Pelargonium* line pattern virus). Okužene so zlasti pasaste sorte, virusa se razširjata s potaknjenci ter verjetno nekaterimi vrstami žuželk. Predvsem spomladi na mladih listih nastanejo drobne, prosojne, rumeno zelene pege, ki imajo lahko v sredini rjavo piko. Pri hudi okužbi se rast upočasni, listi so iznakaženi (Bolezni balkonskega ..., Maček, 1991).

- Krompirjeva rjava gniloba *Ralstonia* (prej *Pseudomonas*) *solanacearum* (Smith 1896) Yabuuchi et al. 1996 je patogena bakterija z izjemno širokim naborom gostiteljskih rastlin predvsem iz tropskih in subtropskih območij, med katerimi so v svetovnem merilu najbolj ogrožene vrste krompir, paradižnik, banana in tobak. Razširja se preko namakalnih sistemov in prsti, z okuženimi rastlinami in deli rastlin. Povzroča veliko gospodarsko škodo, rasa 3 je navzoča tudi v Evropi, saj je prilagojena na nižje temperature. Glavna pot razširjanja je s krompirjevimi gomolji in drugim rastlinskim materialom, namenjenim vegetativnemu razmnoževanju. Kot gostiteljska rastlina bakterije je ugotovljena tudi pelargonija (*Ralstonia solanacearum*..., 2016). V Sloveniji je uvrščena na seznam nadzorovanih škodljivih organizmov, ukrepe in postopke za preprečevanja vnosa, širjenja in zatiranja ureja pravilnik v skladu z EU Direktivo 98/57/ES (Pravilnik o ukrepih..., 2007).

Škodljivci

- Prave listne uši (*Aphididae* sp.) povzročajo škodo s sesanjem rastlinskega soka, poleg tega pa s prebadanjem rastlinskega tkiva pospešujejo okužbo rastlin z drugimi patogeni. Nekatere izločajo medeno roso, na katero se lahko naselijo glivice sajavosti (Maček, 1991). Zaradi hitrega razmnoževanja lahko povzročijo veliko škodo v nasadih ali rastlinjakih.
- Rastlinjakova bela mušica ali rastlinjakova ščitasta uš ali rastlinjakov ščitkar (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood 1856) se na pelargonijah navadno pojavi v vročih poletjih. Odrasle živali letajo, ličinke pa se z jajčeci nahajajo na spodnji strani listov. Zaradi prebadanja listov in sesanja rastlinskih sokov povzročajo sušenje listov in pospešujejo okužbo rastlin z drugimi patogeni (Maček, 1991).
- Resarji ali tripsi (*Thrips* sp.) so drobne, vitke žuželke, dolge do dva milimetra, rumenkaste, črne, rdečkaste ali pisane barve. Ličinke so nekrilate, odrasle živali pa imajo dva para kril, ki so izrazito ozka, z dolgimi, gostimi resami. Prebadajo rastlinska tkiva in iz njih srkajo sokove. Napadeni deli rastlin zakrnijo, se izmaličijo, porjavijo ali se posušijo. Ker jim ustrezajo tople, suhe in zavetne razmere, rastlinjake senčimo in redno zračimo (Maček, 1991).
- Mehkokožne pršice (*Tarsonemidae* sp.) ogrožajo tako pasaste kot bršljanolistne sorte. So mikroskopsko majhne, pojavljajo se čez celo leto, vendar jim bolj prija toplo in suho okolje. Napadene rastline sicer rastejo, na spodnji strani listov pa opazimo rjave pege, ki so nekoliko poglobljene (Zgonec, 2008).
- Pršice prelke (*Tetranychidae* sp.) se na rastlinah največkrat pojavijo v suhih in vročih poletjih. Do pol milimetra dolgi pajkovci se hranijo s sesanjem rastlinskih sokov na spodnji strani listov, pojavijo se drobne svetle pegice, listi počasi bledijo in odpadajo. Pri močnem napadu so listi zapredeni s pajčevinasto kopreno, po kateri gomazijo pršice. Poleg slabenja rastline so pršice tudi potencialne prenašalke virusnih bolezni (Zaščita rastlin...).
- Ličinke (gosenice) različnih vrst metuljev in vešč z objedanjem listov ali korenin lahko povzročijo precejšnjo škodo predvsem v poletnem času. Poleg obgrizenih listov njihovo prisotnost izdajajo črni iztrebki.

Rastne motnje pelargonij

Veliko motenj v rasti in razvoju pelargonij – tako kot ostalih okrasnih zelnatih rastlin - je posledica nepravilne oskrbe: prepogostega ali nezadostnega zalivanja, prevelikih temperaturnih nihanj, prepiha ali pomanjkljivega zračenja prostora, neposrednega močnega sončnega sevanja, pomanjkanja svetlobe ter preobilnega ali nezadostnega dodajanja hranil.

Vsak od teh dejavnikov ali njihova kombinacija vodi v spremembo fiziološkega stanja rastline, ki lahko povzroči tudi njen propad (Bradley, 2004).

Rdeča obarvanost listnih robov je posledica prenizkih temperatur ali temperaturnih razlik med dnevom in nočjo. Rastlin ne prestavimo na prosto prezgodaj, prezimujemo jih odmaknjene od okenskih šip in jih ne zastiramo z zavesami, da zrak v prostoru lahko kroži (Tomšič, 2010).

Edemi (plutavost) so pri pelargonijah pogost pojav: na listih se pojavijo dvignjene bradavičaste tvorbe, ki počijo in kasneje oplutenijo. Vzrok je previsoka vlažnost, tako v zraku kot v rastišču ter/ali premajhna zračnost in slabo kroženje zraka. Listov z znaki plutavosti ni potrebno odstranjevati (Šegula, 2009).

Sončni ožigi nastanejo, če so rastline na direktni sončni svetlobi na južni ali zahodni strani, kjer poleti temperatura za steklom doseže lahko celo 40 ali 50 °C. Pri sončnih ožigih dobijo rastline rjave osušene pege (Šegula, 2009).

Rumenenje in odpadanje spodnjih listov je navadno znak za nepravilno zalivanje: preobilno ali preskromno (Tomšič, 2010).

Počasna rast, pretegnjeni poganjki ali odpadanje cvetnih popkov so posledice pomanjkanja svetlobe. Pri večbarvnih listih obarvanost izgine, listi postajajo vedno bolj enobarvni.

Pomanjkanje ali preobilica določenih elementov v rastnem substratu povzroči različna fiziološka obolenja: bledikavost, zastoj v rasti, temnenje žil, zvijanje listov in podobno (Šegula, 2009; Tomšič, 2010).

2.2 RAZMNOŽEVANJE PELARGONIJ

2.2.1 Spolno razmnoževanje

Spolno (generativno) razmnoževanje je osnovni način širjenja in vzdrževanja rastlinskih vrst s semenom, ki je mirujoča zasnova mlade rastline pri semenkah. Pri spajanju moške in ženske spolne celice pride do kombinacije genetskega zapisa, zato nima noben potomec povsem enakega genotipa kot katerikoli od staršev. To pomeni, da se lastnosti hčerinskih rastlin razlikujejo od lastnosti starševskih (matičnih), takšna heterogenost pa v vrtnarstvu velikokrat ni zaželena, zato se v praksi za razmnoževanje mnogih vrst okrasnih rastlin ne uporablja.

Pri nekaterih sortah pelargonij, predvsem pasastih, uspešno gojijo sejance iz semen F1 križancev. Gre za proizvodnjo semen 1. generacije načrtnih križancev. Ti križanci so heterozigoti za večino lastnosti, kar pomeni, da dosegajo zelo dobre rezultate v večini lastnosti. Prednost tako vzgojenih rastlin je v njihovi izenačenosti, cvetijo še isto leto in jih lahko gojimo v velikih množinah (Weaver, 1993). Ker so semena sterilna, z njimi ne prenašamo nekaterih resnih bakterijskih in glivičnih bolezni, kot sta npr. bakterijska uvelost in siva plesen, poleg tega pa ne potrebujemo velikih zalog matičnih rastlin kot pri vegetativnem razmnoževanju s potaknjenci (Mithila in sod., 2001).

Slaba plat razmnoževanja pelargonij s semeni pa je, da so semena draga: v povprečju je cena 120 ameriških dolarjev za tisoč semen, pri nekaterih sortah pa celo 300 ameriških dolarjev za tisoč semen (Mithila in sod., 2001).

2.2.2 Nespolno razmnoževanje

Pri nespolnem (vegetativnem) razmnoževanju se nov organizem razvije iz ene ali več celic matičnega organizma. Pri rastlinah je nespolno razmnoževanje precej razširjeno. Ker ne pride do mešanja genetskega materiala, so potomci – pod pogojem, da ne pride do mutacij – popolnoma enaki matični rastlini, tako genetsko kot morfološko. Skupino takih organizmov skupaj z matično rastlino imenujemo klon, nespolno razmnoževanje teh rastlin pa kloniranje.

Poleg preproste delitve celic pri enoceličnih organizmih ter razmnoževanja s sporami in brsti pri višjih rastlinah, se novi organizmi lahko razvijejo iz vegetativnih rastlinskih organov: čebulic, gomoljev, korenik, stolonov, delov stebela ali listov. Osnova vegetativnega razmnoževanja rastlin je njihova velika sposobnost regeneracije, ki je večja pri nizki stopnji razvoja rastlin kot pri višjih rastlinah (Sinkovič, 2000). Temelji na sposobnosti rastlinskih celic, da obnovijo meristematsko aktivnost - vsebujejo namreč genetski zapis za razvoj v novo rastlino, kar imenujemo totipotentnost celic (Hartmann in sod., 1997; Sinkovič, 2000). V določenih razmerah lahko torej rastlinski del regenerira svoje organe oziroma vse dele rastline.

Vrtnarji izkoriščajo sposobnost vegetativnega razmnoževanja za pridobivanje in hitro namnožitev rastlin z določenim znakom ali lastnostjo oziroma za ohranjanje čistosti in stabilnosti določenih sort. Razvili so različne metode vegetativnega razmnoževanja, ki se razlikujejo po tem, kateri del rastline se ukorenini:

a. metode neposrednega (direktnega) vegetativnega razmnoževanja (avtovegetativne metode), pri katerih del matične rastline, ki ga uporabimo za razmnoževanje, direktno razvije koreninski sistem (Sinkovič, 2000):

- z delitvijo matične rastline na manjše dele (delitev rastlin),
- s potaknjenci, ki so lahko potaknjenci iz poganjkov, listov ali korenin,
- z zarodnimi brstiči,
- z vlačenicami, položenicami in grobanicami,
- z grebeničenjem,
- z mikropropagacijo in ostalimi tehnikami rastlinskih tkivnih kultur.

b. metode posrednega (indirektnega) vegetativnega razmnoževanja (ksenovegetativne metode), pri katerih del matične rastline, ki ga želimo razmnožiti, spojimo (povežemo) z delom druge rastline (podlage), ki ima razvit koreninski sistem, ki ga prispeva h končni rastlini. K posrednim metodam prištevamo metode cepljenja.

2.2.2.1 Posebnosti razmnoževanja s potaknjenci

V okrasnem vrtnarstvu je razmnoževanje s potaknjenci zagotovo najpomembnejša metoda vegetativnega razmnoževanja.

Za rastlinske vrste, ki jih lahko razmnožujemo s potaknjenci, ima ta metoda mnoge prednosti (Hartmann in sod., 1997; Druege, 2009):

- mnogo novih rastlin vzgojimo iz nekaj matičnih rastlin,
- je poceni glede na ostale metode nespolnega razmnoževanja,
- je relativno hitra in enostavna,
- niso potrebne posebne tehnike in veliko prostora,
- vzgojene rastline so enotnega (uniformnega) videza.

Najbolj razširjen način razmnoževanja pelargonij je razmnoževanje s poganjki, ki imajo razvit vsaj en brst. Gre za zelene potaknjence, pri katerih v procesu razmnoževanja na spodnjem (bazalnem) delu, lahko pa tudi višje (akrobazalno), iz nekoreninskega tkiva nastanejo nadomestne (adventivne) korenine (Sinkovič, 2000).

Potaknjence pridobimo iz močnih in zdravih matičnih rastlin. Potaknjenci pelargonij se ukoreninjajo v vsakem letnem času, vendar je najboljši čas za potikanje pozno poletje oziroma zgodnja jesen (Weaver, 1993).

Ko odrežemo poganjek, prekinjene ksilemske in floemske poti oplutenijo zaradi nalaganja suberina. Na osnovi (bazi) potaknjenca se celice začnejo večati in deliti. Novonastalo tkivo, ki zaraste rano, imenujemo kalus rane. Sproži se proces zatiljenja, ki zapre prekinjene ksilemske in floemske poti. Nato se prične dediferenciacija zrelih celic v bližini prevajalnih tkiv in začno se tvoriti koreninske zasnove, ki kasneje razvijejo koreninske primordije. Ti rastejo skozi kalus na zunanjo stran, nazadnje se oblikuje še koreninska

čepica (Hartmann in sod., 1997; Sinkovič, 2000). Če je sloj kalusa predebel, predstavlja oviro pri nastanku nadomestnih korenin. Njegov nastanek je povezan predvsem s fiziološko neustreznostjo matičnih rastlin (lesnate rastline) ali neprimerne terminata rezi potaknjencev.

Po letih intenzivnih raziskav nastanek nadomestnih korenin še vedno ni natančno pojasnjen. Gre za kompleksne biokemijske, fiziološke in razvojno-anatomske procese, ki so odvisni tako od notranjih (endogenih) dejavnikov (ogljikovih hidratov, dušikovih spojin, rastlinskih hormonov, fenolov...) kot tudi zunanjih (eksogenih) dejavnikov (stik z zemljo ali substratom, ranitev dela, ki ga razmnožujemo, ločitev dela, ki ga razmnožujemo od matične rastline, svetloba, temperatura, relativna zračna vlaga, ...) (Hartmann in sod., 1997; Kozłowski in Pallardy, 1997).

Uspešnost koreninjenja potaknjencev je odvisna tudi od drugih dejavnikov (Hartmann in sod., 1997):

- matičnih rastlin (fenološkega in fiziološkega stanja ter časa rezi potaknjencev),
- oskrbe potaknjencev (trajanja in razmer v času skladiščenja, mineralne prehrane in izgube hranil, vsebnosti avksinov in drugih endogenih spojin),
- okoljskih dejavnikov potika (vlage, temperature, svetlobe, patogenov, ravnega substrata, uporabe ravnih regulatorjev).

Potaknjence gojimo v rastlinjaki ali toplih gredah, kjer jim omogočimo ustrezne ravnne razmere. Razmnoževanje je uspešno, če potaknjence poleg tega, da razvije dober koreninski sistem, tudi preživi in uspešno raste (Hartmann in sod., 1997).

2.3 DEJAVNIKI USPEŠNEGA RAZMNOŽEVANJA PELARGONIJI S POTAKNJENCI

2.3.1 Matične rastline

Matične rastline so rastline, iz katerih režemo potaknjence. Najpomembnejši dejavnik uspešnega koreninjenja je ustrezna starost ter fiziološko in biokemijsko stanje matičnih rastlin. Potaknjenci, odvzeti od fiziološko mladih rastlin, se lažje koreninijo, s starostjo matične rastline delež koreninjenja upada, kar je povezano z naraščanjem inhibitorjev koreninjenja in manjšo sposobnostjo tvorbe in akumulacije avksinov in drugih snovi, potrebnih za nastanek nadomestnih korenin (Hartmann in sod., 1997; Osterc, 2009). S staranjem rastline se spreminjajo njene morfološke in fiziološke lastnosti. Starajo se tudi meristemi, iz katerih izvirajo potaknjenci, kar pomeni tudi njihovo staranje in s tem slabše koreninjenje in kasnejšo rast. Upoštevati je seveda treba, da je omenjeni dejavnik starosti še posebej pomemben pri lesnatih rastlinah, pelargonije pa gojimo kot zelne rastline.

Hartmann in sod. (1997) za potaknjence predlagajo odbiranje stranskih in ne končnih poganjkov, zaradi njihove počasnejše rasti in večje vsebnosti ogljikovih hidratov. Na vsebnost ogljikovih hidratov v potaknjencih vpliva tudi izpostavljenost matične rastline temi oziroma svetlobi: vsebnost škroba, saharoze, glukoze in fruktoze v listih, listnih pecljih in pecljih potaknjencev, odvzetih iz matičnih rastlin po devet urni izpostavljenosti temi, je bila občutno nižja kot pri potaknjencih, odvzetih z matičnih rastlin, ki niso bile zatemnjene (Rapaka in sod., 2008).

Pri izbiri materiala za potaknjence je izjemno pomembno, da matične rastline niso okužene z boleznimi in škodljivci in so proste virusov in mikoplazem. Vitalna matična rastlina je prvi pogoj za zdrave potaknjence in uspešno razmnoževanje, zato je uspešnost razmnoževanja v veliki meri odvisna od kakovostnih matičnih rastlin. Matične rastline številnih zelnatih vrst (tudi pelargonij) zato v praksi pridobivajo s pomočjo intenzivnega selekcijskega dela (izbira posebej vitalnih in zdravih matičnih rastlin) in postopki mikropropagacije (razmnoževanje zdravega materiala). Proizvodnja matičnih rastlin pelargonij v veliki meri poteka v razmnoževalnih centrih v območjih blizu ekvatorja (Kanarski otoki, Tanzanija, Kenija,...) (glej poglavje 2.6).

2.3.2 Čas rezi

Čas rezi in potika je odvisen od vrste rastline, njene razvojne faze, načina potika in sistema gojenja, kar velja tudi za pelargonije (Hartmann in sod., 1997).

Na splošno je najprimernejši čas za rez potaknjencev pomlad, ko rastline pričenjajo z rastjo in je vsebnost avksinov v njih največja (Osterc, 2009), prav tako je spomladi v rastlinah največja vsebnost ogljikovih hidratov (Rapaka in sod., 2005). Pelargonije se ukoreninjajo v vsakem letnem času razen v zgodnji in srednji zimi. Po Weaverju (1993) je najprimernejši čas za potikanje pozno poletje in zgodnja jesen, kar velja za klimatske razmere v zmernem pasu, kamor sodi tudi območje Srednje Evrope. V deželah blizu ekvatorja so razmere za uspešno razmnoževanje vse leto zelo ugodne, saj ni letnih časov in s tem večjih nihanj v temperaturi in dolžini dneva.

Nekateri raziskovalci predlagajo rez potaknjencev zgodaj zjutraj, ker se tako izognemo vodnemu stresu, matične rastline pa pred rezjo dobro zalijemo, da so turgidne (Behrens, 1988; Hartmann in sod., 1997). Drugi predlagajo rez popoldne, ker imajo rastline takrat večjo vsebnost ogljikovih hidratov (Druege, 2009; Rapaka in sod., 2005).

2.3.3 Oskrba in skladiščenje potaknjencev

Kakovostne in zdrave potaknjence pelargonij odrežemo ali odlomimo z matičnih rastlin. Odstranimo vse spodnje liste s prilisti ter cvetove in cvetne popke, pustimo le zgornje tri do štiri liste. Pod njimi z ostrim in čistim nožem poganjek skrajšamo pod kolencem. Potaknjence čim prej potaknemo v ustrezen substrat v globoke sadilne pladnje ali gojitvene plošče, dobro zalijemo in ukoreninjamo v svetlem, toplem prostoru (Weaver, 1993). Če potaknjencev ne moremo potakniti takoj, jih - v primeru manjših količin - zavijemo v vlažen časopisni papir, lahko pa jih v polietilenskih vrečkah shranimo v hladnem in temnem prostoru. Zaradi globalizacije proizvodnje v okrasnem vrtnarstvu je pogosto potrebno odrezane potaknjence skladiščiti precej dlje časa.

Čas skladiščenja in uspešnost preživetja potaknjencev sta po Hartmannu in sod. (1997) in Behrensu (1988) odvisna od razmer skladiščenja ter vrste in stanja potaknjencev. Najpomembnejše je, da preprečimo oziroma zmanjšamo izgubo vlage in vdor patogenov.

Skladiščenje najbolj vpliva na vsebnost vode, rastnih regulatorjev in zalog hranil v potaknjencih (Behrens, 1988).

Načeloma velja, da večja zračna vlaga in čim nižja temperatura, ki jo vrsta brez škode še prenese, podaljšata čas skladiščenja potaknjencev. Nizka temperatura upočasni transpiracijo in druge metabolne procese, pri katerih se porabljajo hranilne snovi ter zavre širjenje predvsem glivičnih okužb potaknjencev (Behrens, 1988; Paton in Schwabe, 1987). Arteca in sod. (1996) so dokazali, da temperatura skladiščenja zelo vpliva na stanje potaknjencev pelargonij. Po petdnevem skladiščenju pri 4 °C ni bilo razlike v izgledu, masi listov in korenin ter vsebnostjo klorofila med kontrolnimi rastlinami in potaknjenci, medtem ko so bili pri potaknjencih, skladiščenih pri 20 °C in 25 °C, vsi merjeni parametri občutno slabši.

Večine vrst okrasnih zelnatih trajnic za notranje in zunanje sajenje ne skladiščimo pri temperaturah, nižjih od 2 °C (Behrens, 1988).

Okužbe s patogeni, katabolne procese in tvorbo etena v potaknjencih lahko zmanjšamo tudi s skladiščenjem v kontrolirani atmosferi z manjšo koncentracijo kisika (O₂) in povečano koncentracijo ogljikovega dioksida (CO₂) ali s skladiščenjem v hipobaričnih razmerah (navadno 10 % normalnega zračnega pritiska) (Behrens, 1988). O pozitivnem vplivu nižje koncentracije kisika pri transportu na stanje potaknjencev, poročajo tudi Doyle in sod. (2003), medtem ko so anaerobne transportne razmere negativno vplivale na fiziološko stanje potaknjencev.

Ker se povpraševanje po pelargonijah v svetovnem merilu iz leta v leto povečuje, se povečuje tudi transport potaknjencev iz nasadov v Afriki, Južni in Srednji Ameriki ter

drugih prekomorskih držav in/ali dolgotrajnejše skladiščenje potaknjencev med rezjo in njihovim potikom. Pri tem so potaknjenci izpostavljeni različnim stresnim dejavnikom: temi, temperaturnim nihanjem, vodnemu stresu in tresljajem pri transportu (Arteca in sod., 1996).

Različne sorte pelargonij so različno občutljive na skladiščenje in/ali transport, vendar pri večini prihaja do razgradnje klorofila in senescence (staranja) listov, zaradi česar se poveča občutljivost potaknjencev na okužbe. Purer in Mayak (1988) zato predlagata preventivno uporabo fungicidov. Behrens (1988) ugotavlja, da je pri preventivni uporabi fungicida njegova učinkovitost enaka tako pri nanosu na bazo potaknjenca kot na celoten poganjek.

Posledica propadanja listov je tudi hitrejša propadanja potaknjencev in njihovo počasnejša koreninjenje. Razlog je v proteolitičnih procesih, v katerih se razgrajujejo beljakovine, klorofil, nukleinske kisline in rastni hormoni (Arteca in sod., 1996). Z nanosom 0,1 mM raztopine giberelinske kisline (GA_3) ali srebrovega tiosulfata ($Ag_2O_3S_2$ oz. STS) na listno površino potaknjencev pred tridnevno skladiščenjem v temi pri 22 °C, je bila listna senescenca neznatna. Po drugi strani pa se je pri istih potaknjencih zmanjšalo tako število nadomestnih korenin kot njihova sveža in suha masa v primerjavi z netretiranimi potaknjenci. Zaradi translokacije nanešenih spojin z mesta aplikacije na mesto koreninjenja potaknjencev je bil proces nastanka nadomestnih korenin zavrt (Purer in Mayak, 1988).

Po rezultatih poizkusa Mutui in sod. (2010) kratkotrajno štiridnevno skladiščenje v temi pri 21 ± 1 °C ni vplivalo na sposobnost koreninjenja potaknjencev pelargonij, vendar se je pri nekaterih sortah zmanjšalo število korenin, njihova skupna dolžina in masa. To je najverjetneje posledica previsoke koncentracije etilena, ki se je izločal iz potaknjencev in se akumuliral v nepredušno zaprtih polietilenskih vrečkah, v katerih so bili shranjeni. Mesta delovanja etilena lahko blokiramo s srebrovim tiosulfatom ($Ag_2O_3S_2$) – tudi če ga nanesemo na liste in ne neposredno na bazo potaknjenca, se srebrovi ioni (Ag^+) prenesejo na mesto nastanka nadomestnih korenin, kjer zavrejo tvorbo etilena (Purer in Mayak, 1988). Kot boljši inhibitor delovanja etilena se je izkazal srebrov nitrat ($AgNO_3$), njegova uporaba je obenem tudi manj zavrla tvorbo nadomestnih korenin kot uporaba srebrovega tiosulfata (Paton in Schwabe, 1987). Tudi Doyle in sod. (2003) so dokazali, da z uporabo srebrovega nitrata ($AgNO_3$) in kalijevega permanganata ($KMnO_4$), ki vežeta izločeni etilen, občutno zmanjšamo posledice stresa pri transportu potaknjencev.

Zanesljivo in smotrno metodo skladiščenja potaknjencev pelargonij sta preizkušala Paton in Schwabe (1987) na sorti *Pelargonium hortorum* 'Cramden Red': s spreminjanjem različnih dejavnikov (temperature skladiščenja, intenzitete svetlobe, obdelave potaknjencev s fungicidom in različnimi koncentracijami srebrovih spojin in saharoze) sta ugotovila, da je bilo po petih tednih največje (92 %) preživetje tistih potaknjencev, ki so bili pred skladiščenjem 24 ur namočeni v 5 % raztopino saharoze (le bazalni del) in listi popršeni z raztopino srebrovega nitrata s koncentracijo 100 ppm, ter skladiščeni v polietilenskih

vrečkah pri temperaturi 4 °C pri nizki intenziteti svetlobe (1-30 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}$). Pri istih skladiščnih razmerah je bilo po devetih tednih preživetje potaknjencev 56 % in po 13 tednih 20 %.

V isti raziskavi sta Paton in Schwabe (1987) tudi ugotovila, da je bilo koreninjenje potaknjencev boljše, če so pred skladiščenjem njihove baze za 24 ur namočili v raztopino saharoze: po petih tednih skladiščenja pri šibki svetlobi je uspešno koreninilo 83 % potaknjencev, obdelanih s 5 % raztopino ter 42 % potaknjencev, obdelanih z 2 % raztopino saharoze. Koreninjenje neobdelanih potaknjencev je bilo približno 30 %. Koncentracija saharoze ne sme biti višja od 5 %, če ne v potaknjencih pride do ozmotske dehidracije.

Skladiščenje močno zmanjša vsebnost ogljikovih hidratov v potaknjencih. Pri raziskavi Artece in sod. (1996) je bilo ugotovljeno, da že po prvem dnevu skladiščenja v temi pri 25 °C vsebnost škroba v potaknjencih različnih sort pelargonij močno upade, po petih dnevih pa je skoraj nična. Tudi Druege in sod. (2004) poročajo, da skladiščenje potaknjencev zelo zmanjša vsebnost škroba in saharoze v listih potaknjencev pelargonij, medtem ko v tkivih stebel manj. Pri poizkusu Rapake in sod. (2005) so prav tako ugotovili močan upad vsebnosti ogljikovih hidratov (glukoze, fruktoze in škroba) v listih potaknjencev dveh sort pelargonij po štiridnevem skladiščenju pri 10 °C.

2.3.4 Endogeni dejavniki

Rastlinski rastni regulatorji (rastlinski hormoni, fitohormoni) so najpomembnejši notranji dejavniki, ki uravnavajo rast in razvoj rastline. To so organske molekule, ki se v majhnih koncentracijah sintetizirajo v določenih delih rastline, njihovi fiziološki učinki pa se po transportu izrazijo v drugih tkivih. Celica jih prepozna s pomočjo posebnih receptorjev, ki so nameščeni na celični membrani (plazmalemi) ali, potem ko se hormon prenese v celico, s pomočjo znotraj celičnih receptorjev, ki so nameščeni v citoplazmi ali v jedru. Pri večini fizioloških procesov se kombinirajo učinki različnih hormonov (Vodnik, 2006).

Poznamo več skupin rastlinskih hormonov (Vodnik, 2006):

- avksini,
- citokinini,
- giberelini,
- abscizinska kislina,
- etilen,
- jasmonati,
- brasinolidi,
- salicilna kislina,
- sistemin.

Rastni regulatorji (fitoregulatorji) so sintetične snovi enake ali podobne sestave, kot jo imajo naravni rastlinski hormoni, in s svojim delovanjem vplivajo na različne fiziološke procese v rastlini. Za njihovo delovanje je nujna njihova absorpcija v tarčno tkivo. Za pomoč pri koreninjenju rastne regulatorje navadno v obliki praška ali raztopine nanašamo na bazo potaknjencev.

Glavno vlogo v večini biokemijskih procesov, povezanih s koreninjenjem, imajo rastlinski hormoni avksini, predvsem indol-3-ocetna kislina (IAA) (Lanteri in sod., 2009). Poleg avksinov kot aktivator koreninjenja deluje tudi etilen, medtem ko so se citokinini in giberelini v večini raziskav izkazali kot inhibitorji nastanka korenin pri potaknjencih (Urbanek Krajnc in sod., 2013).

Avksini so skupina rastlinskih hormonov, ki v velikih koncentracijah vplivajo na nastanek nadomestnih korenin, v majhnih koncentracijah pa na nastanek poganjkov. Vplivajo tudi na delitev in rast celic, nastanek in rast kalusa, zavirajo rast stranskih brstov in rast korenin, zato se uporabljajo pri vegetativnem razmnoževanju rastlin s potaknjenci. Nastajajo predvsem v mladih listih in rastnem vršičku ter potujejo po rastlini navzdol primarno skozi parenhimske celice, delno pa tudi po floemu (Urbanek Krajnc in sod., 2013).

Za uspešno tvorbo nadomestnih korenin pri potaknjencih ključna endogena akumulacija predvsem avksinov in fenolov v matični rastlini (Osterc, 2009). Različne faze koreninjenja potaknjencev zahtevajo različne koncentracije avksinov (Urbanek Krajnc in sod., 2013).

Po odvzemu z matične rastline v celicah ranitvenega tkiva potaknjenca nastane kemični signal, ki sproži spremembe v celičnem metabolizmu, pride do kopičenja avksinov in drugih morfogenih spojin, ki spodbujajo celične delitve (Hartmann in sod., 1997).

Hartmann in sod. (1997) so postavili hipotezo, da lahko fazo indukcije korenin pri potaknjencih razdelimo na avksinsko aktivno in avksinsko neaktivno fazo. Prvi del faze indukcije traja štiri dni po potikanju potaknjencev v substrat in v tej fazi je prisotnost avksina v bazi potaknjenca nujno potrebna za optimalen razvoj korenin. V avksinski neaktivni fazi, ki traja naslednje štiri dni pa prisotnost avksina ni več potrebna.

Nag in sod. (2013) celotno fazo indukcije, o kateri govorijo Hartmann in sod. (1997) razdelijo na dve fazi: fazo indukcije, ki traja nekako do 24 ur po potiku potaknjenca ter fazo iniciacije korenin, ki nadaljuje fazo indukcije do nekako 72 ur po potiku potaknjenca. Avtorji dokažejo, da je za optimalen razvoj korenin pomemben dvig nivoja indol-3-ocetne kisline v bazi potaknjencev ob koncu faze indukcije ter kasnejši padec koncentracije avksina v fazi iniciacije korenin, kar potrjujejo tudi drugi avtorji (Osterc, 2009). Omenjeni dvig nivoja avksina je možen zaradi zmanjšanja koncentracije encima avksinska peroksidaza, ki razgrajuje indol-3-ocetno kislino (Nag in sod., 2013). Osterc in Štampar (2011) sta uspela

dokazati, da se dvig endogeno prisotne indol-3-ocetne kisline v potaknjencih lahko zgodi tudi hitreje, že po štirih urah po potikanju potaknjencev v substrat.

S kasnejšimi raziskavami so odkrili, da je za optimalen razvoj nadomestnih korenin zelo pomembno sodelovanje jasmonske kisline, ki mora biti prisotna v potaknjencih neposredno po potiku potaknjencev v substrat (Bellini in sod., 2012). Raziskave v zadnjih nekaj letih pa velik pomen za uspešen razvoj korenin pripisujejo skupini snovi, strigolaktonom, ki so prisotni v rastlini v izjemno majhnih količinah regulirajo pa med drugim kot vse kaže tvorbo indol-3-ocetne kisline. Na ta način imajo strigolaktoni osredno vlogo pri razvoju nadomestnih korenin (Rasmussen in sod., 2012).

Tudi Kozłowski in Pallardy (1997) potrjujeta pomembno vlogo avksinov pri regulaciji koreninjenja potaknjencev, kot tudi povezavo z drugimi kofaktorji, ki z avksini sinergistično vplivajo na koreninjenje: indol-, fenilocetna- in fenilbutanojska kislina, α - in β -naftol, natrijev bisulfit, fenoli in steroidni hormoni. Novejše raziskave ugotavljajo, da avksini stimulirajo mobilizacijo ogljikovih hidratov v listih in zgornjih delih stebela ter njihovo translokacijo v območje koreninjenja (Urbanek Krajnc in sod., 2013).

Rolli in Ricci (2009) poročata, da uporaba 1,3-difenil sečnine in nekaterih njenih derivatov v interakciji z endogenim in/ali eksogenim avksinom IAA oz. njegovimi derivati, pospeši in poveča rast nadomestnih korenin pri potaknjencih različnih vrst v in vivo in in vitro razmerah, medtem ko Osterc (2007) trdi, da se je za zmotno izkazalo prepričanje, da dodatek avksinskega pripravka na bazo potaknjenca pred potikom izboljša uspeh koreninjenja. Številne raziskave so namreč pokazale, da potaknjenci - tudi tistih vrst, ki težje koreninijo - lahko uspešno razvijejo nadomestne korenine tudi brez dodatka tega rastnega regulatorja. Namen dodajanja avksina potaknjencem pred potikom torej ni v izboljšanju uspešnosti koreninjenja, temveč v povečanju kakovosti razvijajočega se koreninskega sistema. Urbanek Krajnc in sod. (2013) trdijo, da eksogeni avksinski pripravki na bazi potaknjenca stimulirajo koreninjenje na več načinov: zvišajo translokacijo asimilatov iz listov v cono koreninjenja, zavirajo odmiranje listov, povečujejo vsebnost klorofila in s tem omogočajo fotosintetsko aktivnost, kar posredno vpliva na uspeh in kakovost koreninjenja potaknjencev.

Hartmann in sod. (1997) domnevajo, da so za tvorbo nadomestnih korenin ključni tudi ogljikovi hidrati, kot produkti primarnega metabolizma rastline. Druege in Kadner (2004) sta ugotovila, da je vsebnost glukoze v tkivih potaknjencev ob odvzemu z matične rastline, v pozitivni odvisnosti od njihovega preživetja. Ogljikovi hidrati niso potrebni le kot vir energije celicam, za regulacijo celičnega metabolizma in ozmotskih aktivnosti, modulirajo tudi ekspresijo genov in signalno transdukcijo (Rapaka in sod., 2008). Isto ugotavlja tudi Behrens (1988): uspešnost koreninjenja je v močni korelaciji z vsebnostjo ogljikovih

hidratov v potaknjencih raziskovanih vrst iglavcev. O pomenu ogljikovih hidratov za uspešno koreninjenje potaknjencev glej poglavje 2.4.

Na procese pri koreninjenju potaknjencev vpliva tudi etilen (eten po IUPAC, C_2H_4), vendar njegov učinek ni neposreden. Etilen je edini rastlinski hormon v plinasti obliki, zato se prenaša oziroma deluje na rastline iste ali druge vrste. Povzroča odpadanje listov in zorenje plodov, zavira rast poganjkov in povzroča staranje (senescenco) listov (Sinkovič, 2000). Biosintezo etena v rastlini uravnavajo drugi hormoni v rastlini, predvsem IAA in abscizinska kislina (ABA), ter zunanji dejavniki biotičnega in abiotičnega stresa (temperaturni ekstremi, napadi žuželk, onesnažen zrak, poplave, bolezni) (Kozłowski in Pallardy, 1997). Druge in sod. (2004) ugotavljajo, da z dodajanjem etilena skladiščenim potaknjencem pelargonij, spodbudimo tvorbo korenin. Po Mutui in sod. (2010) je učinek etilena na koreninjenje potaknjencev odvisen od njegove koncentracije: (pre)visoka ima zaviralen učinek, zmanjša se število nadomestnih korenin, njihova dolžina in masa.

Nekatere raziskave kažejo, da je kot signalna molekula v mnogih patofizioloških rastlinskih procesih udeležen dušikov oksid (NO): pri uporabi natrijevega nitroprusida (SNP) kot donorja NO je bilo koreninjenje tako zelnatih kot lesnatih stebelnih potaknjencev hitrejše in bujnejše (Lanteri in sod., 2009).

Za koreninjenje je pomembno tudi razmerje dušika in ogljika (C/N) v matični rastlini: višje razmerje pozitivno vpliva na tvorbo nadomestnih korenin pri potaknjencih, zagotovimo pa ga tako, da zmanjšamo gnojenje matičnih rastlin z dušikovimi gnojili, s tem upočasnimo rast poganjkov in spodbudimo kopičenje ogljika v obliki ogljikovih hidratov v njih (Behrens, 1988).

2.3.5 Relativna vlaga

Potaknjenci so po odstranitvi z matične rastline močno podvrženi transpiraciji in s tem izsuševanju. Zelo hitro propadejo, če jim oddane vode ne povrnemo oziroma transpiracije ne zmanjšamo. Ker vso vodo, ki jo potrebujejo, pridobivajo iz zraka, mora biti relativna zračna vlaga v razmnoževalnem prostoru visoka, kar dosežemo s tesnjenjem razmnoževalnega prostora, pokrivanja potaknjencev s polietilensko folijo ali uporabo oroševalnih sistemov. Za razmnoževanje pelargonij je tako kot za uspešno ukoreninjanje večine drugih zelnatih vrst uporaben sistem pršenja. Gre za oroševalni sistem, ki deluje na osnovi vodnih kapljic velikosti okrog 100 μm . Te omogočajo, da se okoli listov ustvari vodni film, ki zmanjša njihovo temperaturo, proces razvoja nadomestnih korenin se lahko hitreje in kakovostneje začne (Hartmann in sod., 1997).

2.3.6 Temperatura

Ustrezna temperatura omogoča potek metabolnih procesov na bazi potaknjenca in tvorbo snovi, potrebnih za nastanek nadomestnih korenin. Pri razmnoževalnih sistemih v rastlinjaki razlikujemo zračno temperaturo in temperaturo substrata. Podgornik Reš (1998) svetuje, da potaknjence pelargonij prvih 14 dni ukoreninjam pri temperaturi zraka 18 °C in substrata 20 °C, nato temperaturo znižamo za 2 °C. Tudi 14 dni po presajanju temperatura substrata ne sme pasti pod 16 °C, srednja dnevna temperatura za optimalno rast pa je med 16 in 18 °C. Ko temperatura v rastlinjaku doseže 24 °C, pričnemo z zračenjem.

Tudi Hartmann in sod. (1997) pri potiku svetujejo višjo temperaturo, ki jo kasneje znižamo. S tem zmanjšamo transpiracijo in pretok vode s hranilnimi snovmi proti višjim delom rastline, zato te ostanejo na voljo za rast in razvoj korenin. Raziskava Drugeja in sod. (2008) pa je potrdila, da nižja zračna temperatura (10 °C) pri koreninjenju potaknjencev izboljša njihovo preživetje in tvorbo nadomestnih korenin, saj zmanjša respiracijo v potaknjencih, kar vpliva na višjo vsebnost ogljikovih hidratov v listih potaknjencev. Pri višji temperaturi koreninjenja (20 °C) pride do kloroze in propadanja listov in posledično slabše koreninjenje.

2.3.7 Svetloba

Svetloba je pomembna pri tvorbi nadomestnih korenin, saj je od njene intenzitete, kakovosti in fotoperiode odvisna fotosintetska aktivnost potaknjencev. Pri poskusih v zimskem času se je izkazalo, da so potaknjenci nekaterih zelnatih rastlin (tudi pelargonij), bolje koreninili pri obsevanju z 116 W/m², medtem ko je pri intenziteti svetlobe nad 174 W/m² prišlo do poškodb listov in zavrtega nastanka in rasti korenin. Poudariti pa je treba, da za začetek tvorbe nadomestnih korenin, fotosintetska aktivnost potaknjencev ni nujno potrebna – pomembnejša je šele kasneje pri razvoju in rasti korenin (Hartmann in sod., 1997). Tudi Rapaka in sod. (2005) poročajo o vplivu večje intenzitete svetlobe na fotosintetsko aktivnost potaknjencev in posledični visoki pozitivni korelaciji med vsebnostjo saharoze v listih pri začetnih fazah nastanka nadomestnih korenin in uspešnostjo koreninjenja: visok in stalen prenos ogljikovih hidratov iz listov v bazo potaknjencev je ključen za uspešno koreninjenje.

2.3.8 Substrat

Substrat daje potaknjencem oporo, jim zagotavlja ustrezno količino vode in zraka ter ustvarja temno okolje na bazi potaknjenca. Temno okolje je eden od osnovnih zunanjih dejavnikov, ki sproža razvoj nadomestnih korenin (Hartmann in sod., 1997). Substrat

vsebuje organske (šotni mah, lubje, mah...) in mineralne sestavine (perlit, vermikulit, polistiren, kamena volna, pesek, plovec...). Pomembno je, da je razkužen, dovolj porozen in da ima visoko kapaciteto zadrževanja vode (Hartmann in sod., 1997).

Tudi na slovenskem trgu je ponudba rastnih substratov zelo bogata. Razlikujejo se po svoji sestavi, ki je prilagojena različnim potrebam različnih vrst rastlin in gojitvenim sistemom, na voljo pa so tudi substrati za ukoreninjanje potaknjencev. To so predvsem mešanice belih in črnih šot s primernimi fizikalnimi, kemičnimi in fitosanitarnimi lastnostmi. Obogatene so s kompostom in hranili, ki vzpodbujajo ukoreninjenje.

2.3.9 Utrjevanje potaknjencev

Razmnoževanje je uspešno, če potaknjenelec – poleg tega, da razvije dober koreninski sistem – preživi in uspešno raste. Utrjevanje je proces postopnega prilagajanja ukoreninjenih potaknjencev na novo okolje. Potaknjence navajamo na črpanje hranil in vode preko koreninskega sistema, fotosintezo, novonastale liste in poganjke, nižjo relativno zračno vlago, višje temperature in sončno sevanje (Hartmann in sod., 1997).

Utrjevanje naj traja več dni, da se naravni voski, ki prekrivajo liste in zmanjšujejo izgubljanje vode, spremenijo po obliki in debelini. Manj ugodnim razmeram se morajo prilagoditi tudi listne reže. Najprej izklopimo gretje rastlinjaka, nato dvigujemo pokrov tople grede ali odpiramo rastlinjak za vedno daljši čas. Preden rastline iz rastlinjaka ali tople grede presadimo na prosto, jih najprej damo v hladno gredo, ki naj bo na začetku zaprta, nato pa jo postopoma odpiramo (Enciklopedija vrtnarjenja, 1994).

2.4 POMEN OGLJIKOVIH HIDRATOV ZA USPEŠNO KORENINJENJE POTAKNJENCEV

Ogljikovi hidrati so v naravi najbolj razširjene organske spojine. Imajo pomembno vlogo v življenju rastlin: so vir energije in ogljikovih skeletov, uravnavajo elektrolitsko ravnovesje ter aktivnost genov in rastlinskih hormonov (Druege in Kadner, 2008; Mutui in sod., 2010; Hartman in sod., 1997). Reducirajoči sladkorji, kot npr. glukoza-6-fosfat in glukoza, lahko glikolizirajo DNK in tako spremenijo njeno transkripcijo, kar lahko povzroči dediferenciacijo celic. Neencimatske reakcije fosforiliranih reducirajočih sladkorjev z jedrnimi proteini povzročajo njihove modifikacije ter tako mogoče regulirajo tudi nastanek korenin (Veierskov, 1988).

Ogljikovi hidrati nastajajo podnevi v rastlinskih kloroplastih v procesu fotosinteze. S pomočjo fotosintetskih barvil in sončne svetlobe se sončna energija in anorganske spojine pretvarjajo v energetsko bogate organske spojine. V listih se shranjujejo kot polisaharidi

škrob in fruktani, v druge dele rastline pa po sitastih celicah floema potujejo v obliki disaharida saharoze, ki je glavna transportna oblika ogljikovih hidratov v rastlini.

Ogljikovi hidrati so v vseh delih rastlin, največ v lesu, podzemnih delih, semenih in plodovih. V celicah založnih tkiv se večinoma pretvarjajo v škrob. Transport saharoze iz listov (izvora) v ponorna tkiva oziroma mesta porabe je odvisen od ireverzibilne razgradnje saharoze oziroma sposobnosti ponornega organa, da privlači saharozo.

2.4.1 Delitev ogljikovih hidratov

Ogljikovi hidrati so organske spojine, primarni produkt oksidacije polihidroksi aldehydov in polihidroksi ketonov. Glede na velikost molekule oziroma število osnovnih molekulskih gradnikov, jih delimo na enostavne in sestavljene (slika 11).

Enostavni ogljikovi hidrati so sestavljeni iz ene monosaharidne enote. Sem uvrščamo glukozo, fruktozo, manozo...

Sestavljeni ogljikovi hidrati so polimerne spojine, v katerih se z glikozidno vezjo povezuje več monosaharidnih enot. Razgrajujejo se (hidrolizirajo) v enostavne ogljikove hidrate:

- oligosaharidi – od dve do devet povezanih monosaharidnih enot, npr. saharoza, maltoza...
- polisaharidi – iz več sto ali tisoč monosaharidnih enot, npr. škrob, celuloza, hitin.

Če je polisaharid sestavljen iz istih monomernih enot, govorimo o homopolisaharidih (npr. škrob, celuloza), heteropolisaharide pa sestavljajo različne monomerne enote.

2.4.2 Vloga ogljikovih hidratov pri nadomestnem koreninjenju

Kljub več kot stoletnim raziskavam, natančna vloga ogljikovih hidratov pri nastanku nadomestnih korenin pri potaknjencih še vedno ni popolnoma pojasnjena. Večina poročil o povezavi uspešnosti koreninjenja in vsebnosti ogljikovih hidratov v potaknjencih kaže pozitivno korelacijo (Druege in sod., 2004; Druege, 2009; Rapaka in sod., 2005).

Vsebnost ogljikovih hidratov v potaknjencih je tesno povezana s stanjem v matičnih rastlinah. Nekaj študij je dokazalo, da je za uspešno koreninjenje potaknjencev potrebna zadostna začetna vsebnost ogljikovih hidratov, ki potaknjence oskrbi z energijo med procesom koreninjenja. Veierskov (1988) trdi, da je za razvoj nadomestnih korenin pri potaknjencih potrebna zadostna količina energije, ki je odvisna od zadostne zaloge ogljikovih hidratov na mestu nastanka korenin. Močna pozitivna korelacija med vsebnostjo saharoze v listih v zgodnji fazi koreninjenja in razvitostjo koreninskega sistema kaže na to,

da je uspešnost koreninjenja odvisna od visokega in stalnega bazipetalnega transporta endogenih ogljikovih hidratov iz mest nastanka v zelenih listih (Druege in Kadner, 2007; Rapaka in sod., 2008; Druege, 2009). Za tvorbo nadomestnih korenin je pomembnejša vsebnost sladkorjev v listih, kot vsebnost v celotnem poganjku (Druege in sod., 2004).

Optimalno koncentracijo ogljikovih hidratov, potrebno za nadomestno koreninjenje potaknjencev, je v eksperimentalnih razmerah nemogoče določiti, predvsem zato, ker je koreninje kompleksen metabolni proces in je nemogoče kontrolirati vse zunanje in notranje dejavnike (Osterc, 2009; Veierskov, 1988).

Težave pri določanju vloge oziroma pomena ogljikovih hidratov pri nastanku nadomestnih korenin so predvsem naslednje (Veierskov, 1988):

- ogljikovi hidrati v rastlini nastopajo v zelo različnih strukturnih oblikah,
- različni deli potaknjencev vsebujejo različne koncentracije različnih ogljikovih hidratov,
- vlogo določenega ogljikovega hidrata težko določimo, ker ne poznamo oziroma istočasno ne spremljamo stanja ostalih,
- s spreminjanjem okoljskih dejavnikov vplivamo na spremembe mnogih fizioloških parametrov, ki so povezani s stanjem ogljikovih hidratov tako v matičnih rastlinah kot potaknjencih,
- možno je, da imajo ogljikovi hidrati različno vlogo pri različnih stopnjah tvorbe nadomestnih korenin,
- pri spremljanju nadomestnega koreninjenja analiziramo vsebnost ogljikovih hidratov v večjem delu potaknjenca (listih, stebelu, celotnem poganjku), kar nam ne pokaže stanja v primordialnih celicah, kjer poteka tvorba nadomestnih korenin.

Druege (2009) ter Rapaka in sod. (2005) trdijo, da na uspešno koreninjenje potaknjencev pelargonij vplivajo:

- intenzivnost svetlobe in s tem povezana fotosintetska aktivnost matičnih rastlin, ki vpliva na vsebnost ogljikovih hidratov in fotosintetsko učinkovitost potaknjencev,
- začetna vsebnost ogljikovih hidratov v potaknjencih in njihova fotosintetska aktivnost: po kratkotrajnem skladiščenju potaknjencev pelargonij pride do znižanja koncentracije tako škroba kot sladkorjev v listih – en teden po potiku vsebnost ogljikovih hidratov doseže isto koncentracijo kot pri kontrolnih neskladiščenih rastlinah.

Isto so ugotovili tudi Ahkami in sod. (2009) pri potaknjencih petunij: 24 ur po potiku se ogljikovi hidrati pričnejo akumulirati na bazi potaknjencev kljub visoki metabolni aktivnosti. Vsebnost saharoze v listih se povišuje naslednjih šest dni, verjetno zaradi povečane fotosintetske aktivnosti.

Za koreninjenje potaknjencev je torej pomemben stalen in visok pretok ogljikovih hidratov iz fotosintetsko aktivnih tkiv v zelenih listih na bazo stebela potaknjencev, kar potrjujejo tudi Rapaka in sod. (2008). Za uspešno razmnoževanje s potaknjenci je bistvenega pomena, da listi ohranijo svojo funkcijo proizvodnje in shranjevanja ogljikovih hidratov. Klorozo in senescenco listov pri koreninjenju potaknjencev preprečimo z ustreznimi pogoji potika, predvsem z nižjo temperaturo (Druege in Kadner, 2008).

Na začetku 20. stoletja so proces tvorbe nadomestnih korenin povezovali z razmerjem med ogljikom in dušikom (C/N) v potaknjencih: Kraus in Kraybill sta leta 1918 postavila hipotezo, da višje C/N razmerje poveča možnost in stopnjo tvorbe nadomestnih korenin, medtem ko ga manjše razmerje zmanjša. Veierskov (1988) ugotavlja, da razmerje C/N ni vedno odločilen indikator sposobnosti koreninjenja. Tudi Druege in sod. (2004) so raziskovali vpliv vsebnosti dušika v matičnih rastlinah pelargonij na tvorbo korenin pri potaknjencih. Ugotovili so, da je bila pri višji vsebnosti dušika v matični rastlini, vsebnost škroba v potaknjencih nižja, medtem ko je bila vsebnost saharoze v listih visoka. Uspešnost in intenzivnost koreninjenja je večja pri višjem razmerju saharoza/škrob, ki ga pogojuje zaloga dušika.

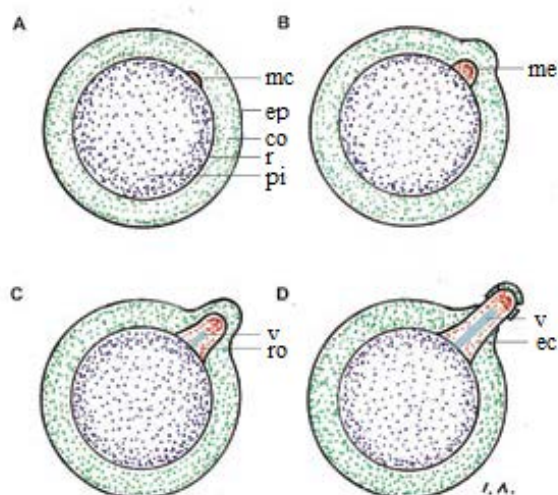
Novejše raziskave skušajo potrditi signalno vlogo ogljikovih hidratov pri koreninjenju potaknjencev, vendar bo potrebnih še precej histoloških, fizioloških, biokemijskih in molekularno genetskih raziskav, ki bodo razjasnile povezanost in odvisnost procesov pri nastanku nadomestnih korenin (Druege, 2009).

2.5 MORFOLOŠKE IN FIZIOLOŠKE SPREMEMBE PRI KORENINJENJU POTAKNJENCEV

Posamezne faze kompleksnega procesa koreninjenja potaknjencev so v zadnjih letih raziskovali predvsem na področju hormonske biosinteze in regulacije, primarnega metabolizma ter anatomskih sprememb (Urbanek Krajnc in sod., 2013).

Anatomske spremembe pri koreninjenju se po Ahkamiju in sod. (2009) odvijajo v treh stopnjah (slika 11):

1. začetek (iniciacija) koreninjenja,
2. nastanek koreninskega primordija,
3. pojav in rast korenin.



Slika 11: Anatomske spremembe pri nastanku korenin (A-D) pri potaknjencih pelargonij (*Pelargonium peltatum*) (Urbanek Krajnc in sod., 2013). Anatomska zgradba stebila: epidermis (povrhnjica) (ep), korteks (skorja) (co), parenhim stržena (pi) in prevodni valj (r) z zunanjim floemom, kambijem in notranjim ksilemom. (A) Začetek (inicijacija) tvorbe korenine: pojav prvih meristematskih celic (mc). (B) Faza nastanka koreninskega primordija: pojav prvega meristemoida (me). (C) Diferenciacija koreninskega primordija z izoblikovanim meristemom in diferenciranimi celicami koreninskega korteksa (skorje) (ro) in vaskularnega cilindra (prevodnega valja) (v). (D) Nastanek korenine z vaskularnim cilindrom (prevodnim valjem) (v), ki ga obkrožajo podolgovate celice (ec) v coni rasti korenine.

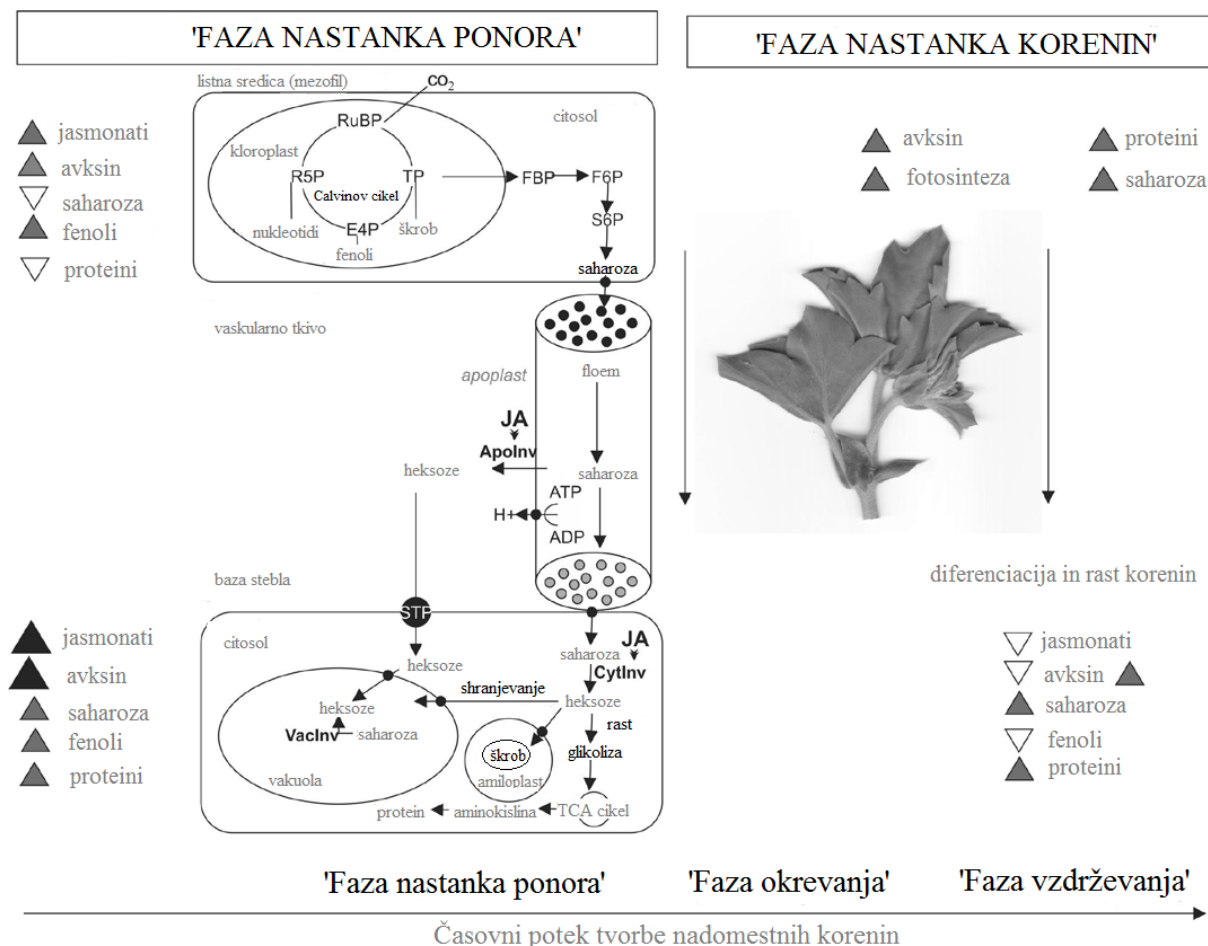
Figure 11: Anatomy of adventitious root formation (A-D) in the stem base of pelargonium (*Pelargonium peltatum*) cuttings (Urbanek Krajnc et al., 2013). Typical stem anatomy consists of epidermis (ep), cortex (co), pith parenchyma (pi) and a ring of vessels (r) with outer phloem, the cambium, and the inner xylem. (A) „Root initiation phase“: first meristematic cells (mc) of developing root meristems appear. (B) „Root primordium formation phase“: the appearance of an meristemoid (me). (C) First differentiating root primordia with an organized meristem and a backward differentiation of cells of the root body containing root cortex (ro) and vascular bundle (v); (D) „Root elongation and/or emergence phase“: emerging of the first root with vascular bundles (v) in the center surrounded by elongated cells (ec) of the elongation zone.

Novejše raziskave morfoloških in fizioloških sprememb so v zgodnjih fazah koreninjenja potaknjencev potrdile prisotnost petih skupin rastlinskih hormonov: avksina, citokinina, abscizinske kisline, salicilne kisline in jasmonske kisline ter prekursorja etilena 1-aminociklopropan-1-karboksilne kisline (Agulló-Antón in sod., 2013).

Ahkami in sod. (2009) pri koreninjenju potaknjencev ločijo tri faze metabolnih procesov (slika 12):

1. Faza nastanka ponora ('Sink establishment phase'), za katero je značilna akumulacija jasmonatov in njihovih prekursorjev predvsem na bazi potaknjenca takoj po odvzemu z matične rastline ter indukcija nastanka genov za razgradnjo saharoze v heksoze. Heksoze se prenašajo z monosaharidnimi transporterji in se porabijo za proizvodnjo energije, potrebne za celične delitve in celjenje rane;
2. Faza okrevanja ('Recovery phase') je obnavljanje zaloga in nastanek meristemoidov;

3. Faza vzdrževanja ('Maintenance phase'), v kateri se sladkorji simplastično prenesejo z mest nastanka v zelenih listih do baze potaknjenca. Tam se pretvorijo v snovi za takojšnja tvorbo korenin ali v založne snovi – škrob in citrate, ki prav tako sodelujejo pri koreninjenju.



Slika 12: Shematski prikaz metabolnih procesov pri nastanku nadomestnih korenin pri modelnih rastlinah vrst *Petunia hybrida* in *Pelargonium peltatum* (Urbanek Krajnc in sod., 2013 po Ahkami in sod., 2009). Assimilati nastajajo v listni sredici (mezofilu) in se po prevajalnih tkivih prenašajo do baze stebila potaknjenca, kjer je mesto ponora. V odrezanem - ranjenem tkivu pride do akumulacije jasmonatov (JA), kar inducira invertazo v celičnih stenah (ApoInv) in cepitev saharoze na heksoze, ki se v celice prenesejo z monosaharidnim prenašalcem (transporterjem) STP. Dva dneva po odvzemu potaknjenca z matične rastline, se prične faza okrevanja ('Recovery phase'), ki se nadaljuje v fazo vzdrževanja ('Maintenance phase'), v kateri se sladkorji intracelularno (simplastično) prenašajo po rastlini od zelenih listov do baze potaknjenca. RuBP (ribuloza-1,5-difosfat), TP (trioza fosfat), E4P (eritroza-4-fosfat), R5P (ribuloza-5-fosfat), FBP (fruktoza-1,6-difosfat), F6P (fruktoza-6-fosfat), S6P (saharoza-6-fosfat), ApoInv (apoplastna invertaza), CytoInv (citoplazmatska invertaza), VacInv (vakuolarna invertaza), STP (monosaharidni transporter), TCA cikel (cikel trikarboksilnih kislin).

Figure 12: Schematic presentation of the metabolic response during adventitious root formation (ARF) based on model plants *Petunia hybrida* and *Pelargonium peltatum* (modified according to Ahkami et al. 2009, Urbanek Krajnc et al. 2012). Assimilates are produced in source tissues and translocated towards the cutting base to establish a sink organ. Wounding induces the accumulation of jasmonates (JA), which further induce the cell wall invertase (apoInv) transcript accumulation leading to cleavage of sucrose and transport of hexoses into the cell by monosaccharide transporter STP. Two days after excision the recovery starts followed by the maintenance phase characterised by symplastic transport of sugars from source leaves into the stem base and used either for energy production or accumulated in the vacuole. RuBP – ribulose-1,5-bisphosphate, TP – triose phosphate, E4P – erythrose-4-phosphate, R5P – ribulose-5-phosphate, FBP – fructose-1,6-bisphosphate, F6P – fructose-6-phosphate, S6P – sucrose-6-phosphate, apoInv – apoplastic invertase, cytoInv – cytoplasmatic invertase, vacInv – vacuolar invertase, STP - monosaccharide transporter, TCA cikel – tricarboxylic acid cycle

2.6 GLOBALIZACIJA PROIZVODNJE POTAKNJENCEV PELARGONIJ

Kljub vsako leto večjemu izboru okrasnih okenskih in balkonskih rastlin, pelargonije še vedno ostajajo med najbolj razširjenimi in priljubljenimi. Svetovna letna trgovina z njimi je leta 2000 presegala vrednost 500 milijonov evrov (Mithila in sod., 2001), v ZDA dosega vrednost okoli 300 milijonov dolarjev letno (Position: Ralstonia, 2010), v zahodni Evropi naj bi jih vrtnarji letno vzgojili in prodali okoli 450 milijonov (Podgornik Reš, 2003), kar priča o njihovi veliki priljubljenosti med gojitelji.

Največji svetovni vzgojitelji okrasnih rastlin so pred približno 30 leti pričeli proizvodnjo iz Evrope in Severne Amerike seliti v tropska in subtropska območja Afrike in Srednje Amerike: Mehiko, Gvatemalo, Salvador, Kenijo, Ugando, Etiopijo, kot na primer:

- nemški Dümmer, lastnik blagovne znamke Red Fox, eden največjih svetovnih vzgojiteljev pelargonij, ima svoje nasade na kanarskem otoku Tenerife (od 1984), v Kostariki (od 1994), Etiopiji (32 ha od 2008) in Salvadorju (20 ha od 2010), v katerih letno proizvede preko 200 milijonov potaknjencev različnih okrasnih rastlin (Dümmer, 2010),
- avstrijsko podjetje Plantation Plants, specializirano za proizvodnjo visokokakovostnih potaknjencev pelargonij, ima sedež in 27 ha rastlinjakov v Keniji (Plantation Plants ..., 2011),
- FlorExpo, vodilni svetovni proizvajalec potaknjencev okrasnih rastlin, v Kostariki proizvede preko 135 milijonov potaknjencev letno (FlorExpo, 2011).

'Offshore' proizvodnja in mednarodno trgovanje z okrasnimi rastlinami se je od leta 1992 do leta 2002 povečalo za 500 % (Allen in Klopmeier, 2010).

Razlog za selitev proizvodnje potaknjencev v te dežele so nižji proizvodni stroški zaradi (Dümmer, 2010; Higgins, 2011):

- cenejše zemlje,
- cenejše delovne sile,
- nižjih stroškov ogrevanja in dodatne osvetlitve rastlinjakov,
- nižjih davkov,
- podpore lokalnih vlad pri zaposlovanju domačinov.

Negativne posledice mednarodne oziroma medcelinske proizvodnje in trgovanja z rastlinskim materialom pa so predvsem (Higgins, 2011; Position: Ralstonia, 2010):

- višji transportni stroški,
- tveganje večjih izgub pri transportu,
- uvoz novih patogenov.

Leta 2002 je v ZDA prišlo do širjenja *R. solanacearum* (rasa 2, biovar 3) s potaknjencev pelargonij, vzgojenih v Keniji. Zato so glavni vzgojitelji in prodajalci potaknjencev pelargonij v leta 2003 sprejeli program zaščite pred to bakterijo (Position: Ralstonia, 2010). Vsebuje natančne sanitarne protokole za vzgojo zdravih rastlin, ki določajo (Allen in Klopmeier, 2010):

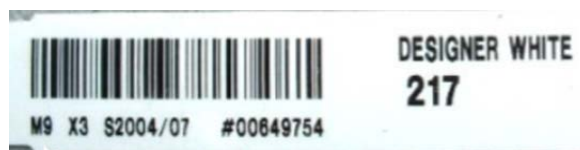
- materiale in način gradnje rastlinjakov za gojenje matičnih rastlin,
- vire in kakovost vode, uporabljene pri vzgoji rastlin,
- kakovost rastnih substratov in uporabo FFS,
- higienski minimum delavcev, ki delajo z rastlinskim materialom,
- metode nadzora in testiranja,
- metode sledenja rastlin.

Vsaka pošiljka potaknjencev mora biti opremljena s potrebnimi dokumenti in črtno kodo, iz katere je razvidna vrsta in sorta rastline, ime vzgojitelja, rastlinjak in ime delavca, ki je potaknjence pripravil ter čas odpreme (sliki 13 in 14). Tako je zagotovljena sledljivost izvora rastlinskega materiala (Allen in Klopmeier, 2010).



Slika 13: Potaknjenci pelargonij, pripravljeni za transport (Allen in Klopmeier, 2010).

Figure 13: Pelargonium cuttings packed for transportation (Allen and Klopmeier, 2010).



Slika 14: Črna koda zagotavlja sledljivost izvora rastlinskega materiala (Allen in Klopmeier, 2010).

Figure 14: Barcode for tracing plant material (Allen and Klopmeier, 2010).

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 MATERIAL ZA POSKUS

3.1.1 Rastlinski material

V rastlinjaku Biotehniške fakultete (slika 15) smo izbrali dvanajst sort pelargonij: pet iz skupine pasastih oziroma pokončnih in sedem iz skupine bršljanolistnih oziroma povešavih. Odbrali smo najbolj razvite in zdrave matične rastline, s katerih smo nato rezali potaknjence (slika 16).

Preglednica 1: Izbor sort.

Table 1: Selection of cultivars.

Pasaste oz. pokončne sorte	Bršljanolistne oz. povešave sorte
<i>Pelargonium zonale</i> 'Gabrieli'	<i>Pelargonium peltatum</i> 'Atlantic Hot Pink'
<i>Pelargonium zonale</i> 'Coreli'	<i>Pelargonium peltatum</i> 'Pacific Bright Red Star'
<i>Pelargonium zonale</i> 'Alcantara'	<i>Pelargonium peltatum</i> 'Rainbow White'
<i>Pelargonium zonale</i> 'Toska'	<i>Pelargonium peltatum</i> 'Starlight Albina Nova'
<i>Pelargonium zonale</i> 'Gentana'	<i>Pelargonium peltatum</i> 'Rainbow Red'
	<i>Pelargonium peltatum</i> 'Pacific Violet Star'
	<i>Pelargonium peltatum</i> 'Pacific Red'



Slika 15: Steklenjak Biotehniške fakultete.
 Figure 15: Greenhouse on Biotechnical faculty.



Slika 16: Matične rastline, 27. 2. 2007.
 Figure 16: Stock plants, 27. 2. 2007.

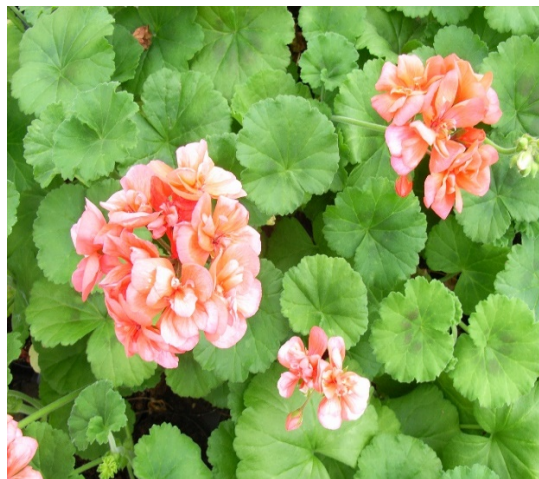
Opis izbranih sort pelargonij

Pelargonium zonale 'Gabrieli' (slika 17): pokončna, srednje visoka sorta z velikimi, svetlo zelenimi listi in polnimi, pastelno roza cvetovi na daljših steblih. Zacveti zgodaj (Dümmer, 2007).

Pelargonium zonale 'Corelli' (slika 18): pokončna, srednje visoka sorta z velikimi, svetlo zelenimi listi in velikimi, polnimi cvetovi barve lososa. Zacveti zgodaj (Dümmer, 2007).



Slika 17: *P. zonale* 'Gabrieli'.
Figure 17: *P. zonale* 'Gabrieli'.



Slika 18: *P. zonale* 'Corelli'.
Figure 18: *P. zonale* 'Corelli'.

Pelargonium zonale 'Alcantara' (slika 19): pokončna sorta srednje rasti s temno zelenimi listi in enojnimi cvetovi žareče oranžno-rdeče barve (Dümmer, 2007).

Pelargonium zonale 'Toska' (slika 20): sorta pokončne rasti z velikimi, svetlo zelenimi listi in velikimi, polnimi, oranžno-rdečimi cvetovi na daljših steblih. Zacveti zelo zgodaj (Dümmer, 2007).



Slika 19: *P. zonale* 'Alcantara'.
Figure 19: *P. zonale* 'Alcantara'.



Slika 20: *P. zonale* 'Toska'.
Figure 20: *P. zonale* 'Toska'.

Pelargonium zonale 'Gentana' (slika 21): pokončna sorta srednje kompaktne rasti svetlo zelenimi listi, cvetovi so svetlo lila barve s temnejšo liso v sredini (Navigatore Floreale, 2011).

Pelargonium peltatum 'Atlantic Hot Pink' (slika 22): delno povešava bršljanolistna sorta kompaktne rasti s svetlo zelenimi listi in dvojnimi cvetovi roza barve s temnejšim osrednjim delom (Navigatore Floreale, 2011).



Slika 21: *P. zonale* 'Gentana'.
Figure 21: *P. zonale* 'Gentana'.



Slika 22: *P. peltatum* 'Atlantic Hot Pink'.
Figure 22: *P. peltatum* 'Atlantic Hot Pink'.

Pelargonium peltatum 'Pacific Bright Red Star' (slika 23): bršljanolistna sorta z delno povešavo rastjo, svetlo zelenimi listi in dvojnimi rdeče-belimi cvetovi. Cveti zgodaj (Navigatore Floreale, 2011).

Pelargonium peltatum 'Rainbow White' (slika 24): povešava bršljanolistna sorta srednje rasti z enojnimi belimi cvetovi, listi srednje zelene barve s temnejšim pasom. Cveti zelo zgodaj (Sortiment Peltaten, 2005).



Slika 23: *P. peltatum* 'Pacific Bright Red Star'.
Figure 23: *P. peltatum* 'Pacific Bright Red Star'.



Slika 24: *P. peltatum* 'Rainbow White'.
Figure 24: *P. peltatum* 'Rainbow White'.

Pelargonium peltatum 'Starlight Albina Nova' (slika 25): bršljanolistna sorta kompaktne rasti, listi z močnim temnim pasom, dvojni cvetovi bele barve s temnejšim 'očesom' na sredini. Cveti zelo zgodaj (Sortiment Peltaten, 2005).

Pelargonium peltatum 'Rainbow Red' (slika 26): bršljanolistna sorta povešave rasti, enojni cvetovi žareče rdeče barve. Cveti zelo zgodaj (Sortiment Peltaten, 2005).



Slika 25: *P. peltatum* 'Starlight Albina Nova'.
Figure 25: *P. peltatum* 'Starlight Albina Nova'.
(Sortiment Peltaten, 2005).



Slika 26: *P. peltatum* 'Rainbow Red'.
Figure 26: *P. peltatum* 'Rainbow Red'.

Pelargonium peltatum 'Pacific Violet Star' (slika 27): sorta bujne rasti, z močno vijoličnimi cvetovi s svetlejšim 'očesom' (Pac®Success is ..., 2007).

Pelargonium peltatum 'Pacific Red' (slika 28): bršljanolistna sorta srednje do bujne, delno povešave rasti, z dvojnimi cvetovi močne rdeče barve in gladkimi, svetlo-zelenimi listi (Dümmen, 2007).



Slika 27: *P. peltatum* 'PacificViolet Star'.
Figure 27: *P. peltatum* 'PacificViolet Star'.
(Pac®..., 2007).



Slika 28: *P. peltatum* 'Pacific Red'.
Figure 28: *P. peltatum* 'Pacific Red'.

3.1.2 Rastni substrat

Potaknjence smo potikali v pripravljene šotne lončke, dobavitelj Humko d.o.o. (slika 29).

Ukoreninjene potaknjence smo presadili v univerzalni substrat 'Baltisches Substrat Uni 20', nemškega proizvajalca Hawita.

Sestavine:

- šota 95 %, vulkanska glina 5 %.
- pH: 5,5 – 6,1
- soli v substratu: 1,2 – 1,8 g/l
- vsebnost hranil: 168 – 252 mg/l N, 192 – 288 mg/l P_2O_5 in 216 – 324 mg/l K_2O (ekstrakcija s kalcijevim amonijevim laktatom – CAL metoda).

3.1.3 Gojitvene plošče

Za potikanje potaknjencev smo uporabili gojitvene plošče iz ekspandiranega polistirena, dimenzij 37 x 28 x 6 cm, s 104 celicami valjaste oblike, nemškega proizvajalca Pöppelmann. V njih smo vstavili šotne lončke (slika 30), ki smo jih pred uporabo dobro navlažili tako, da smo jih za dve uri potopili v vodo.

Ukoreninjene potaknjence smo presadili v plastične lončke, premera 12 cm.



Slika 29: Šotni lončki, 27. 2. 2007.
Figure 29: Peat pots, 27. 2. 2007.



Slika 30: Gojitvene plošče, 27. 2. 2007.
Figure 30: Cultivation trays, 27. 2. 2007.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Zasnova poskusa

Poskus smo zasnovali pozimi leta 2007 na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Odločili smo se za potik potaknjencev 12 izbranih sort pelargonij v dveh terminih:

- I - zgodaj spomladi (marec – april),
- II - pozno poleti (september – oktober),

vsakokrat v treh serijah:

- 1 - takoj po odvzemu potaknjencev z matičnih rastlin,
- 2 - po enotedenskem skladiščenju potaknjencev v temi pri 4 °C,
- 3 - po tritedenskem skladiščenju potaknjencev v temi pri 4 °C.

Spremljanje poskusa, meritve in opravljane analize bi lahko razdelili v tri sklope:

- a. opazovanje preživelosti potaknjencev in ocena razvoja njihovega koreninskega sistema pet tednov po potiku,
- b. opazovanje razvoja in merjenje prirasta rastlin dvanajst tednov po potiku oziroma sedem tednov po vršičkanju in presaditvi ukoreninjenih potaknjencev iz gojitvenih plošč v lončke,
- c. ekstrakcija sladkorjev iz liofiliziranih in strtih vzorcev listov in stebel potaknjencev ter merjenje vsebnosti saharoze, glukoze in fruktoze z metodo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC).

Časovni potek poskusa je prikazan v preglednici 2 na strani 42.

3.2.2 Izvedba in oskrba poskusa

3.2.2.1 Priprava potaknjencev

V steklenjaku Biotehniške fakultete smo v obeh terminih odbrali močne in zdrave matične rastline izbranih sort, s katerih smo z ostrim nožem odrezali stranske terminalne poganjke. Odstranili smo jim spodnje liste in pustili dva do tri zgornje. Potaknjenci so bili dolgi od pet do sedem centimetrov.

Za vsako sorto smo pripravili najmanj 90 potaknjencev, saj smo jih pri vsaki od treh serij potaknili 24, ostalih šest od vsake serije pa smo kasneje uporabili za določitev vsebnosti

sladkorjev. Skupaj smo torej pripravili več kot 1080 potaknjencev v prvem, pomladnem terminu, in prav toliko v drugem, pozno poletnem terminu.

Prvo serijo potaknjencev smo takoj po odvzemu z matičnih rastlin potaknili v pripravljene gojitvene plošče. Z etiketami smo označili vsako sorto in datum potika. Šest potaknjencev smo v označeni zatesnjeni polietilenski (PE) vrečki shranili v zamrzovalnik na temperaturo $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ – uporabili smo jih za analizo vsebnosti sladkorjev.



Slika 31: Priprava potaknjencev, 7. 3. 2007.
Figure 31: Preparation of cuttings, 7. 3. 2007.



Slika 32: Potaknjenci pod tunelom, 7. 3. 2007.
Figure 32: Cuttings under the tunnel, 7. 3. 2007.

Potaknjence za drugo serijo smo rahlo navlažili in v označenih, nezatesnjenih PE vrečkah, shranili v hladilniku v temi pri $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ za en teden. Po enem tednu smo jih potaknili v označene gojitvene pladnje in prav tako shranili šest potaknjencev v označeni zatesnjeni PE vrečki v zamrzovalnik za nadaljno analizo sladkorjev (slika 31).

Tretjo serijo potaknjencev smo pred potikanjem za tri tedne shranili v istih razmerah in jih nato potaknili kot prvo in drugo serijo. Prav tako smo v zamrzovalnik shranili šest vzorcev, ki smo jih uporabili za analizo sladkorjev.

3.2.2.2 Gojenje rastlin

Potaknjence smo tri tedne gojili v steklenjaku pod tunelom iz polietilenske folije, v katerem se ohranja primerna vlažnost zraka in substrata, kar ugodno vpliva na potaknjence (slika 32). Folijo smo napeli na kovinske palice, da se ni neposredno dotikala potaknjencev. Tunel smo prezračevali dvakrat tedensko. Potaknjence smo po takoj po potiku zalili ročno, nato pa smo jih namakali poplavno, enkrat dnevno po osem minut.



Slika 33: Priprava potaknjencev serije 3, 21. 3. 2007.
Figure 33: Preparation of cuttings, series 3, 21. 3. 2007.



Slika 34: Potaknjenci serije 2 in 3, 21. 3. 2007.
Figure 34: Cuttings, series 2 and 3, 21. 3. 2007.

Po treh tednih smo gojitvene plošče izpod tunela prestavili na mize v steklenjaku. Rastline smo namakali poplavno, enkrat dnevno po osem minut (slika 34).

Po dveh tednih gojenja v steklenjaku, smo pri potaknjencih ocenjevali uspešnost koreninjenja.

Pred sajenjem v večje lončke (premer 12 cm) smo jih vršičkali, da bi s tem spodbudili rast stranskih poganjkov (slika 35). Presajene rastline smo zložili na mize v steklenjaku in jih namakali poplavno, enkrat dnevno po osem minut (slika 36).



Slika 35: Ocenjevanje in presajanje potaknjencev serije 2, 11. 4. 2007.
Figure 35: Evaluation and transplantation of cuttings, series 2, 11. 4. 2007.



Slika 36: Presajene rastline serije 2, 11. 4. 2007.
Figure 36: Transplanted plants, series 2, 11. 4. 2007.

Po sedmih tednih gojenja v steklenjaku smo opravili meritve rasti in razvoja rastlin.

3.2.2.3 Časovni potek izvedbe poskusa

Preglednica 2: Časovni potek izvedbe poskusa.

Table 2: Timeline of experiment.

Datum	Termin I
26. 2. 2007	sortiranje matičnih rastlin in odstranjevanje cvetnih nastavkov
27. 2. 2007	priprava gojitvenih pladnjev
28. 2. 2007	sortiranje in čiščenje matičnih rastlin
29. 2. 2007	odvzem potaknjencev z matičnih rastlin potikanje 1 spravilo vzorcev potaknjencev 1 v zamrzovalnik spravilo potaknjencev 2 in 3 v hladilnik
7. 3. 2007	priprava gojitvenih pladnjev potikanje 2 spravilo vzorcev potaknjencev 2 v zamrzovalnik
19. 3. 2007	priprava gojitvenih pladnjev
21. 3. 2007	potikanje 3 spravilo vzorcev potaknjencev 3 v zamrzovalnik prenos potaknjencev 1 izpod tunela na mize
23. 3. 2007	gnojenje matičnih rastlin s Kristalonom
28. 3. 2007	prenos potaknjencev 2 izpod tunela na mize sortiranje in čiščenje matičnih rastlin, odstranjevanje cvetnih nastavkov
4. 4. 2007	ocena ukoreninjenosti potaknjencev 1 merjenje dolžine glavnega poganjka potaknjencev 1 vršičkanje potaknjencev 1 presajanje potaknjencev 1 iz gojitvenih pladnjev v lončke zalivanje matičnih rastlin s Kristalonom
11. 4. 2007	prenos potaknjencev 3 izpod tunela na mize ocena ukoreninjenosti potaknjencev 2 merjenje dolžine glavnega poganjka potaknjencev 2 vršičkanje potaknjencev 2 presajanje potaknjencev 2 iz gojitvenih pladnjev v lončke
25. 4. 2007	ocena ukoreninjenosti potaknjencev 3 merjenje dolžine glavnega poganjka potaknjencev 3 vršičkanje potaknjencev 3 presajanje potaknjencev 3 iz gojitvenih pladnjev v lončke
7. 5. 2007	odstranjevanje cvetnih nastavkov z matičnih rastlin
18. 5. 2007	čiščenje matičnih rastlin in odstranjevanje cvetnih nastavkov
23. 5. 2007	meritve rasti in razvoja rastlin 1
30. 5. 2007	meritve rasti in razvoja rastlin 2
13. 6. 2007	meritve rasti in razvoja rastlin 3 uporaba sredstva Bulldock na matičnih rastlinah in potaknjencih

'se nadaljuje'

'nadaljevanje Preglednice 2: Časovni potek izvedbe poskusa'.

Datum	Termin I
2. 7. 2007	presajanje matičnih rastlin in odstranjevanje cvetnih nastavkov
avgust 2007	liofilizacija zamrznjenih vzorcev
8. in 9. 8. 2007	ekstrakcija sladkorjev iz vzorcev 1 in vzorcev 2
14. 8. 2007	sortiranje matičnih rastlin in odstranjevanje cvetnih nastavkov
17. 8. 2007	ekstrakcija sladkorjev iz vzorcev 3
pomlad 2008	merjenje vsebnosti sladkorjev z metodo HPLC
	Termin II
21. 8. 2007	priprava gojitvenih pladnjev
22. 8. 2007	odvzem potaknjencev z matičnih rastlin potikanje 1 spravilo vzorcev potaknjencev 1 v zamrzovalnik spravilo potaknjencev 2 in 3 v hladilnik
29. 8. 2007	priprava gojitvenih pladnjev potikanje 2 spravilo vzorcev potaknjencev 2 v zamrzovalnik
12. 9. 2007	priprava gojitvenih pladnjev potikanje 3 spravilo vzorcev potaknjencev 3 v zamrzovalnik prenos potaknjencev 1 izpod tunela na mize
19. 9. 2007	prenos potaknjencev 2 izpod tunela na mize
26. 9. 2007	ocena ukoreninjenosti potaknjencev 1 merjenje dolžine glavnega poganjka potaknjencev 1 vršičkanje potaknjencev 1 presajanje potaknjencev 1 iz gojitvenih pladnjev v lončke
3. 10. 2007	prenos potaknjencev 3 izpod tunela na mize ocena ukoreninjenosti potaknjencev 2 merjenje dolžine glavnega poganjka potaknjencev 2 vršičkanje potaknjencev 2 presajanje potaknjencev 2 iz gojitvenih pladnjev v lončke
17. 10. 2007	ocena ukoreninjenosti potaknjencev 3 merjenje dolžine glavnega poganjka potaknjencev 3 vršičkanje potaknjencev 3 presajanje potaknjencev 3 iz gojitvenih pladnjev v lončke
14. 11. 2007	meritve rasti in razvoja rastlin 1
21. 11. 2007	meritve rasti in razvoja rastlin 2
5. 12. 2007	meritve rasti in razvoja rastlin 3
februar 2008	liofilizacija zamrznjenih vzorcev
21. in 22. 2. 2008	ekstrakcija sladkorjev iz vzorcev 1 in vzorcev 2
25. in 26. 2. 2008	ekstrakcija sladkorjev iz vzorcev 3
pomlad 2008	merjenje vsebnosti sladkorjev z metodo HPLC

3.2.2.4 Varstvo rastlin

Da bi preprečili razvoj in širjenje bolezni in škodljivcev smo tako matične rastline kot potaknjence redno tedensko pregledovali in jim ročno odstranjevali vse odmrle ali obolele dele. Prav tako smo skrbeli za čistočo delovnega prostora, orodja in posod.

Od škodljivcev smo ročno odstranili polže mrežaste slinarje (*Deroceras reticulatum*) in gosenice iz družine pedicev (*Geometridae*), ki so obžirali liste pelargonij. V mesecu juniju 2007 je v steklenjaku prišlo do precejšnje namnožitve rastlinjakovega ščitkarja (*Trialeurodes vaporariorum*) (slika 37) in listnih uši (*Aphididae* sp.), zato smo za njihovo zatiranje na vseh rastlinah uporabili kontaktni foliarni insekticid Bulldock EC 25 po navodilih proizvajalca Makhteshim Agan Holding B.V.

Meseca maja 2007 smo na listih bršljanolistnih sort opazili pojav edemov oziroma plutavosti (slika 38), kar je znak prevelike vlažnosti rastišča. Skrajšali smo zalivanje na pet minut dnevno in poskrbeli za boljše prezračevanje steklenjaka. Listov z znaki plutavosti nismo odstranili.

Rastlin v poskusu do zadnjih meritev nismo dognojevali, matične rastline pa smo 23.3.2007 in 4.4.2007 pognojili z vodotopnim foliarnim gnojilom Kristalon Special NPK:18+18+18 in mikroelementi (B 0,025 %; Cu 0,01 %; Fe 0,07 %; Mn 0,04 %; Mo 0,004 %; Zn 0,025 %) po navodilih proizvajalca Yara.



Slika 37: Rastlinjakov ščitkar (*Trialeurodes vaporariorum*), 13. 6. 2007.
Figure 37: Greenhouse Whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*), 13. 6. 2007.



Slika 38: Listni edemi (plutavost), 30. 5. 2007.
Figure 38: Leaf edema, 30. 5. 2007.

3.3 ZBIRANJE IN OBDELAVA PODATKOV

V poskusu smo ocenjevali, merili in vrednotili različne parametre, po katerih lahko primerjamo in ocenjujemo vpliv skladiščenja potaknjencev različnih sort pelargonij pred potikanjem na uspešnost njihovega preživetja, koreninjenja, rast in razvoj rastlin ter vsebnost sladkorjev v potaknjencih.

3.3.1 Uspešnost razmnoževanja

Preživetje potaknjencev

V obeh terminih smo pet tednov po potiku vsake serije prešteli propadle oziroma preživele potaknjence. Izračunali smo delež preživelih potaknjencev v posamezni varianti.

Razvoj koreninskega sistema potaknjencev

Prav tako smo v obeh terminih pet tednov po potiku vsake serije s pomočjo boniturne sheme, vizualno ocenili kakovost koreninske grude preživelih potaknjencev in jih uvrstili v pet razredov (slika 39):

- 0 – ni rastline
- 1 – ni koreninske grude
- 2 – slabo razvita koreninska gruda
- 3 – dobro razvita koreninska gruda
- 4 – zelo dobro razvita koreninska gruda



Slika 39: Ocenjevalna shema za oceno kakovosti koreninske grude potaknjencev.
Figure 39: Quality evaluation scheme of adventitious root system of cuttings.

Izračunali smo delež potaknjencev z razvojem koreninskega sistema posameznega kakovostnega razreda v posamezni varianti.

3.3.2 Rast in razvoj rastlin

Dolžina glavnega poganjka dvanajst tednov po potiku

Dolžino glavnega poganjka smo merili dvanajst tednov po potiku oziroma sedem tednov po vršičkanju in presajanju ukoreninjenih potaknjencev iz gojitvenih plošč v lončke. Od vsake sorte smo naključno izbrali šest rastlin. Dolžino smo z merilnim trakom izmerili od površine substrata do vrha glavnega poganjka. Podatke smo zbrali v ocenjevalnih shemah, izmerjene vrednosti smo podali v milimetrih.

Število in dolžina stranskih poganjkov

Istočasno smo pri istih šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte, prešteli število stranskih poganjkov in izmerili njihovo dolžino od stebela do njihovega vrha. Izmerjene vrednosti smo podali v milimetrih kot vsoto vseh stranskih poganjkov na rastlini.

Število cvetov in cvetnih nastavkov

Pri istih šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte smo prešteli število cvetov oziroma cvetnih nastavkov na posamezni rastlini.

3.3.3 Vsebnost sladkorjev

Ob potiku vsake serije potaknjencev v obeh terminih smo v zamrzovalnik v laboratoriju Oddelka za sadjarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani, na temperaturo -18 °C, shranili šest potaknjencev vsake sorte v zatesnjenih in označenih polietilenskih vrečkah.

Potaknjence smo pred pripravo vzorcev liofilizirali, saj smo za analizo in izračun vsebnosti sladkorjev potrebovali suho maso vzorcev.

Priprava vzorcev: pri vsaki sorti smo najprej ločili liste od stebel. Nato smo jih ločeno zamrznili s tekočim dušikom (N₂) in v keramični terilnici strli v prah. Z elektronsko tehtnico smo zatehtali po 1 gram vzorca, ki smo ga v stekleni čaši prelili s 30 ml bidestilirane vode. Če je bila masa vzorca manjša, je bila tudi količina vode sorazmerno manjša. Ekstrakcija sladkorjev v vodni raztopini je na sobni temperaturi potekala 30 minut, raztopino smo večkrat premešali s stekleno palčko. Vzorce smo nato prelili v centrifugirke, ki smo jih dobro zatesnili. Po 5 minutah centrifugiranja pri 10 °C in 10.000 obratih na minuto, je usedlina ostala na dnu centrifugirk. Supernatant smo s pomočjo injekcijskih brizg prefiltrirali skozi filtre za enkratno uporabo Chromafil A45/25 (pore filtra 0,45 µm, premer filtra 25 mm, iz mešanih celuloznih estrov za filtriranje vodnih/polarnih raztopin,

proizvajalec Macherey-Nagel) v steklene 2 ml vial. Označene vial so takoj shranili v zamrzovalnik, saj smo tako preprečili hidrolizo oziroma razgradnjo sladkorjev v vzorcih.

Vsebnost treh sladkorjev: saharoze, glukoze in fruktoze v vzorcih listov in stebel izbranih sort pelargonij, smo merili z metodo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC). Za pripravo standardnih raztopin sladkorjev smo uporabili analitsko čiste kemikalije proizvajalca Fluka Chemicals. Sladkorje, prisotne v vzorcih, smo identificirali s primerjavo časa zadržanja vsakega vrha z vrhom eksterne standardnega sladkorja.

S primerjavo površin vrhov kromatogramov vzorcev preiskovanih sladkorjev s površinami vrhov kromatogramov standardnih raztopin sladkorjev z znanimi koncentracijami, smo določili odzivni faktor. S pomočjo odzivnega faktorja smo izračunali koncentracijo posameznih sladkorjev v merjenem vzorcu, ki smo jo nato preračunali glede na maso vzorca in volumen dvakrat destilirane vode v vzorcu. Končne vsebnosti posameznih sladkorjev v vzorcih so izražene v mg/g suhe mase vzorca.

Za analizo sladkorjev smo uporabili tekočinski kromatograf Thermo Separation Products s karakteristikami:

- razplinjevalnik: X - ACT™ Your Research,
- binarna črpalka: P 2000 Spectra System,
- avtomatski podajalnik vzorcev: AS 1000 Spectra System, temperatura: 10°C,
- volumen injiciranega vzorca: 20 µl,
- analitska kolona: Rezex – RCM monosaccharide column (300 x 7,8 mm), Phenomenex Torrance, delovna temperatura kolone: 65 °C, hitrost pretoka mobilne faze: 0,6 ml/min,
- detektor: RI,
- čas analize vzorca: 30 min,
- mobilna faza: bidestilirana voda,
- programska oprema: TSP 1000, operacijski sistem OS/2 Warp IBM.

Iz meritev smo hoteli ugotoviti razlike v vsebnosti merjenih sladkorjev med posameznimi sortami in organi potaknjencev, terminoma potika in času skladiščenja potaknjencev pred potikanjem.

3.4 OBDELAVA REZULTATOV

Podatke, pridobljene z meritvami, smo obdelali v programu MS Excel in jih prikazali v obliki preglednic in slik, v katerih so rezultati prikazani kot povprečna vrednost, kot mera variacije pa je prikazana standardna deviacija. Statistično značilne razlike med obravnavanji smo ugotavljali z metodo analize variance (ANOVA) in Duncanovega testa primerjav povprečnih vrednosti v računalniškem programu Statgraphic Plus. Razlike med posameznimi variantami smo ugotavljali pri 0,05 % tveganju ($p \leq 0,05$). Statistično značilne razlike smo označili z različnimi črkami. Kjer črk ni ali so črke iste, tudi ni statistično značilnih razlik pri izbrani stopnji tveganja ($p > 0,05$).

4 REZULTATI

4.1 USPEŠNOST RAZMNOŽEVANJA

V obeh terminih smo pet tednov po potiku vsake serije prešteli propadle oziroma preživele potaknjence. Skupni delež preživelih potaknjencev v prvem terminu (Termin I) je 96,88 %, v drugem terminu (Termin II) pa 62,15 %.

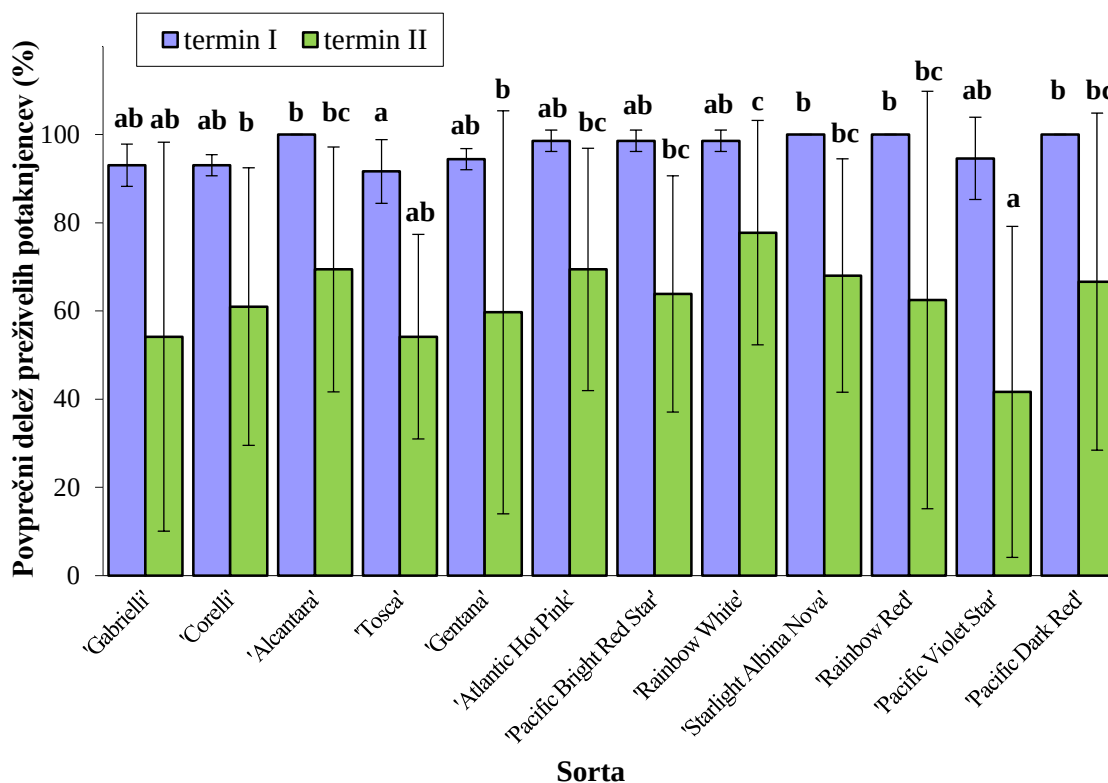
Statistična analiza je pokazala, da čas skladiščenja potaknjencev pred potikom, ni vplival na njihovo preživetje v prvem terminu. Iz preglednice 3 je razvidno, da se tako po enotedenskem kot po tritedenskem skladiščenju potaknjencev, število preživelih potaknjencev statistično ne razlikuje: preživelost potaknjencev je bila visoka, z majhno standardno deviacijo. V drugem terminu potika so razlike statistično značilne: največ potaknjencev je v povprečju pri vseh sortah preživel po takojšnjem potikanju (88,89 %), medtem ko jih je po tritedenskem skladiščenju preživel približno četrtnina.

Preglednica 3: Preživelih potaknjenci vseh dvanajstih sort (%) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) glede na čas skladiščenja in termin potika.

Table 3: Survived cuttings of all twelve cultivars (%) (average $\pm$ standard deviation), related to storage time and season of propagation.

Čas skladiščenja/Termin potika	Delež preživelih potaknjencev (%)	
	Termin I	Termin II
takojšnje potikanje	96,53 $\pm$ 5,85 a	88,89 $\pm$ 8,01 c
enotedensko skladiščenje	98,26 $\pm$ 2,15 a	72,92 $\pm$ 12,99 b
tritedensko skladiščenje	95,87 $\pm$ 4,91 a	25,32 $\pm$ 15,43 a

Delež preživelih potaknjencev po sortah v obeh terminih potika prikazuje slika 40: preživetje je bilo zelo visoko v prvem terminu (v povprečju skoraj 97 %) - pri štirih sortah so preživel vsi potaknjenci, ne glede na trajanje skladiščenja: tri sorte so iz skupine povešavih (*P. peltatum*) in ena iz skupine pokončnih pelargonij (*P. zonale*). V drugem terminu potika je bilo preživetje potaknjencev slabše: preživel jih je dobrih 62 %. Statistično značilne razlike so med povešavimi (*P. peltatum*) in pokončnimi (*P. zonale*) sortami pelargonij: povprečje preživelih potaknjencev pri povešavih je med 62,50 % in 77,78 %, pri pokončnih pa med 54,17 % in 69,44 %. Izjema pri povešavih sortah je *P. peltatum* 'Pacific Violet Star', pri kateri je v povprečju preživel 41,67 % potaknjencev.



Slika 40: Preživeli potaknjenci po sortah (%) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) v obeh terminih potika.
Figure 40: Survived cuttings of all cultivars (%) (average $\pm$ standard deviation) in both seasons of propagation.

Do zaključka našega poskusa so preživele vse rastline iz spomladanskega termina potika (Termin I), propadlo pa je petnajst rastlin iz pozno-poletnega termina potika (Termin II): tri rastline pri sortah 'Gabrielli' in 'Pacific Violet Star', po dve rastlini pri sortah 'Corelli', 'Alcantara' in 'Atlantic Hot Pink' ter po ena rastlina pri sortah 'Tosca', 'Pacific Bright Red Star' in 'Starlight Albina Nova'.

4.2 RAST IN RAZVOJ RASTLIN

KORENINJENJE

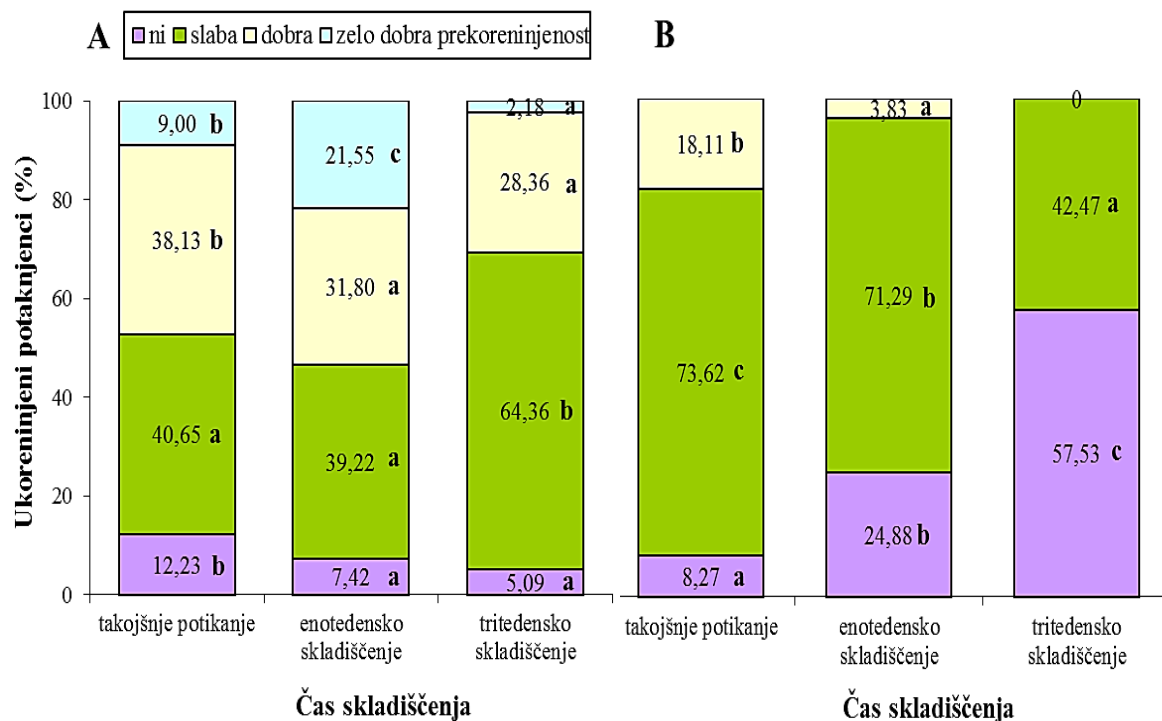
V obeh terminih smo pet tednov po potiku vsake serije s pomočjo ocenjevalne sheme vizualno ocenili kakovost koreninske grude preživelih potaknjencev in jih uvrstili v pet razredov (glej sliko 39). Iz preglednice 4 je razvidno, da smo največ potaknjencev uvrstili v drugi kakovostni razred (slaba prekoreninjenost): v prvem terminu potika 47,97 % in v drugem terminu 68,47 % (povprečje potikanja po vseh treh variantah skladiščenja). Rezultati koreninjenja so bili v povprečju boljši v prvem terminu, v katerem smo z oceno dobro in zelo dobro skupaj ocenili skoraj 44 % potaknjencev. V drugem terminu je bilo le 10 % potaknjencev ocenjeno z oceno dobro, z zelo dobro niti eden.

Preglednica 4: Ukoreninjeni potaknjenci vseh dvanajstih sort (%) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) po kakovostnih razredih koreninjenja glede na termin potika.

Table 4: Rooted cuttings of all twelve cultivars (%) (average $\pm$ standard deviation, related to quality of adventitious rooting and season of propagation.

Kakovost koreninjenja/Termin potika	Ukoreninjeni potaknjenci (%)	
	Termin I	Termin II
1 – ni korenin	8,23 $\pm$ 1,73	21,46 $\pm$ 2,27
2 – slaba prekoreninjenost	47,97 $\pm$ 4,08	68,47 $\pm$ 6,24
3 – dobra prekoreninjenost	32,78 $\pm$ 3,29	10,07 $\pm$ 2,54
4 - zelo dobra prekoreninjenost	11,00 $\pm$ 3,24	0,00 $\pm$ 0,00

Slika 41 prikazuje statistične razlike v kakovosti koreninske grude potaknjencev, potaknjenih po različnih časih skladiščenja in terminih potika. V povprečju je bila prirast koreninske grude slabša v drugem, pozno poletnem terminu potika: potaknjencev z zelo dobro razvito koreninsko grudo (razred 4) nismo ocenili, statistične razlike med variantami skladiščenja so večje. V prvem terminu so zelo dobro (razred 4) koreninili potaknjenci po vseh treh variantah skladiščenja: največ, 21,55 %, po enotedenskem skladiščenju in najmanj po tritedenskem skladiščenju (2,18 %). Statistične razlike med ocenjenimi kakovostnimi razredi prirasta korenin po različnih časih skladiščenja pred potikom, so bile v prvem terminu potikanja manjše.



Slika 41: Ukoreninjeni potaknjenci vseh dvanajstih sort (%) po kakovostnih razredih koreninjenja glede na čas skladiščenja. Termin potika: A: Termin I, B: Termin II.

Figure 41: Rooted cuttings of all twelve cultivars (%) and quality groups of adventitious rooting, related to storage time. Season of propagation: A: Termin I, B: Termin II.

Iz preglednice 5 je razvidno, da je interakcija med sorto in časom skladiščenja, statistično značilna za potaknjence z dobro razvito koreninsko grudo (razred 3) v prvem terminu potika. Med sortami sta statistično značilno največ potaknjencev z dobro razvito koreninsko grudo v povprečju razvili sorti: pokončna *P. zonale* 'Alcantara', tako po takojšnjem potiku (54,20 %) kot po tritedenskem skladiščenju (52,40 %), in povešava *P. peltatum* 'Pacific Dark Red' (54,20 %).

Preglednica 5: Statistično značilna povezava med sorto in časom skladiščenja pri dobro koreninjenih potaknjencih (razred 3) v terminu I.

Table 5: Statistically significant interaction between cultivar and time of storage for good rooted cuttings (quality class 3) in first season of propagation (Termin I).

Sorte/Čas skladiščenja	takojšen potik	enotedensko skladiščenje	tritedensko skladiščenje
'Gabrielli'	abcdefg	abcde	abcdefg
'Corelli'	gh	defgh	abcdefg
'Alcantara'	h	defgh	h
'Tosca'	abcdefg	cdefgh	bcdefgh
'Gentana'	abcdefg	efgh	a
'Atlantic Hot Pink'	defgh	abcdef	abcdefgh
'Pacific Bright Red Star'	bcdefgh	abc	gh
'Rainbow White'	bcdefgh	abcdefgh	abc
'Starlight Albina Nova'	cdefgh	abcd	abc
'Rainbow Red'	fgh	fgh	abcdef
'Pacific Violet Star'	cdefgh	bcdefgh	ab
'Pacific Dark Red'	defgh	cdefgh	h

Tudi v drugem terminu potika je pri oceni koreninjenja statistično značilna kombinacija med sorto in časom skladiščenja.

Preglednica 6: Statistično značilna povezava med sorto in časom skladiščenja pri dobro koreninjenih potaknjencih (razred 3) v terminu II.

Table 6: Statistically significant interaction between cultivar and time of storage for good rooted cuttings (quality class 3) in second season of propagation (Termin II).

Sorte/Čas skladiščenja	takojšen potik	enotedensko skladiščenje	tritedensko skladiščenje
'Gabrielli'	abcd	abcd	abc
'Corelli'	ab	a	abcd
'Alcantara'	cd	abcd	abcd
'Tosca'	abcd	abcd	abcd
'Gentana'	abcd	abcd	abcd
'Atlantic Hot Pink'	abcd	abcd	abcd
'Pacific Bright Red Star'	abcd	abcd	abcd
'Rainbow White'	abcd	abcd	abcd
'Starlight Albina Nova'	abcd	abcd	abcd
'Rainbow Red'	bcd	abcd	abcd
'Pacific Violet Star'	abcd	abcd	abcd
'Pacific Dark Red'	d	abcd	abcd

Iz preglednice 6 je razvidno, da so statistične razlike med posameznimi sortami v drugem terminu potika manjše. Dobro razvito koreninsko grudo (razred 3) so v povprečju najbolj razvili potaknjenci po takojšnjem potikanju. Med sortami izstopata povešava *P. peltatum* 'Pacific Dark Red', pri kateri je v povprečju dobro razvito koreninsko grudo ustvarilo 37,50 % potaknjencev, in pokončna *P. zonale* 'Alcantara' z 35,80 %.

GLAVNI POGANJEK

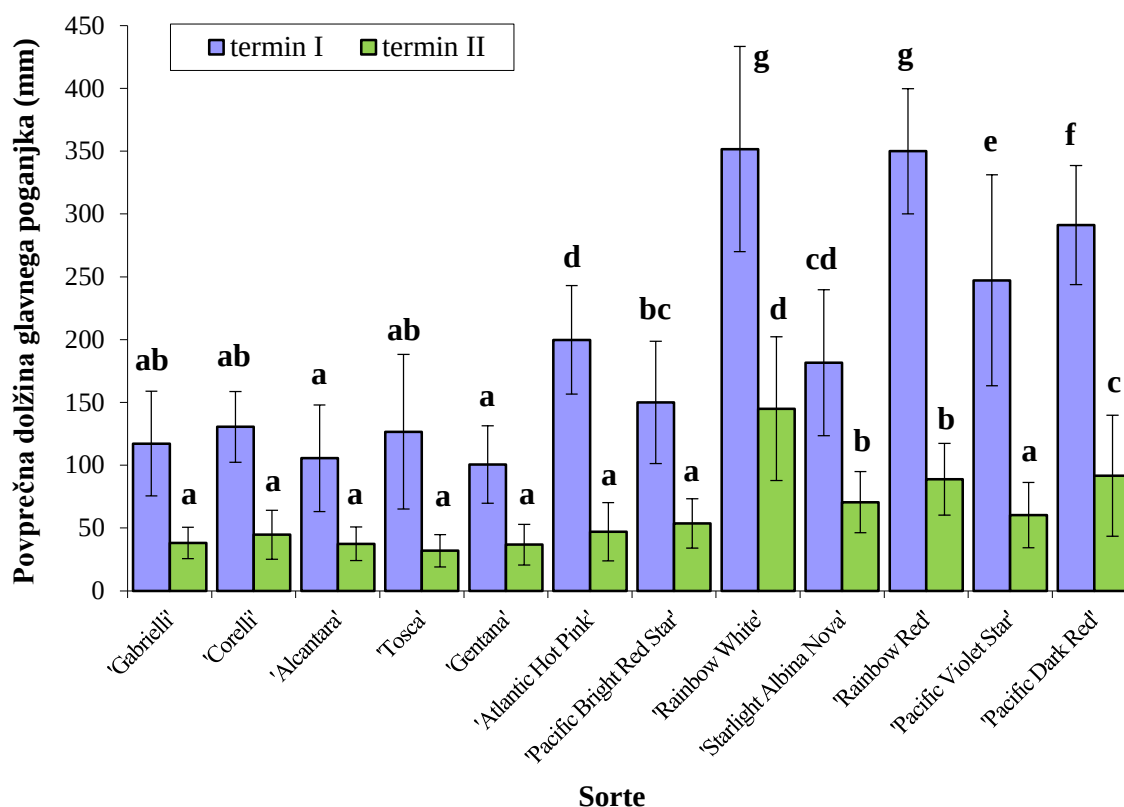
Na dolžino glavnega poganjka je statistično značilno vplivala sorta, termin potika in čas skladiščenja pred potikom. Iz preglednice 7 je razvidno, da je bila povprečna dolžina glavnega poganjka občutno daljša pri potaknjencih v prvem terminu (Termin I). Meritve znotraj posameznih terminov potika so med seboj zelo variabilne v obeh terminih. Statistično značilne razlike v povprečni dolžini glavnega poganjka se v obeh terminih potika pojavijo med potaknjenci, skladiščenimi tri tedne, in potaknjenci, potaknjenimi takoj oziroma skladiščenimi en teden.

Preglednica 7: Dolžina glavnega poganjka (mm) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte glede na čas skladiščenja in termin potika.

Table 7: Length of the main shoot (mm) (average $\pm$ standard deviation) of six random selected plants in every cultivar, related to storage time and season of propagation.

Čas skladiščenja/Termin potika	Dolžina glavnega poganjka (mm)	
	Termin I	Termin II
takojšnje potikanje	217,43 $\pm$ 102,49 b	74,24 $\pm$ 45,78 b
enotedensko skladiščenje	205,83 $\pm$ 102,59 b	67,99 $\pm$ 42,44 b
tritedensko skladiščenje	166,11 $\pm$ 101,48 a	27,01 $\pm$ 30,73 a

Iz slike 42 so razvidne razlike v povprečni dolžini glavnega poganjka pri potaknjencih vseh dvanajstih sort, potaknjenih v obeh terminih. Statistično značilno najdaljše glavne poganjke so dosegle rastline povešave sorte *P. peltatum* 'Rainbow White' tako v prvem terminu (351,67 $\pm$ 81,62 mm) kot v drugem terminu potika (145,00 $\pm$ 57,29 mm). Med pokončnimi sortami (*P. zonale*) so statistične razlike neznailne v obeh terminih potika. Prav tako so izmerjene vrednosti dolžine glavnega poganjka pri pokončnih sortah manj razpršene od povprečja, medtem ko je standardni odklon pri povešavih sortah precej večji.

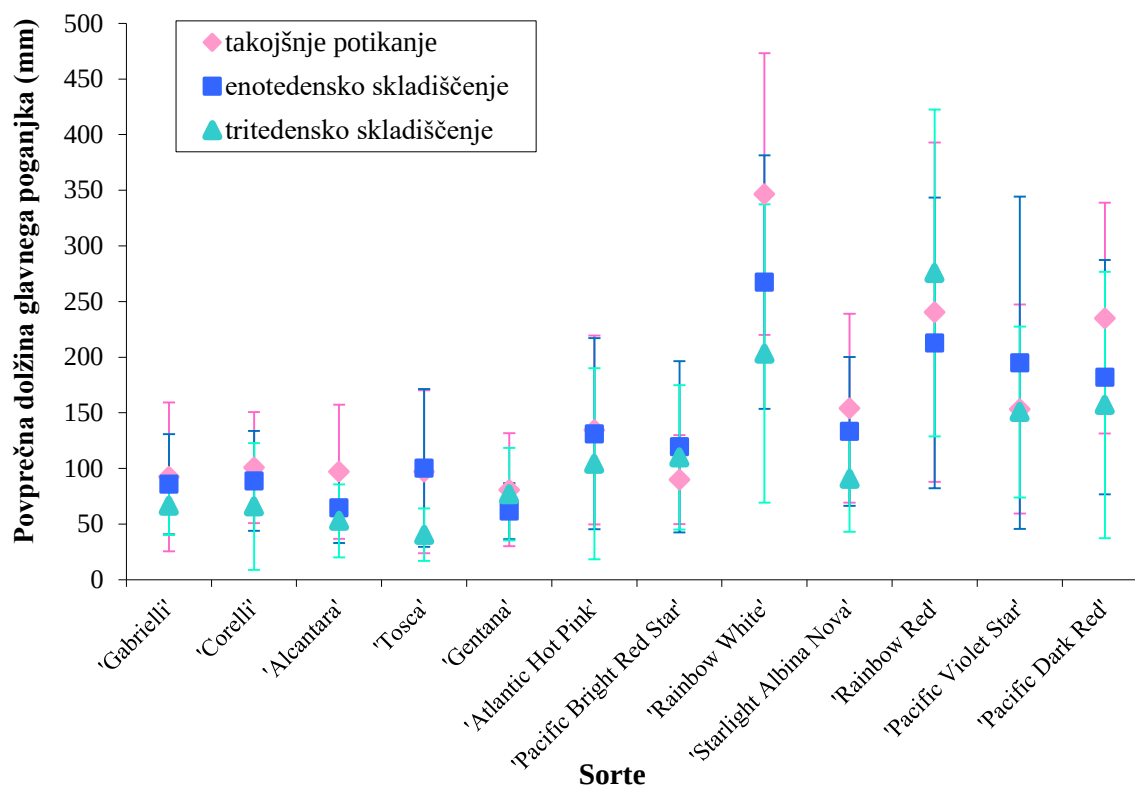


Slika 42: Dolžina glavnega poganjka (mm) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte glede na sorto in termin potika.

Figure 42: Length of the main shoot (mm) (average $\pm$ standard deviation) of six random selected plants of every cultivar, related to cultivar and season of propagation.

Razlike v dolžini glavnega poganjka pri potaknjencih vseh sort v odvisnosti od časa skladiščenja pred potikom, prikazuje slika 43. Prikazane vrednosti so povprečja vrednosti, izmerjenih pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte v obeh terminih potika.

Najdaljše glavne poganjke so v povprečju v vseh treh serijah potika razvile rastline povešavih sort: *P. peltatum* 'Rainbow White' (takojšen potik: $346,67 \pm 126,52$ mm, enotedensko skladiščenje: $267,50 \pm 113,89$ mm, tritedensko skladiščenje: $203,33 \pm 134,15$ mm) in *P. peltatum* 'Rainbow Red' (takojšen potik: $240,42 \pm 152,37$ mm, enotedensko skladiščenje: $212,92 \pm 130,55$ mm, tritedensko skladiščenje: $275,63 \pm 146,81$ mm). Pri pokončnih sortah je bila prirast glavnega poganjka v povprečju manjša, s statistično neznačilnimi razlikami med sortami.



Slika 43: Dolžina glavnega poganjka (mm) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte v obeh terminih potika glede na sorto in čas skladiščenja.

Figure 43: Length of the main shoot (mm) (average $\pm$ standard deviation) of six random selected plants of every cultivar in both seasons of propagation, related to cultivar and storage time.

STRANSKI POGANJKI

Na število stranskih poganjkov pri poskusnih rastlinah je statistično značilno vplivala sorta in čas skladiščenja pred potikom. Termin potika na število stranskih poganjkov ni imel statistično značilnega vpliva.

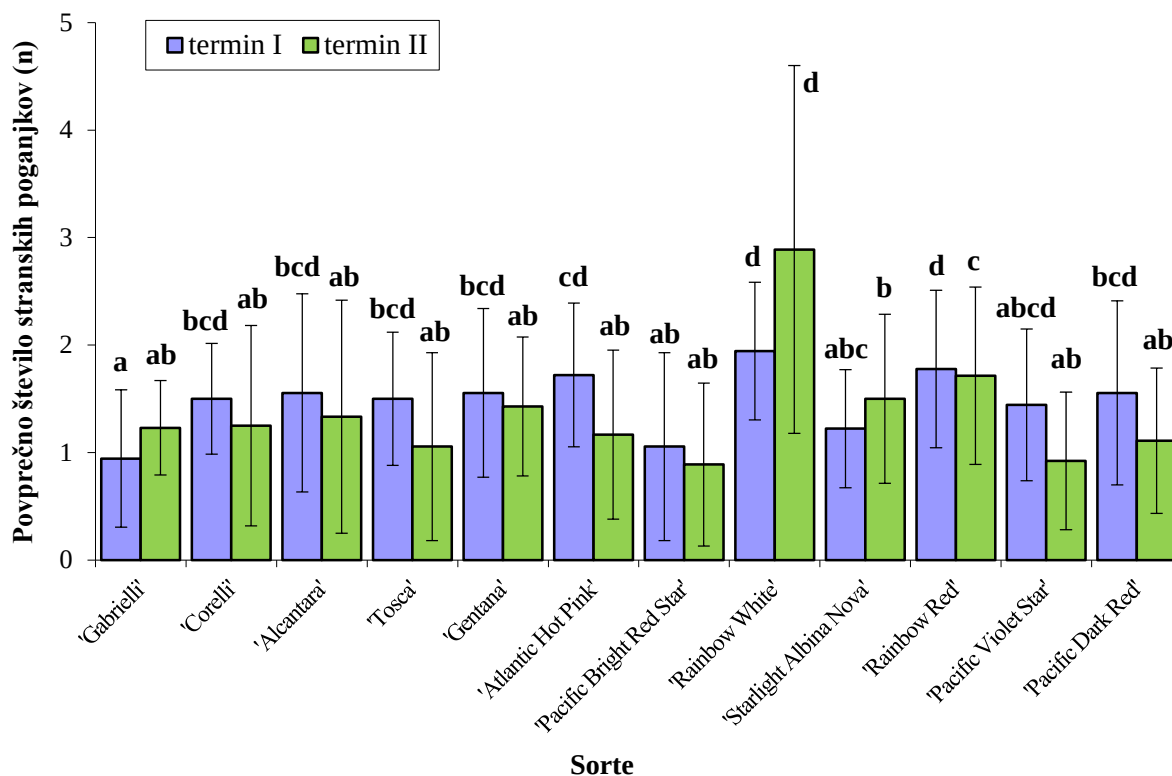
Iz preglednice 8 je razvidno, da so statistične razlike v obeh terminih pojavijo med potaknjenci, skladiščenimi tri tedne in potaknjenci, potaknjenimi takoj oziroma skladiščenimi en teden.

Preglednica 8: Število stranskih poganjkov na rastlino (n) (povprečje $\pm$ standardna deviacija pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte glede na čas skladiščenja in termin potika.

Table 8: Number of lateral shoots (n) (average $\pm$ standard deviation) of six random selected plants of every cultivar, related to storage time and season of propagation.

Čas skladiščenja/Termin potika	Število stranskih poganjkov (n)	
	Termin I	Termin II
takojšnje potikanje	1,54 $\pm$ 0,77 b	1,53 $\pm$ 0,79 b
enotedensko skladiščenje	1,67 $\pm$ 0,75 b	1,74 $\pm$ 1,17 b
tritedensko skladiščenje	1,24 $\pm$ 0,68 a	0,53 $\pm$ 0,77 a

Razlike v povprečnem številu stranskih poganjkov na rastlino pri potaknjencih vseh dvanajstih sort, potaknjenih v obeh terminih, prikazuje slika 44. Statistično značilno največ stranskih poganjkov so proizvedle rastline iz skupine povešavih pelargonij *P. peltatum* 'Rainbow White': v prvem terminu v povprečju $1,94 \pm 0,64$ stranskih poganjkov na rastlino in v drugem terminu v povprečju $2,89 \pm 1,71$ stranskih poganjkov na rastlino.



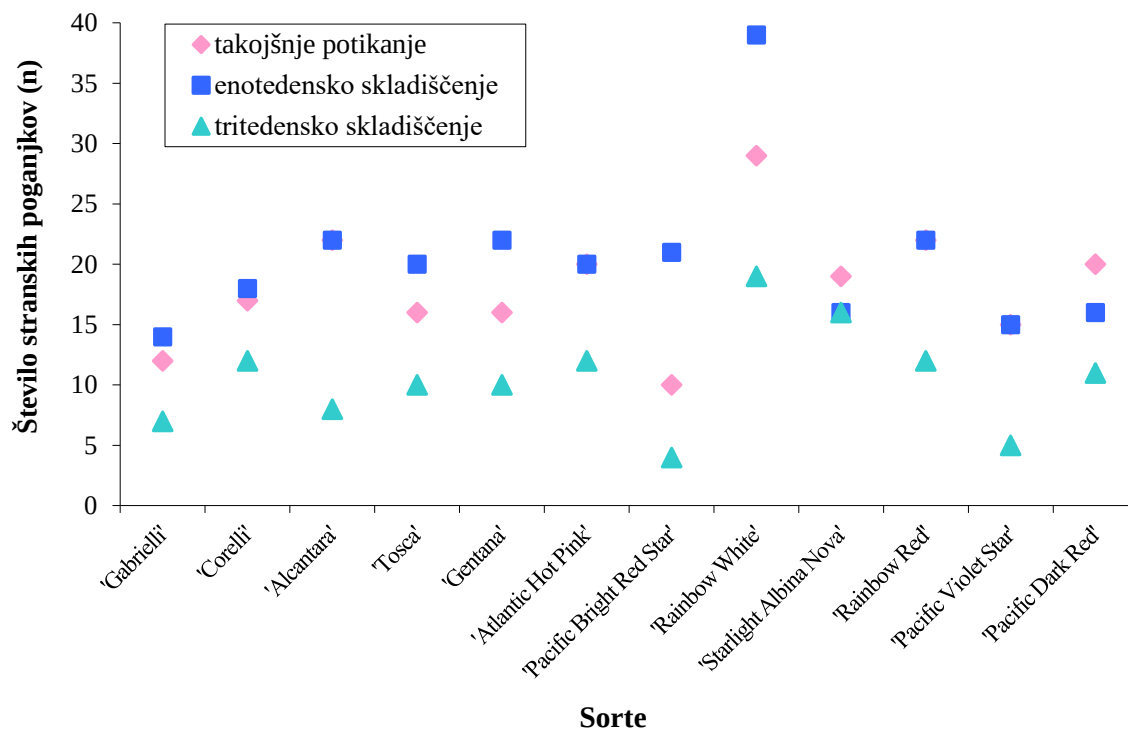
Slika 44: Število stranskih poganjkov (n) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte glede na sorto in termin potika.

Figure 44: Number of lateral shoots on a plant (n) (average $\pm$ standard deviation) of six random selected plants of every cultivar, related to cultivar and season of propagation.

Slika 45 prikazuje število stranskih poganjkov pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte v odvisnosti od časa skladiščenja pred potikom. Prikazane vrednosti prikazujejo skupno število stranskih poganjkov pri izbranih rastlinah v prvem in drugem terminu.

Največ stranskih poganjkov so razvile rastline sorte *P. peltatum* 'Rainbow White' v vseh treh variantah skladiščenja (takojsen potik: 29; enotedensko skladiščenje: 39; tritedensko skladiščenje: 19 stranskih poganjkov na skupno dvanajstih rastlinah v obeh terminih).

Statistično večje razlike so med povešavimi (*P. peltatum*) kot pokončnimi sortami pelargonij (*P. zonale*) v vseh treh serijah potika. Med takojšnjim potikanjem in enotedenskim skladiščenjem potaknjencev ni statistično značilnih razlik v številu stranskih poganjkov na rastlino.



Slika 45: Število stranskih poganjkov na rastlino (n) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte v obeh terminih potika glede na sorto in čas skladiščenja.

Figure 45: Number of lateral shoots on a plant (n) of six random selected plants of every cultivar in both seasons of propagation, related to cultivar and storage time.

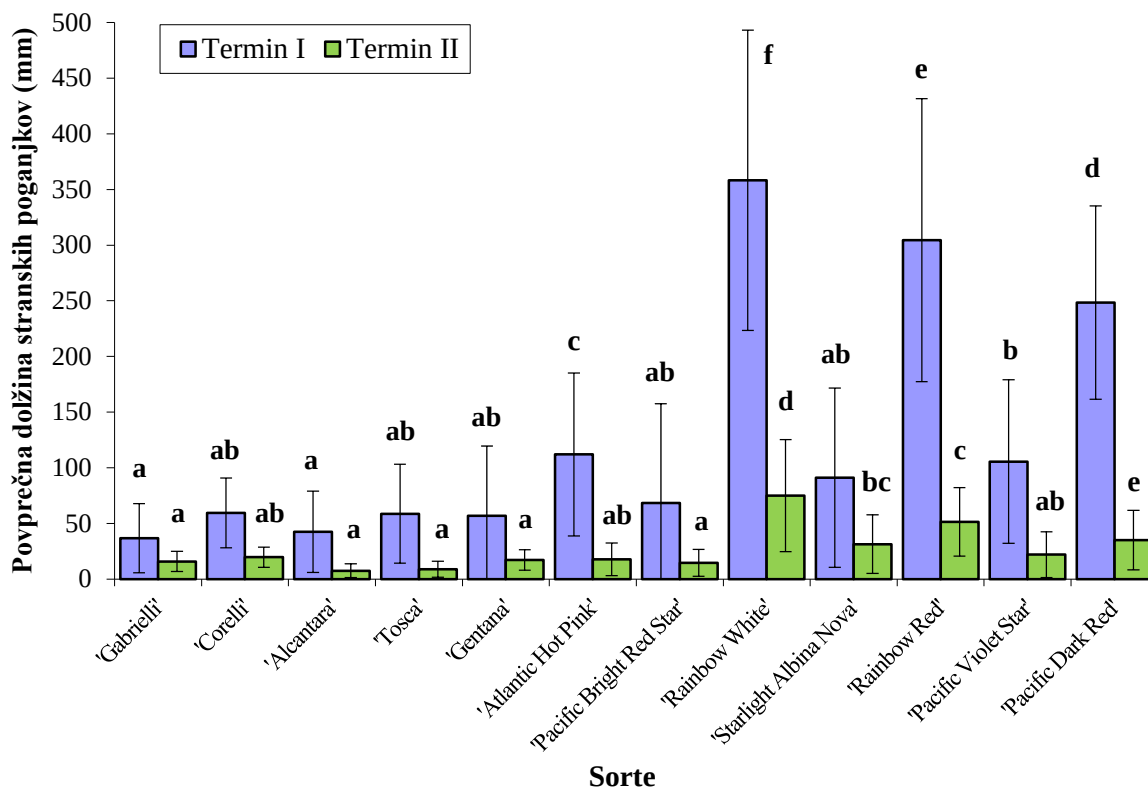
V dolžini stranskih poganjkov so opazne statistične razlike tako med obema terminoma potika kot med časi skladiščenja pred potikom, kar prikazuje preglednica 9. V prvem terminu je bila povprečna dolžina stranskih poganjkov šestih izbranih rastlin precej daljša kot v drugem. V obeh terminih potika so najdaljše stranske poganjke tvorile rastline pri takojšnjem potiku in najkrajše po tritedenskem skladiščenju.

Preglednica 9: Dolžina stranskih poganjkov na rastlini (mm) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte glede na čas skladiščenja in termin potika. a, b: statistično značilne razlike glede na čas skladiščenja. A, B: statistično značilne razlike glede na termin potika.

Table 9: Length of the lateral shoots on a plant (mm) (average $\pm$ standard deviation) of six random selected plants in every cultivar, related to storage time and season of propagation. a, b: significant differences between storage times. A, B: significant differences between seasons of propagation.

	Dolžina stranskih poganjkov (mm)	
Čas skladiščenja/Termin potika	Termin I	Termin II
takojšnje potikanje	161,11 $\pm$ 133,8 b B	38,33 $\pm$ 31,39 c A
enotedensko skladiščenje	135,00 $\pm$ 132,27 ab B	28,75 $\pm$ 30,54 b A
tritedensko skladiščenje	102,71 $\pm$ 124,28 a B	4,10 $\pm$ 7,6 a A

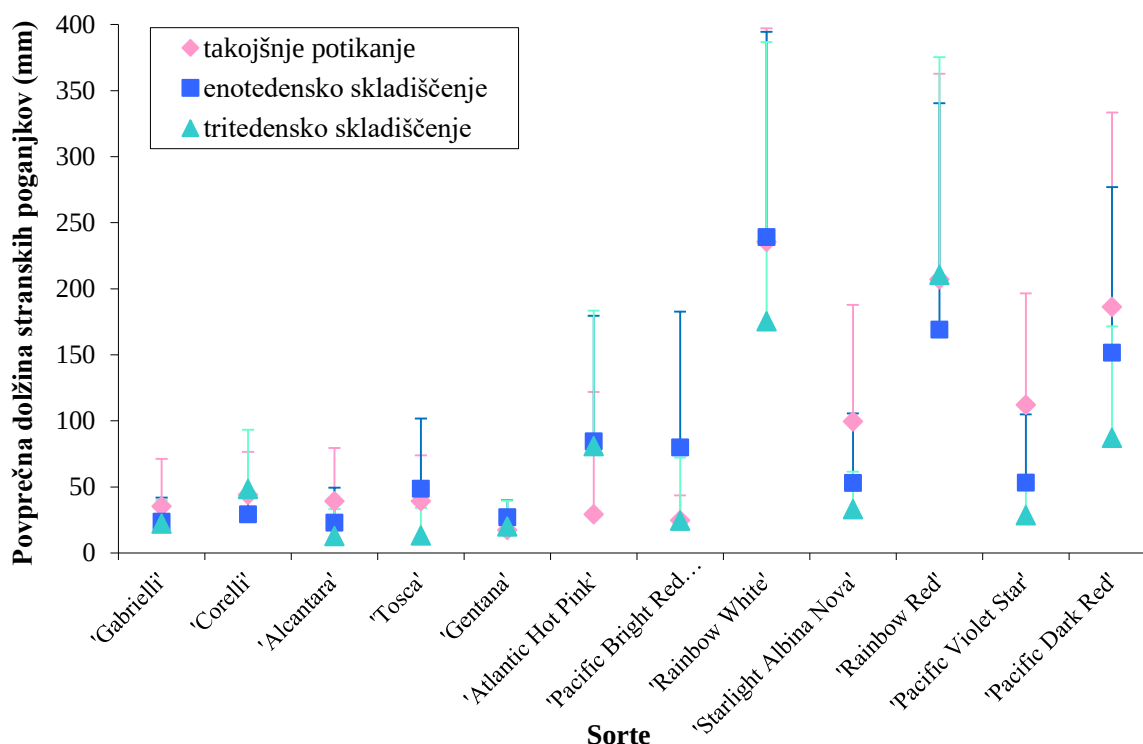
Iz slike 46 so razvidne razlike v povprečni dolžini stranskih poganjkov pri šestih izbranih rastlinah vseh dvanajstih sort, potaknjenih v obeh terminih. Statistično značilno najdaljše stranske poganjke so tako v prvem kot drugem terminu potika, proizvedle rastline povešavih sort *P. peltatum* 'Rainbow White' ($358,33 \pm 134,83$ mm in $75,00 \pm 50,23$ mm) in *P. peltatum* 'Rainbow Red' ($304,44 \pm 127,10$ mm in $51,43 \pm 30,72$ mm). Med pokončnimi sortami so razlike statistično manjše kot med povešavimi, pri katerih so meritve bolj variabilne tako med posameznimi sortami kot primerki posamezne sorte.



Slika 46: Dolžina stranskih poganjkov na rastlini (mm) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah glede na sorto in termin potika.

Figure 46: Length of the lateral shoots on a plant (mm) (average $\pm$ standard deviation) of six random selected plants in every cultivar, related to cultivar and season of propagation.

Povprečne vrednosti skupne dolžine vseh stranskih poganjkov pri šestih izbranih rastlinah vseh sort v obeh terminih potika v odvisnosti od časa skladiščenja pred potikom, prikazuje slika 47. Najdaljše stranske poganjke so pri prvih dveh variantah skladiščenja pred potikom razvile rastline povešave sorte *P. peltatum* 'Rainbow White' (takojšen potik: $235,42 \pm 161,63$ mm; enotedensko skladiščenje: $239,17 \pm 155,30$ mm) in po tritedenskem skladiščenju rastline povešave sorte *P. peltatum* 'Rainbow Red' ($210,63 \pm 164,63$ mm). Med pokončnimi sortami so razlike v vseh treh serijah potika statistično manjše kot med povešavimi sortami, manjša pa je tudi razpršenost izmerjenih vrednosti od povprečne dolžine za vsako sorto.



Slika 47: Dolžina stranskih poganjkov (mm) (povprečje + standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte v obeh terminih potika, glede na sorto in čas skladiščenja.

Figure 47: Length of the lateral shoots (mm) (average + standard deviation) of six random selected plants of every cultivar in both seasons of propagation, related to cultivar and storage time.

ŠTEVILO CVETOV IN POPKOV

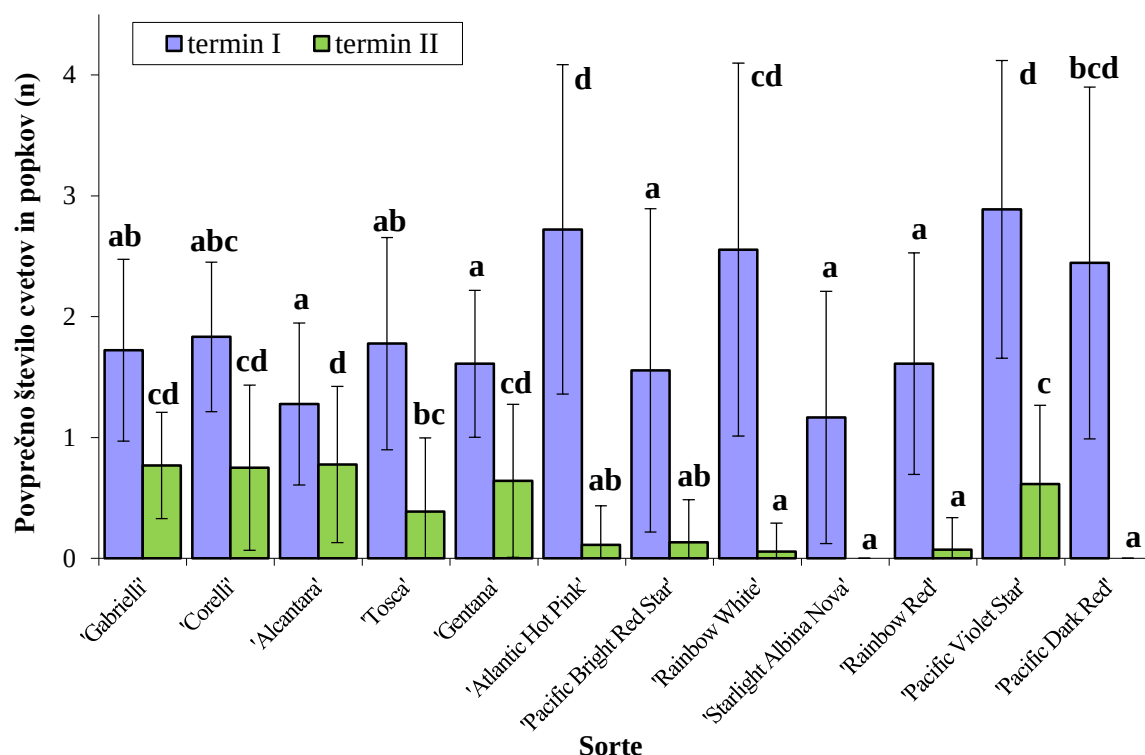
Povprečno število cvetov in popkov na rastlino se statistično značilno razlikuje med terminoma potika in časom skladiščenja pred potikanjem (preglednica 10). V prvem terminu potika so rastline proizvedle statistično značilno več cvetov in popkov kot v drugem. V obeh terminih potikanja se statistično značilne razlike pojavijo med rastlinami, potaknjenimi po tritedenskem skladiščenju, in rastlinami, potaknjenimi takoj oziroma po enotedenskem skladiščenju.

Preglednica 10: Število cvetov in popkov na rastlino (povprečje ± standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte glede na čas skladiščenja in termin potika. a, b: statistično značilne razlike glede na čas skladiščenja. A, B: statistično značilne razlike glede na termin potika.

Table 10: Number of flowers and buds on a plant (average ± standard deviation) of six random selected plants in every cultivar, related to storage time and season of propagation. a, b: significant differences between storage times. A, B: significant differences between seasons of propagation.

Čas skladiščenja/Termin potika	Število cvetov in popkov na rastlino (n)	
	Termin I	Termin II
takojšnje potikanje	2,01 ± 1,47 b B	0,43 ± 0,61 b A
enotedensko skladiščenje	2,28 ± 1,06 b B	0,43 ± 0,58 b A
tritedensko skladiščenje	1,50 ± 0,84 a B	0,06 ± 0,23 a A

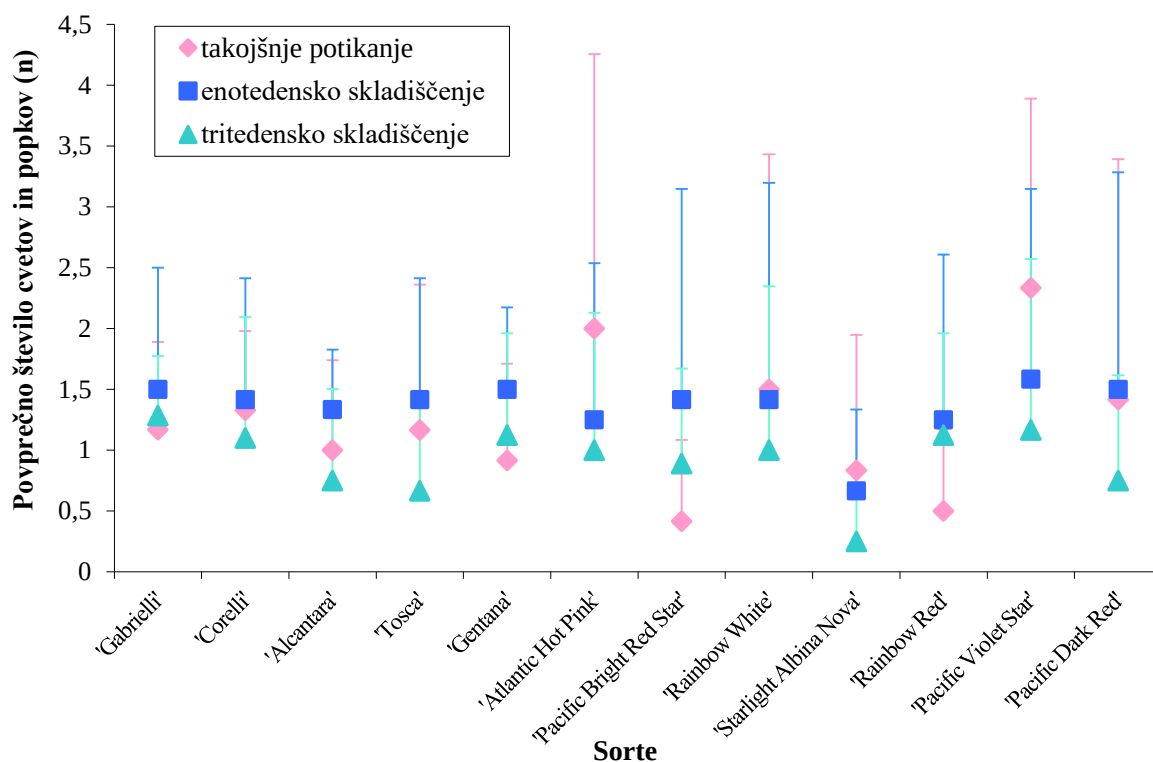
Slika 48 prikazuje statistično značilne razlike v povprečnem številu cvetov in popkov na rastlino pri šestih naključno izbranih rastlinah vseh dvanajstih sort, potaknjenih v obeh terminih. Največ cvetov in popkov so v prvem terminu potika razvile rastline povešavih sort *P. peltatum* 'Pacific Violet Star' (v povprečju $2,89 \pm 1,23$ na rastlino) in *P. peltatum* 'Atlantic Hot Pink' (v povprečju $2,72 \pm 1,36$ na rastlino). Statistično značilne so razlike med rastlinami iz pokončne in povešave skupine v drugem terminu: povprečno večje število cvetnih nastavkov so razvile pokončne sorte (*P. zonale*). Med pokončnimi sortami (*P. zonale*) so razlike statistično manjše kot med povešavimi (*P. peltatum*), pri katerih so meritve med posameznimi sortami precej bolj variabilne.



Slika 48: Število cvetov in popkov na rastlino (n) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah glede na sorto in termin potika.

Figure 48: Number of flowers and buds on a plant (n) (average $\pm$ standard deviation) of six random selected plants in every cultivar, related to cultivar and season of propagation.

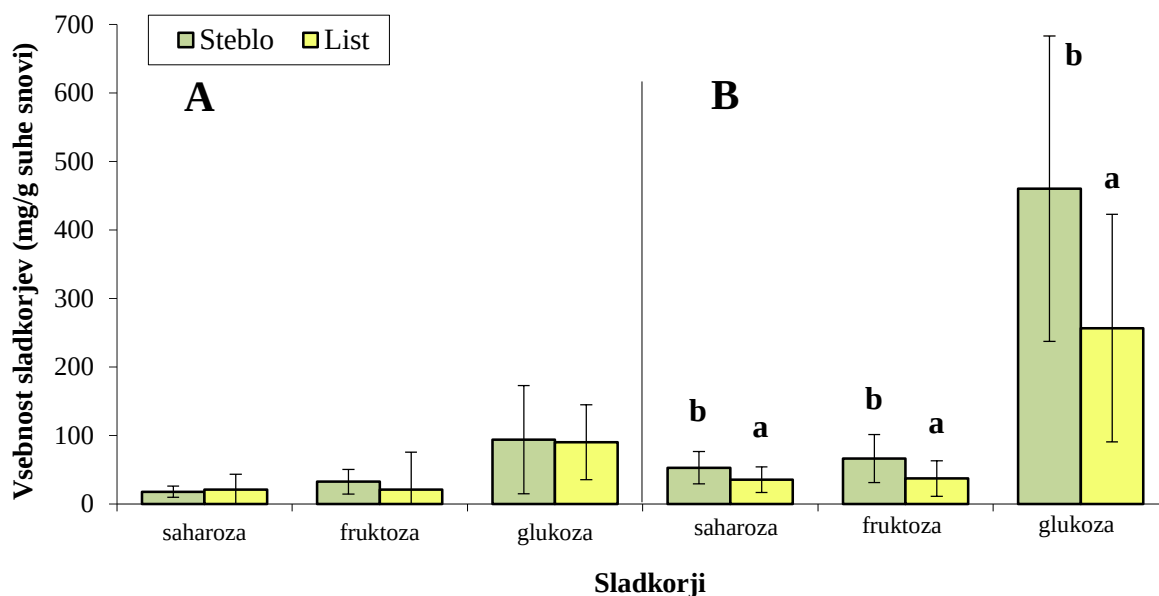
Iz slike 49 je razvidna razlika v povprečnem številu cvetov in popkov na rastlino pri šestih naključno izbranih potaknjencih vsake sorte v obeh terminih, v odvisnosti od časa skladiščenja pred potikom. Rastline večine sort - z izjemo *P. peltatum* 'Atlantic Hot Pink' – so največ cvetov v povprečju razvile po enotedenskem skladiščenju ($1,22 \pm 1,19$ cvetov in popkov na rastlino), od sort pa povešava *P. peltatum* 'Pacific Violet Star' po vseh treh variantah skladiščenja (takojšen potik: $2,33 \pm 1,56$; enotedensko skladiščenje: $1,58 \pm 1,56$; tritedensko skladiščenje: $1,17 \pm 1,40$ cvetov in popkov na rastlino).



Slika 49: Število cvetov in popkov na rastlino (n) (povprečje + standardna deviacija) pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte v obeh terminih potika, glede na sorto in čas skladiščenja.
Figure 49: Number of flowers and buds (n) (average + standard deviation) of six random selected plants of every cultivar in both seasons of propagation, related to cultivar and storage time

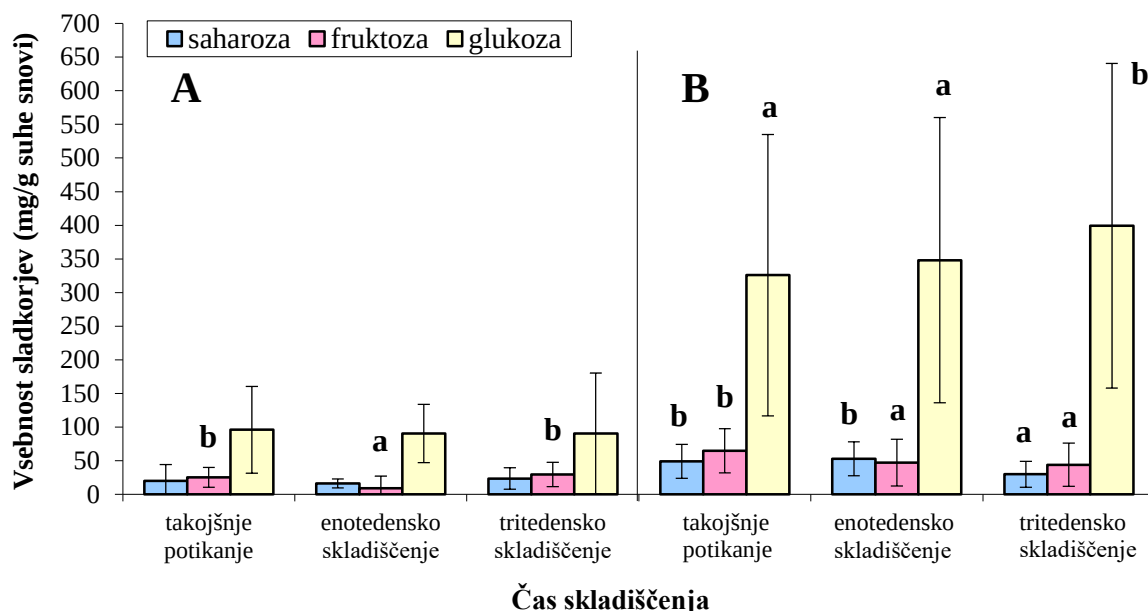
4.3 VSEBNOST SLADKORJEV

Slika 50 prikazuje vsebnost sladkorjev saharoze, fruktoze in glukoze, izmerjene v listih in steblih šestih potaknjencev vsake sorte, globoko zamrznjenih v obeh terminih potikanja. Na vsebnost sladkorjev statistično značilno vpliva termin potika: v drugem terminu so izmerjene vrednosti tako v listih kot steblih višje kot v vzorcih iz prvega termina. Še posebej je razlika opazna pri vsebnosti glukoze v steblih: v prvem terminu je vsebnost v povprečju $94,11 \pm 79,13$ mg/g suhe snovi, v drugem terminu pa $460,43 \pm 222,79$ mg/g suhe snovi. Izmerjena vsebnost glukoze v listih je v prvem terminu $90,44 \pm 54,72$ mg/g suhe snovi in v drugem terminu $256,92 \pm 166,07$ mg/g suhe snovi. Statistično značilne razlike v vsebnosti sladkorjev med organoma smo izmerili v drugem terminu potika: vsebnost vseh treh sladkorjev je višja v steblih kot listih. V prvem terminu potika statističnih razlik v vsebnosti sladkorjev v listih in steblih nismo izmerili.



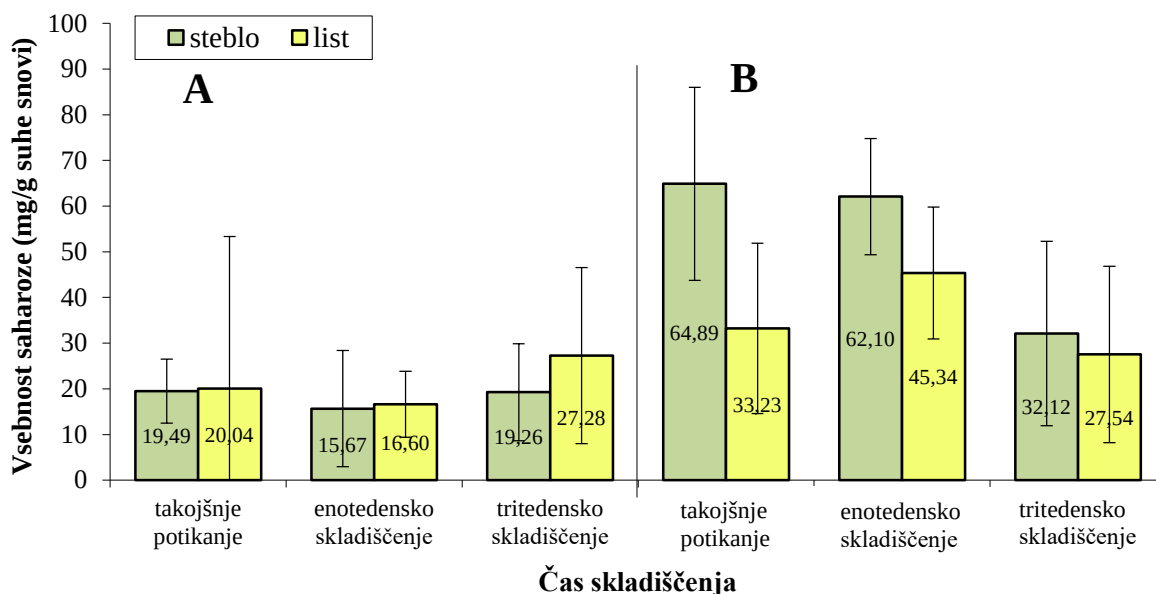
Slika 50: Vsebnost različnih sladkorjev (mg/g suhe snovi) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) v steblih in listih potaknjencev vseh dvanajstih sort. Razlike upoštevajo čas skladiščenja. Termin potika: A: Termin I, B: Termin II.
Figure 50: Content of sugars (mg/g of dry weight) (average $\pm$ standard deviation) in stems and leaves of cuttings of all 12 cultivars and storage times. Season of propagation: A: Termin I, B: Termin II.

Iz slike 51 so razvidne statistično značilne razlike v vsebnosti posameznega sladkorja v potaknjencih vseh dvanajstih sort v obeh terminih potika, glede na čas skladiščenja pred potikom. Izmerjene vrednosti vseh sladkorjev so bile višje v drugem terminu, glede na termin je razlika največja pri glukozi. Čas skladiščenja pred potikom ni imel statistično značilnega vpliva na vsebnost saharoze in glukoze v prvem terminu.



Slika 51: Vsebnost različnih sladkorjev (mg/g suhe snovi) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) v potaknjencih vseh dvanajstih sort, glede na čas skladiščenja. Termin potika: A: Termin I, B: Termin II.
Figure 51: Content of sugars (mg/g of dry weight) (average $\pm$ standard deviation) in cuttings of all 12 cultivars, related to storage time. Season of propagation: A: Termin I, B: Termin II.

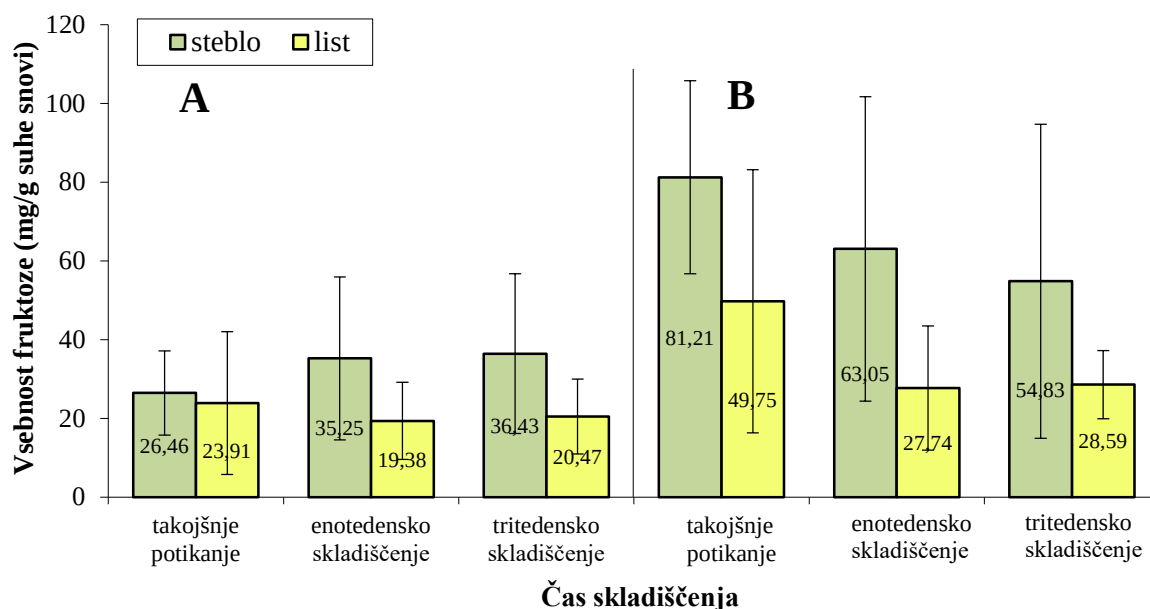
Vsebnost saharoze je bila tako v listih kot v steblih višja v drugem terminu potika, ko smo izmerili tudi večje razlike med časi skladiščenja pred potikom, kar je razvidno iz slike 52.



Slika 52: Vsebnost saharoze (mg/g suhe snovi) (povprečje ± standardna deviacija) v steblih in listih potaknjencev vseh dvanajstih sort glede na čas skladiščenja. Termin potika: A: Termin I, B: Termin II.

Figure 52: Content of sucrose (mg/g of dry weight) (average ± standard deviation) in stems and leaves of cuttings of all 12 cultivars, related to storage time. Season of propagation: A: Termin I, B: Termin II.

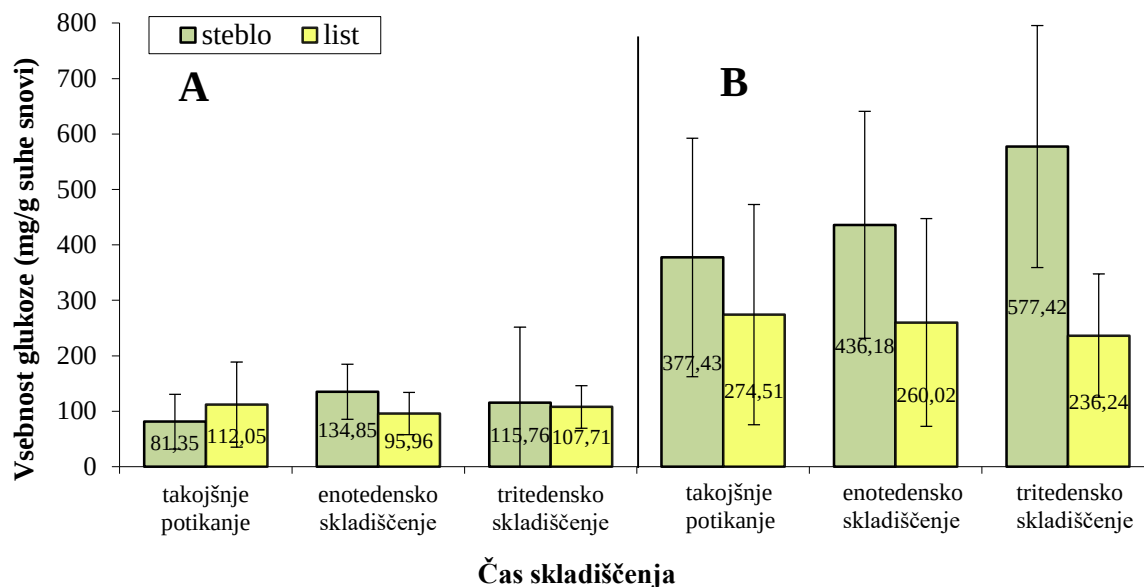
Iz slike 53 je razvidno, da razlike v vsebnosti fruktoze po različnih časih skladiščenja potaknjencev v prvem terminu potika, niso statistično značilne. V drugem terminu je vsebnost tako v steblo kot listu večja kot v prvem terminu, s časom skladiščenja pa se zmanjšuje.



Slika 53: Vsebnost fruktoze (mg/g suhe snovi) (povprečje ± standardna deviacija) v steblih in listih potaknjencev vseh dvanajstih sort glede na čas skladiščenja. Termin potika: A: Termin I, B: Termin II.

Figure 53: Content of sugar fructose (mg/g of dry weight) (average ± standard deviation) in stems and leaves of cuttings of all 12 cultivars, related to storage time. Season of propagation: A: Termin I, B: Termin II.

Izmerjena vsebnost glukoze je bila večja v drugem terminu potika. V prvem terminu razlike med organoma in časi skladiščenja niso statistično značilne. V drugem terminu potika se je vsebnost glukoze v steblih precej povečala z daljšim časom skladiščenja, medtem ko se je vsebnost v listih po daljšem času skladiščenja le malo zmanjšala (slika 54).

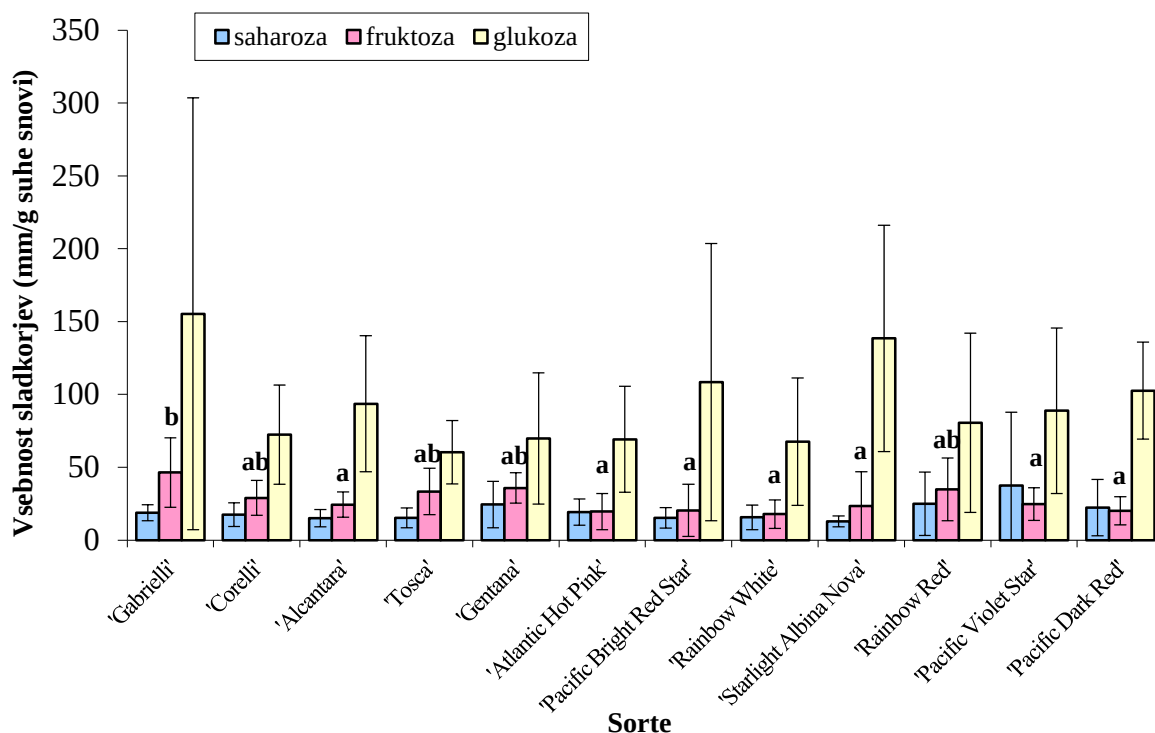


Slika 54: Vsebnost glukoze (mg/g suhe snovi) (povprečje $\pm$ standardna deviacija) v steblih in listih potaknjencev vseh dvanajstih sort glede na čas skladiščenja. Termin potika: A: Termin I, B: Termin II.

Figure 54: Content of glucose (mg/g of dry weight) (average $\pm$ standard deviation) in stems and leaves of cuttings of all 12 cultivars, related to storage time. Season of propagation: A: Termin I, B: Termin II.

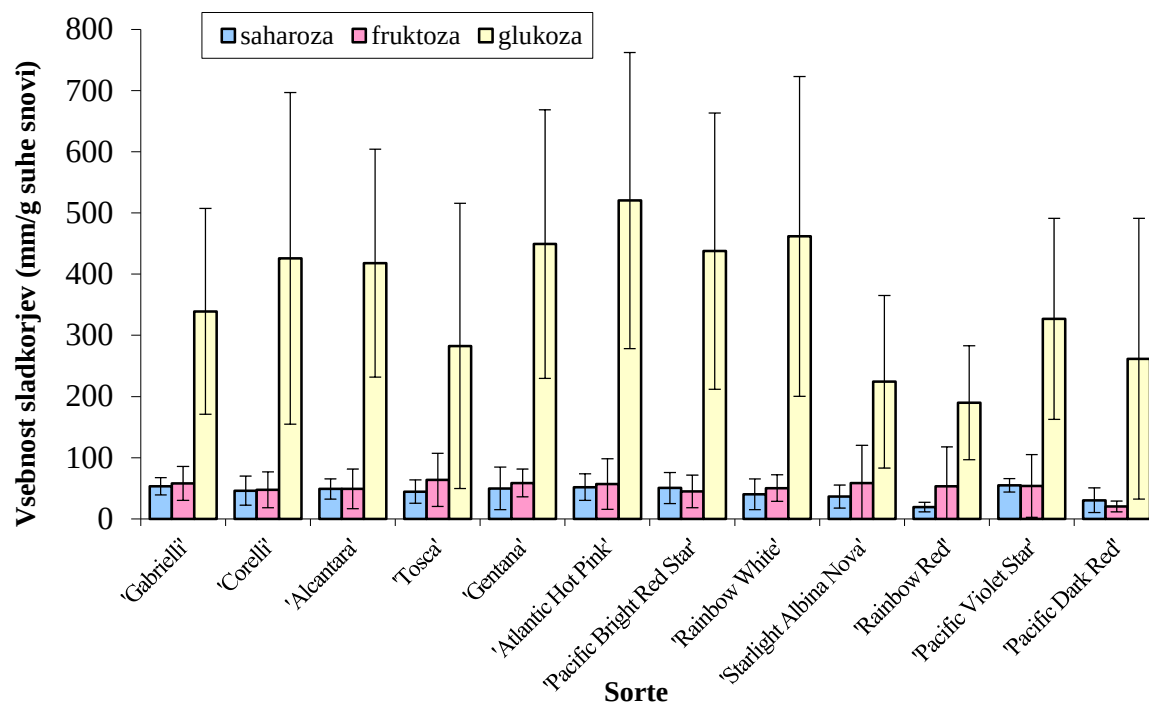
Skupno vsebnost vseh treh sladkorjev v listih in steblih potaknjencev vseh dvanajstih sort v obeh terminih potika, prikazujeta slika 55 (Termin I) in slika 57 (Termin II). V obeh terminih je bila izmerjena vsebnost glukoze precej višja od vsebnosti saharoze in glukoze. Statistično značilne so razlike pri vsebnosti fruktoze v prvem terminu: največjo vsebnost smo izmerili pri pokončni sorti *P. zonale* 'Gabrielli' ($46,38 \pm 23,79$ mg/g suhe snovi stebel in listov) in najnižjo pri povešavi *P. peltatum* 'Rainbow White' ($17,82 \pm 9,74$ mg/g suhe snovi stebel in listov). V prvem terminu sorta 'Gabrielli' izstopa tudi po vsebnosti glukoze ($155,34 \pm 148,15$ mg/g suhe snovi), vendar z zelo velikim standardnim odklonom od povprečne vrednosti.

V drugem terminu z nizkimi izmerjenimi vrednostmi sladkorjev izstopa povešava sorta *P. peltatum* 'Rainbow Red' (vsebnost glukoze $189,70 \pm 93,16$ mg/g suhe snovi, vsebnost saharoze $19,13 \pm 7,93$ mg/g suhe snovi), med najvišjimi izmerjenimi vrednostmi pa *P. peltatum* 'Atlantic Hot Pink' (vsebnost glukoze $520,23 \pm 242,07$ mg/g suhe snovi, vsebnost saharoze $51,83 \pm 21,80$ mg/g suhe snovi). Za meritve vsebnosti glukoze v drugem terminu potika je pri vseh sortah značilen velik standardni odklon od povprečne vrednosti.



Slika 55: Vsebnost različnih sladkorjev (mg/g suhe snovi) (povprečje ± standardna deviacija) v potaknjencih vseh dvanajstih sort v prvem terminu potika (Termin I).

Figure 55: Content of sugars (mg/g of dry weight) (average ± standard deviation) in cuttings of all 12 cultivars in first season of propagation (Termin I).



Slika 56: Vsebnost različnih sladkorjev (mg/g suhe snovi) (povprečje ± standardna deviacija) v potaknjencih vseh dvanajstih sort v drugem terminu potika (Termin II).

Figure 56: Content of sugars (mg/g of dry weight) (average ± standard deviation) in cuttings of all 12 cultivars in second season of propagation (Termin II)

5 RAZPRAVA

Sortiment okrasnih rastlin je vsako leto večji, med najbolj priljubljenimi in razširjenimi pri nas in po svetu pa ostajajo pelargonije zaradi svoje dolgotrajne in razkošne rasti in cvetenja, nezahtevne oskrbe in preprostega razmnoževanja. Ob pravilni negi so pelargonije dovolj prilagodljive, da jih lahko gojimo kot sobne rastline ali na prostem kot lončnice oziroma posodovke. Večina vrst izvira iz južne in jugovzhodne Afrike, v Evropo naj bi prve prinesli že pred 400 leti. Rod pelargonij je precej raznolik, glede na morfološke, kariološke, palinoške in kemotaksonomske značilnosti jih razvrščamo v 14 sekcij (Meyers, 2006).

Najbolj razširjen način razmnoževanja pelargonij je vegetativno razmnoževanje s potaknjenci – zelenimi poganjki, ki imajo razvit vsaj en brst. Metoda je relativno hitra, enostavna, poceni, vzgojene rastline so enotnega videza. Pred nekaj desetletji je večina največjih svetovnih vzgojiteljev okrasnih rastlin, proizvodnjo (tudi pelargonij) pričela seliti v tropska in subtropska območja Afrike, Srednje Amerike in Azije. Vzrok so predvsem nižji proizvodni stroški, nižji davki in podpora lokalnih vlad (Dümmen, 2010; Higgins, 2011). Neukoreninjene potaknjence se iz matičnih nasadov transportira po celem svetu, v končnih državah ukoreninja in sadi v gojitvene posode. Ustrezno skladiščenje potaknjencev pred potikom je ključnega pomena za njihovo uspešno koreninjenje in kasnejšo rast in razvoj rastlin.

Na uspešnost razmnoževanja s potaknjenci vpliva več dejavnikov:

- ustrezna starost ter fiziološko in biokemijsko stanje matičnih rastlin, s katerih se odvzema potaknjence,
- čas rezi in potika, ki je odvisen od klimatskih razmer - pelargonije se v zmernem podnebju načeloma ukoreninjajo v vsakem letnem času, razen v zgodnji in srednji zimi,
- oskrba in skladiščenje potaknjencev, kar najbolj vpliva na vsebnost vode, rastnih regulatorjev, primarnih metabolitov in hranilnih snovi v potaknjencih (Behrens, 1988). V zadnjih desetletjih so bile preizkušane različne metode, s katerimi bi pri skladiščenju potaknjencev ohranili njihovo dobro fiziološko stanje, zavrli katabolne procese in okužbe s patogeni: uporaba nizkih temperatur skladiščenja (Behrens, 1988; Arteca in sod., 1996), nižje koncentracije kisika (Doyle, 2003), preventivna uporaba fungicidov in germicidov (Purer in Mayak, 1988; Behrens, 1988), zaviranje delovanja etilena s srebrovimi ioni (Mutui in sod., 2010; Doyle, 2003) in druge,
- vsebnost endogenih snovi: ogljikovih hidratov (Hartmann in sod., 1997; Druege in sod., 2004; Rapaka in sod., 2008), rastnih regulatorjev – predvsem avksinov (Lanteri in sod., 2009; Urbanek Krajnc in sod., 2013; Nag in sod., 2013), jasmonatov (Bellini in sod., 2012), strigolaktonov (Rasmussen in sod., 2012) in drugih,
- zunanji dejavniki: relativna vlaga, temperatura, svetloba, rastni substrat.

V našem poskusu smo ocenjevali, merili in vrednotili različne parametre, po katerih lahko primerjamo in ocenjujemo vpliv skladiščenja potaknjencev različnih sort pelargonij, na

uspešnost njihovega preživetja, tvorbo nadomestnih korenin, rast in razvoj rastlin ter vsebnost sladkorjev.

Prvo serijo potaknjencev smo v vsakem od obeh terminov, potaknili takoj po odvzemu z matičnih rastlin, drugi dve seriji pa smo pred potikom skladiščili v temi pri 4 °C (en teden in tri tedne), saj viri navajajo (Druege in Kadner, 2008; Druege, 2009; Behrens, 1988), da naj bi nižja temperatura skladiščenja zmanjšala stopnjo fotosinteze v listih potaknjenca, kar pospeši transport saharoze v njegovo bazo ter poveča uspešnost koreninjenja. Zanimala nas je tudi povezava med vsebnostjo posameznih sladkorjev v različnih organih potaknjencev ter kakovostjo koreninjenja. Vloga ogljikovih hidratov pri koreninjenju še vedno ni popolnoma pojasnjena, kljub dolgoletnim raziskavam. Večina poročil kaže pozitivno korelacijo (Druege in sod., 2004; Rapaka in sod., 2005; Druege, 2009), vendar je optimalno koncentracijo v eksperimentalnih razmerah težko določiti, saj je koreninjenje kompleksen metabolični proces, pri katerem je nemogoče nadzorovati vse zunanje in notranje dejavnike (Osterc, 2009; Veierskov, 1988). Z dobljenimi rezultati smo dobili tudi podatke o najprimernejšem terminu potika potaknjencev in sortah, ki so izkazale najbolj kakovostno koreninjenje in kasnejši razvoj rastlin.

V poskusu se je izkazalo, da je bil skupni delež preživelih potaknjencev pet tednov po potiku v terminu I (pozna pomlad) 96,88 % in v terminu II (pozno poletje) 62,15 %. V drugem terminu potika so razlike v koreninjenju statistično značilne med časi skladiščenja: največ potaknjencev je v povprečju pri vseh sortah preživel po takojšnjem potikanju (88,89 %), medtem ko jih je po tritedenskem skladiščenju preživel približno četrtina. Statistično značilne razlike med sortami so v prvem terminu majhne, v drugem terminu pa se pojavijo med pokončnimi (*P. zonale*) in povešavimi (*P. peltatum*) sortami pelargonij. Druege (2009) trdi, da je preživetje potaknjencev odvisno predvsem od vsebnosti sladkorjev v njihovih steblih – v našem poskusu je bila vsebnost skupnih in vseh treh posamičnih merjenih sladkorjev (saharoze, fruktoze in glukoze) v steblih potaknjencev v vseh variantah skladiščenja občutno večja v drugem terminu potika. Za zelo majhen odstotek preživelih potaknjencev (25,32 %) v drugem terminu po tritedenskem skladiščenju so najverjetneje krivi slabe skladiščne razmere – zaradi velike količine rastlinskega materiala v hladilniku, so bili potaknjenci že pred potikom v slabem stanju, uveli in zmečkani.

Z vizualno oceno kakovosti koreninjenja pet tednov po potiku smo ugotovili, da je bila prirast koreninske grude v povprečju slabša v drugem terminu potika. Statistične razlike med ocenjenimi kakovostnimi razredi prirasta korenin po različnih časih skladiščenja pred potikom, so bile v prvem terminu potika manjše kot v drugem. Največ potaknjencev smo uvrstili v drugi kakovostni razred (slaba prekoreninjenost): v prvem terminu potika 47,97 % in v drugem 68,47 % (povprečje potikanja po vseh treh variantah skladiščenja). Med sortami v obeh terminih izstopata povešava *P. peltatum* 'Pacific Dark Red' in pokončna *P. zonale* 'Alcantara'. V drugem terminu ni bilo nobene ocene zelo dobrega koreninjenja (četrti kakovostni razred), medtem ko smo v prvem terminu po enotedenskem skladiščenju tako ocenili 21,55 %

potaknjencev. Med sortami z zelo dobro oceno izstopata pokončna *P. zonale* 'Alcantara' (50 % potaknjencev) in povešava *P. peltatum* 'Pacific Bright Red Star' (41,7 % potaknjencev). Viri navajajo (Druege, 2009; Rapaka in sod., 2005), da je kakovost koreninjenja potaknjencev pelargonij v pozitivni korelaciji z vsebnostjo sladkorjev – predvsem glukoze – v listih potaknjencev. V našem poskusu se je izkazalo, da je bila vsebnost vseh sladkorjev v drugem terminu precej večja kot v prvem, zato očitno večja vsebnost sladkorjev ni vplivala na kakovost koreninjenja potaknjencev.

Rast in razvoj rastlin smo v poskusu merili dvanajst tednov po potiku oziroma sedem tednov po presajanju ukoreninjenih potaknjencev iz gojitvenih plošč v lončke. Zanimala nas je dolžina glavnega poganjka, število in dolžina stranskih poganjkov ter število cvetov in cvetnih popkov pri šestih naključno izbranih rastlinah vsake sorte. Na dolžino glavnega poganjka je statistično značilno vplivala sorta, termin potika in čas skladiščenja pred potikom. Povprečna dolžina glavnega poganjka je bila značilno daljša pri potaknjencih v prvem terminu potikanja. Najkrajše glavne poganjke so razvile rastline po treh tednih skladiščenja, tako v prvem kot drugem terminu. Meritve znotraj posameznih terminov potika so bile med seboj zelo variabilne v obeh terminih. Po pričakovanjih so povešave sorte (predvsem *P. peltatum* 'Rainbow White' in 'Rainbow Red'), razvile statistično daljše poganjke od pokončnih sort.

Na število in dolžino stranskih poganjkov pri poskusnih rastlinah je statistično značilno vplivala sorta in čas skladiščenja pred potikom: najmanj stranskih poganjkov so proizvedle rastline po tritedenskem skladiščenju. Termin potika ni imel značilnega vpliva na število stranskih poganjkov, imel pa je značilen vpliv na dolžino stranskih poganjkov. Po pričakovanjih smo izmerili razlike med sortami: več in v povprečju daljše stranske poganjke so razvile rastline povešavih sort, predvsem *P. peltatum* 'Rainbow White' v vseh treh variantah skladiščenja pred potikom. Med pokončnimi sortami so razlike tako v povprečnem številu kot dolžini stranskih poganjkov statistično manjše kot med povešavimi sortami, pri katerih so meritve bolj variabilne tako med sortami kot med posameznimi rastlinami pri posamezni sorti.

Statistično značilne razlike v povprečnem številu cvetov in cvetnih brstov (popkov) na rastlino smo izmerili med terminoma potika in časom skladiščenja pred potikom. Več cvetov so rastline proizvedle v prvem terminu (največ povešava sorta *P. peltatum* 'Pacific Violet Star', v povprečju 2,89 na rastlino), v obeh terminih potika pa najmanj po tritedenskem skladiščenju. Povprečno večje število cvetov in cvetnih nastavkov so razvile pokončne sorte (*P. zonale*), med katerimi so razlike statistično manjše kot med povešavimi (*P. peltatum*), pri katerih so meritve med posameznimi sortami precej bolj variabilne.

Na vsebnost sladkorjev (saharoze, fruktoze in glukoze) v potaknjencih statistično značilno vpliva termin potika. V drugem terminu so bile izmerjene vrednosti, tako v listih kot steblih, večje kot v vzorcih iz prvega termina. Na vsebnost ogljikovih hidratov v potaknjencih, vpliva stopnja njihove fotosintetske aktivnosti (Rapaka in sod., 2005; Druege, 2009), posredno pa na vsebnost

ogljikovih hidratov in fotosintetsko aktivnost potaknjencev vpliva tudi stanje matičnih rastlin, iz katerih so bili odvzeti in intenzivnost svetlobe, pri kateri so bile matične rastline gojene (Druge, 2009). Največjo razliko smo izmerili pri vsebnosti glukoze v steblih: v prvem terminu v povprečju 94,11 mg/g suhe snovi, medtem ko v drugem terminu 460,43 mg/g suhe snovi. Naše meritve so v nasprotju z ugotovitvijo Rapake in sod. (2005), ki so največjo vsebnost sladkorjev izmerili pri potaknjencih pelargonij, potaknjenih spomladi. Tudi vsebnost glukoze v bazalnem delu stebel, je po njihovih trditvah v pomladnem času precej večja od vsebnosti glukoze poleti. Statistično značilne razlike v vsebnosti sladkorjev med organoma, smo izmerili le v drugem terminu potika: vsebnost vseh treh sladkorjev je bila večja v steblih kot listih.

Čas skladiščenja pred potikom je statistično malo vplival na vsebnost posameznih sladkorjev v posameznem terminu. Izmerjene vsebnosti so bile večje v drugem terminu, razlika med terminoma je največja pri glukozi. Druge (2009) sicer trdi, da je med kratkotrajnim skladiščenjem na hladnem in vsebnostjo sladkorjev v potaknjencih, negativna korelacija. Še posebej to velja za saharozo, kar smo ugotovili tudi v našem poskusu. V drugem terminu potika se vsebnost tako saharoze kot fruktoze z daljšim časom skladiščenja zmanjšuje tako v listih kot v steblih. Veierskov (1988) in Rapaka s sod. (2005) trdita, da se vsebnost sladkorjev pri skladiščenju zmanjša predvsem v listih in ne toliko v steblih, kar za naše meritve ne drži. Po enem tednu skladiščenja pride do opazne akumulacije sladkorjev v bazalni del stebra – gre za bazipetalni transport predvsem saharoze iz mest nastanka v zelenih listih na mesto porabe, kjer se tvori nadomestne korenine (Rapaka in sod., 2005). V našem poskusu smo po skladiščenju v prvem terminu, izmerili večjo vsebnost fruktoze in glukoze v steblih potaknjencev, v drugem terminu pa je bila vsebnost glukoze v steblih večja pri obeh variantah skladiščenja (takojšen potik: 377,43 mg/g suhe snovi., enotedensko skladiščenje: 436,18 mg/g suhe snovi., tritedensko skladiščenje: 577,42 mg/g suhe snovi).

Vsebnost saharoze in fruktoze v potaknjencih se med sortami statistično ne razlikuje, ne v prvem in ne v drugem terminu potika. Večje razlike smo izmerili pri vsebnosti glukoze: predvsem v drugem terminu potika so razlike predvsem med povešavimi sortami (*P. peltatum* 'Atlantic Hot Pink' $520,23 \pm 242,07$ mg/g suhe snovi, *P. peltatum* 'Rainbow Red' $189,70 \pm 93,16$ mg/g suhe snovi). Za vse izmerjene vrednosti je značilna tudi velika standardna deviacija, kar pomeni veliko variabilnost med izmerjenimi vrednostmi.

6 SKLEPI

Na podlagi poskusa, s katerim smo hoteli proučiti vpliv kratkotrajnega skladiščenja na kakovost in razvoj potaknjencev dvanajstih izbranih sort pelargonij, lahko sklepamo naslednje:

- Pelargonije lahko uspešno vegetativno razmnožujemo z zelenimi potaknjenci od spomladi do jeseni.
- Kakovost koreninjenja potaknjencev je boljša pri razmnoževanju spomladi.
- Čas skladiščenja negativno vpliva na kakovost koreninske grude potaknjencev: najboljše koreninijo potaknjenci po takojšnjem potiku in najslabše po tritedenskem skladiščenju.
- Na kakovost koreninjenja vpliva sorta: najboljše so koreninili potaknjenci pokončne sorte *P. zonale* 'Alcantara' in povešave *P. peltatum* 'Pacific Bright Red Star'.
- Na dolžino glavnega poganjka statistično značilno vpliva sorta oziroma sortna skupina, termin potika in čas skladiščenja pred potikom. Povprečna dolžina glavnega poganjka je bila najdaljša po takojšnjem potiku v prvem terminu.
- Na število stranskih poganjkov statistično značilno vpliva sorta in čas skladiščenja pred potikom. Več stranskih poganjkov so proizvedle rastline iz skupine povešavih pelargonij, najmanj pa v obeh terminih rastline po treh tednih skladiščenja.
- Povprečno število cvetov in popkov na rastlino se statistično značilno razlikuje med terminoma potika in časom skladiščenja pred potikom. Več so jih rastline proizvedle v prvem terminu in najmanj po tritedenskem skladiščenju v obeh terminih potika.
- Vsebnost vseh treh merjenih sladkorjev je bila večja v drugem terminu potika.
- Statistično značilne razlike v vsebnosti vseh sladkorjev v steblih in listih smo izmerili le v drugem terminu potika.
- Vsebnost saharoze in fruktoze se je v drugem terminu manjšala s časom skladiščenja. V prvem terminu čas skladiščenja ni vplival na vsebnost saharoze in fruktoze.
- Vsebnost glukoze v steblih potaknjencev se povečuje z daljšim časom skladiščenja.
- Med sortami ni statističnih razlik v vsebnosti saharoze in fruktoze. Vsebnost glukoze v potaknjencih je zelo variabilna med posameznimi sortami.
- Kljub nasprotni hipotezi, vsebnost sladkorjev v potaknjencih ni v pozitivni korelaciji s sposobnostjo tvorbe nadomestnih korenin.

7 POVZETEK (SUMMARY)

7.1 POVZETEK

Priljubljenost pelargonij kot okrasnih rastlin zaradi njihove okrasne vrednosti, raznolikosti sort in preprostega gojenja, ostaja. Vsako leto svetovno tržišče zahteva ogromne količine novih rastlin, ki jih največji svetovni proizvajalci pridelujejo v matičnih nasadih v tropskih in subtropskih območjih Afrike, Srednje Amerike in Azije ter jih večinoma kot neukoreninjene potaknjence transportirajo po vsem svetu. Razlog za selitev proizvodnje so manjši proizvodni stroški, negativne posledice mednarodne oziroma medcelinske proizvodnje in trgovanja pa so predvsem večji transportni stroški, tveganje večjih izgub pri transportu in uvoz patogenov. Rastlinski material je pri transportu izpostavljen različnim stresnim dejavnikom, zato je ustrezno skladiščenje pred potikom ključnega pomena za uspešno koreninjenje potaknjencev in kasnejšo rast in razvoj rastlin.

Razmnoževanje s potaknjenci je najpomembnejša metoda vegetativnega razmnoževanja pelargonij. Uspešnost koreninjenja potaknjencev je odvisna od zunanjih in notranjih dejavnikov: stanja matičnih rastlin, časa rezi potaknjencev, trajanja in oskrbe v času skladiščenja, izgube hranil in vode, vsebnosti endogenih spojin ter različnih okoljskih dejavnikov potika. Skladiščenje vpliva tudi na vsebnost ogljikovih hidratov, ki pri nastanku nadomestnih korenin sodelujejo kot signalne molekule, vir energije in ogljikovih skeletov.

V naši raziskavi smo ugotavljali vpliv skladiščenja potaknjencev različnih sort pelargonij pred potikom. Ocenjevali in merili smo razlike v preživelosti, kakovosti koreninjenja, rasti in razvoju rastlin ter vsebnosti treh sladkorjev: saharoze, fruktoze in glukoze v steblih in listih potaknjencev. Poskus je potekal v rastlinjaku Biotehniške fakultete, izbrali smo dvanajst sort pelargonij: pet iz skupine pokončnih (pasastih, *P. zonale*) in sedem iz skupine povešavih sort (bršljanolistnih, *P. peltatum*). Potaknjence smo potikali v dveh terminih: zgodnje spomladanskem in pozno poletnem, v treh serijah: prvo takoj po odvzemu z matičnih rastlin, drugo po enotedenskem in tretjo po tritedenskem skladiščenju v temi pri 4 °C. Iz zamrznjenih listov in stebel vsake sorte iz vsake serije potika, smo ekstrahirali sladkorje in z metodo HPLC izmerili njihovo vsebnost v vzorcih.

Preživelost potaknjencev je bila večja v prvem (96,88 %) kot v drugem terminu (62,15 %). Statistična analiza je pokazala, da čas skladiščenja potaknjencev pred potikom ni vplival na njihovo preživetje v prvem terminu, v drugem terminu je bil rezultat slabši zaradi slabih skladiščnih razmer, ki so negativno vplivale na stanje potaknjencev pred potikom. Večina potaknjencev je glede na oceno po boniturni shemi, tvorila slabo koreninsko grudo. Rezultati koreninjenja so bili boljši v prvem terminu potika, v katerem smo z oceno dobro in zelo dobro skupaj ocenili skoraj 44 % potaknjencev. V drugem terminu je bilo le 10 % potaknjencev ocenjenih z oceno dobro, z zelo dobro niti eden. Tako pri preživetju kot

kakovosti koreninjenja sta najboljši rezultat dosegli pokončna sorta *P. zonale* 'Alcantara' in povešava sorta *P. peltatum* 'Rainbow White'.

Na dolžino glavnega poganjka je statistično značilno vplivala sorta, termin potika in čas skladiščenja: najkrajše glavne poganjke smo izmerili v drugem terminu po tritedenskem skladiščenju pri pokončnih sortah, statistično značilno najdaljše glavne poganjke so dosegle rastline povešavih sort *P. peltatum* 'Rainbow White' in 'Rainbow Red', tako v prvem kot drugem terminu. Med pokončnimi sortami (*P. zonale*) so statistične razlike neznačilne v obeh terminih potika.

Na povprečno število in dolžino stranskih poganjkov termin potika ni imel statistično značilnega vpliva. Statistično večje razlike so med povešavimi (*P. peltatum*) kot pokončnimi sortami pelargonij (*P. zonale*) v vseh treh serijah potika. Največ stranskih poganjkov so v povprečju proizvedle rastline *P. peltatum* 'Rainbow White'. Več cvetov in popkov so rastline proizvedle v prvem kot v drugem terminu. V obeh terminih potika se statistično značilne razlike pojavijo med rastlinami, potaknjenimi po tritedenskem skladiščenju, in rastlinami, potaknjenimi takoj oziroma po enotedenskem skladiščenju. Vrednosti so bolj variabilne med povešavimi sortami.

Vsebnost vseh treh merjenih sladkorjev je bila večja v drugem terminu potika. Statistično značilne razlike v vsebnosti vseh sladkorjev v steblih in listih smo izmerili le v drugem terminu potika. Največjo razliko smo izmerili pri vsebnosti glukoze v steblih: v prvem terminu v povprečju 94,11 mg/g suhe snovi, medtem ko v drugem terminu 460,43 mg/g suhe snovi.

Vsebnost saharoze in fruktoze se je v drugem terminu manjšala s časom skladiščenja, medtem ko se je vsebnost glukoze v steblih potaknjencev z daljšim časom skladiščenja večala. Med potaknjenci različnih sort ni statističnih razlik v vsebnosti saharoze in fruktoze, vsebnost glukoze pa je med posameznimi sortami zelo variabilna.

7.2 SUMMARY

Pelargoniums remain among top three bedding plants worldwide, because of their ornamental value, variety of cultivars and easy breeding. Propagation of ornamental plants has developed into a global industrial process: stock plants are grown on a large-scale in tropical and subtropical regions in Africa, Central America or Asia. Before the rooting phase, cuttings undergo postharvest storage and/or transport to rooting stations in Europe, USA, etc. They are exposed to various stress factors, which affect their condition and rooting potential during this period. Appropriate postharvest treatment of cuttings must be chosen to insure the maintenance of quality of cuttings during storage and later plant

growth and development. Advantages of offshore production are related with lower production costs, disadvantages are mainly higher transportation costs, higher risk of plants/cuttings loss during shipment and new pathogens pressure.

The rooting of stem cuttings is one of the best and economically-viable propagation methods for pelargoniums. Cuttings, removed from the stock plants, undergo various anatomical, morphological and physiological changes. The formation of adventitious roots is regulated by both environmental (stock plant condition, temperature, light, relative humidity etc.) and endogenous factors (hormones, sugars and other molecules).

The purpose of our study was to determine the influence of pre-rooting storage on adventitious root formation of different *Pelargonium* sp. cultivars. Differences in survival and rooting formation quality, overall growth and development of plants and content of three sugars in stems and leaves were measured and evaluated. Our experiment took place in greenhouse facility on Ljubljana Biotechnical Faculty. Twelve pelargonium cultivars were chosen: five from Zonal group (*P. zonale*) and seven from Ivy-leaved group (*P. peltatum*). Cuttings were inserted in rooting medium in two seasons: first one early spring and second late summer. They were planted in three series: immediately, stored for one week and three weeks in a dark place on 4 °C. From deep frozen samples of leaves and stems, we extracted sugars sucrose, fructose and glucose and measured their content with HPLC method.

More cuttings survived in first season (96,88 %) than in the second (62,15 %). Survival of cuttings was not statistically related to the storage time in first propagation season. In second season, survival was effected by unfavorable storage conditions, which negatively influenced propagation success by killing cuttings and/or reduce their rooting potential. Most cuttings rooted weakly according to quality evaluation scheme. Intensity of adventitious root formation was higher in first propagation season: almost 44 % of rooted cuttings were ranked with good and very good grade, whereas in second only 10 % of cuttings were ranked with good and none with very good grade. The best results were achieved in cultivar *P. zonale* 'Alcantara' and *P. peltatum* 'Rainbow White'.

The average length of main shoot was statistically related to the cultivar type, time of storage and propagation season: the shortest main shoots were measured in second season of propagation after three weeks storage time in *P. zonale* cultivars. The longest main shoots were developed in *P. peltatum* 'Rainbow White' and *P. peltatum* 'Rainbow Red' in both seasons of propagation. Between *P. zonale* cultivars, differences in the average length of main shoot were insignificant in both seasons of propagation. The same applies also for average number and length of lateral shoots. The highest average number of lateral shoots was produced in *P. peltatum* 'Rainbow White'. Plants produced more flowers and buds in

first season of propagation. There were statistical differences between storage times. Measured values varied more in *P. peltatum* group.

Measured content of all three sugars was highest in the second season of propagation. Sugar content in stems was higher than in leaves in both seasons of propagation and all terms of storage. Content of glucose was higher than content of sucrose and fructose in every propagation version. Content of sucrose and fructose was related to storage time in second season of propagation. Significant difference of glucose content was measured in samples from first (60,28 – 155,34 mg/g of dry weight) and second term of propagation (189 – 520 mg/g of dry weight). Between different cultivars, there were no statistically related differences in sucrose and fructose content, while measured content of glucose varied more between different pelargonium cultivars.

8 VIRI

Adams T. 2006. *Pelargonium triste*.

<http://www.plantzafrica.com/plantnop/pelargtrist.htm> (21. 12. 2010)

Agulló-Antón M. Á., Ferrández-Ayela A., Fernández-García N., Nicolás C., Albacete A., Pérez-Alfocea F., Sánchez-Bravo J., Pérez-Pérez J. M., Acosta M. 2014. Early steps of adventitious rooting: morphology, hormonal profiling and carbohydrate turnover in carnation stem cuttings. *Physiologia Plantarum*, 150, 3: 446-462

Ahkami A.M., Lischewski S., Haensch, K.T., Porfirova S., Hofmann J., Rolletschek H., Melzer M., Franken P., Hause B., Druege U., Hajirezaei M.R. 2009. Molecular physiology of adventitious root formation in *Petunia* hybrid cuttings: involvement of wound response and primary metabolism. *New Phytologist*, 181: 613-625

Allen C., Klopmeier M. 2010. Offshore Geranium Cuttings Production Program - A Pathway Mitigation Partnership between APHIS and the Geranium Industry. Continental Dialogue Meeting.

http://www.continentalforestdialogue.org/events/dialogue/2010-10-05/presentations/Lin_Schmale2.pdf (27. 9. 2011)

Arteca R. N., Arteca J. M., Wang T. W., Schlaghaufer C. D. 1996. Physiological, biochemical, and molecular changes in *Pelargonium* cuttings subjected to short-term storage conditions. *Journal of The American Society for Horticultural Science*, 121, 6: 1063-1068

Bellini C., Demailly H., Flokova K., Geiss G., Gutierrez L., Kowalczyk M., Mongelard G., Novák O., Păcurar D., Păcurar M., Staswick P. 2012. Auxin controls arabidopsis adventitious root initiation by regulating jasmonic acid homeostasis. *Plant Cell*, 24, 6: 2515-2527

Behrens V. 1988. Storage of unrooted cuttings. V: *Adventitious Root Formation In Cuttings*. Davis T.D., Haissig B. E., Sankhla N. (ur.). Portland, Dioscorides Press: 235-247

Billinger J. 2004. *Geranium peltatum* 'Mexicana'.

<http://www.geograph.org.uk/photo/2687296> (26. 5. 2016)

Bohanec B. 1992. Tehnike rastlinskih tkivnih kultur. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 168 str.

Bolezni balkonskega cvetja. Agroruse.

<http://www.agroruse.si/okrasne-rastline/balkonsko-cvetje/bolezni/> (9. 6. 2016)

Bradley S. 2004. Kaj se dogaja z mojo rastlino? Ljubljana, Prešernova družba: 144 str.

Chilltem Seeds. 2016. *Pelargonium peltatum*, 'Summer Showers' Mixed, F1 Hybrid (22. 5. 2016)

Demšar T., Dreo T., Ravnikar M. 2001. Bakterijska uvelost pelargonij *Xanthomonas campestris* pv. *pelargonii* (Brown 1923) Dye 1978. V: Zbornik predavanj in referatov 5. slovenskega posvetovanja o Varstvu rastlin. Dobrovoljc D., Urek G. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 464-467

Doyle B. M., Roycroft J. F., Cassells A. C. 2003. The effects of stress on the quality of *Pelargonium* propagules during shipment as measured using chlorophyll fluorescence. V: Bulgarian Journal of Plant Physiology, 29, 3-4: 273-281

Druege U., Zerche S., Kadner R. 2004. Nitrogen and storage-affected carbohydrate partitioning in high-light-adapted *Pelargonium* cuttings in relation to survival and adventitious root formation under low light. Annals of Botany, 94: 831-842

Druege U., Kadner R. 2008. Response of post-storage carbohydrate levels in pelargonium cuttings to reduced air temperature during rooting and the relationship with leaf senescence and adventitious root formation. Postharvest Biology and Technology 47: 126-35

Druege U. 2009. Involvement of carbohydrates in survival and adventitious root formation of cuttings within the scope of global horticulture. Adventitious Root Formation of Forest Trees and Horticultural Plants – From Genes to Applications. Niemi K. in Scagel C. (ur.) Kerala, Research Signpost: 187-201

Dümmen. 2007.

<http://www.gasagroup.com/GASA%20GROUP%20Divisions/YoungPlant/GardenAndBeddingplants/Pelargoniumzonalepeltatum.aspx> (16. 2. 2011)

Dümmen T. 2010. From local to global – development of the Dümmen Group.

http://www.vegepolys.eu/media/3interventionpim_dummen__040244100_1059_21012010.pdf (27. 9. 2011)

Enciklopedija vrtnarjenja. 1994. Ljubljana, Slovenska knjiga: 651 str.

FlorExpo. 2011.

<http://www.florexpo.net/index.php> (27. 9. 2011)

Geranium Blog. 2006-2016. *P. odoratissimum*.

<http://geraniums.momcom.net/?p=495> (26. 5. 2016)

Geranium Stardom Pink and White. 2002-2016. Nature Hills Nursery, Inc., Omaha.
<http://www.naturehills.com/geranium-stardom-pink-and-white> (22. 5. 2016)

Gruden K. 2008. Rastlinske tkivne kulture.
http://www.student-info.net/sis-mapa/skupina_doc/fkkt/knjiznica_datoteke/1223905166_7_9_tkivne_kulture.pdf (28. 12. 2010)

Hartmann H. T., Kester D. E., Davies F. T., Geneve L. R. 1997. Plant Propagation: Principles and Practices. New Jersey, Prentice Hall: 770 str.

Higgins A. 2011. Offshore cuttings contribute do the overall economic benefit of U.S. growers.
<http://www.greenhousemanagementonline.com/gmPro-0411-central-american-production-impact.aspx> (27. 9. 2011)

Hribar B. 2010. Pelargonije.
http://www.kalia.si/sl/clanki/okrasne_rastline/364-pelargonije (1. 6. 2010)

Jošar J. Urejanje ekoloških vrtov.
http://www.cvetlicna.si/CVET,,balkoni_in_terase,pelargonije_3_del.htm (1. 5. 2016)

Kozłowski T. T., Pallardy S. G. 1997. Growth Control in Woody Plants. San Diego, Academic Press, Inc.: 641 str.

Lanteri L., Pagnussat G., Laxalt A. M., Lamattina L. 2009. Nitric oxide is downstream of auxin and is required for inducing adventitious root formation in herbaceous and woody plants. V: Adventitious Root Formation of Forest Trees and Horticultural Plants – From Genes to Applications. Niemi K. in Scagel C. (ur.). Kerala, Research Signpost: 31-50

Maček J. 1991. Za zdrave rastline. Celje, Mohorjeva družba: 187 str.

Meyers M. 2006. Pelargoniums - An Herb Society of America Guide. Kirtland, The Herb Society of America.
<http://www.herbsociety.org/factsheets/Pelargonium> (12. 6. 2010)

Mithila J., Murch S. J., KrishnaRaj S., Saxena P. K. 2001. Recent advances in *Pelargonium* *in vitro* regeneration systems. Journal of Plant Biotechnology: Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 67, 1: 1-9

Mutui T. M., Mibus H., Serek M. 2010. The influence of plant growth regulators and storage on root induction and growth in *Pelargonium zonale* cuttings. Plant Growth Regulation, 61, 2: 185-193

Nag S., Paul A., Choudhuri M. A. 2013. Changes in peroxidase activity during adventitious root formation at the base of mung bean cuttings. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2, 5: 171-177

Navigatore Floreale. 2011.

<http://www.navigatorefloreale.it/Specie.aspx> (16. 2. 2011)

Online Plant Guide. 2007-2013. *Pelargonium radens* 'Citrosa'.

<http://www.onlineplantguide.com/Plant-Details/3194/> (25. 5. 2016)

Osterc G. 2009. A change in perspective: Stockplant qualities that influence adventitious root formation of woody species. V: *Adventitious Root Formation of Forest Trees and Horticultural Plants – From Genes to Applications*. Niemi A. in Scagel C. (ur.). Kerala, Research Signpost: 175-185

Osterc G. 2007. Kaj je dobro vedeti o avksinskih pripravkih pri potaknjencih. *Vrtnar: revija za vrtno in cvetlično kulturo*, 16, 1: 36-38

Osterc G., Štampar F. 2011. Differences in endo/exogenous auxin profile in cuttings of different physiological ages. *Journal of Plant Physiology*, 168, 17: 2088–2092

Pac Aristo® Black Beauty.

<http://www.pac-elsner.com/cms/en/detail/show/pac-aristo-black-beauty.html> (28. 7. 2011)

Pac® Success is growing.

<http://www.pac-elsner.com/cms/en/> (15. 6. 2007)

Paton F., Schwabe W.W. 1987. Storage of cuttings of *Pelargonium* x hortorum Bailey. *Journal of Horticultural Science*, 62, 1: 79-87

Pelargonium Basics. The *Pelargonium* & Geranium Society.

<http://thepags.org.uk/basics.html> (16. 7. 2010)

Plantation Plants - Gartenbau Herneth KEG. 2011.

<http://www.plantationplants.com/> (27. 9. 2011)

Podgornik Reš R. 1998. Okenske in balkonske rastline. Bled, Humko d.o.o.: 204 str.

Podgornik Reš R. 2003. Čas za koreninjenje potaknjencev. *Moj vrt*, 3, 4: 2-3

Position: Ralstonia. 2010. Society of American Floristst.

<http://safcms.memberfuse.com/?q=node/255> (4. 11. 2011)

Pravilnik o ukrepih in postopkih za preprečevanje vnosa, širjenja in za zatiranje krompirjeve rjave gnilobe. 2007. Ur. l. RS, št. 31/07

Purer O., Mayak S. 1988. Postharvest treatments for improvement of the quality of *Pelargonium* cuttings. V: Acta Horticulturae. Von Henting W.-U. in Grüber G. (ur.). Geisenheim, International Society For Horticultural Science: 591-595

Ralstonia solanacearum Data Sheets on Quarantine Pests. EPPO quarantine pest Prepared by CABI and EPPO for the EU under Contract 90/399003.

https://www.eppo.int/QUARANTINE/data_sheets/bacteria/PSDMSO_ds.pdf (5. 6. 2016)

Rapaka V. K., Bessler B., Schreiner M., Druege U. 2005. Interplay between initial carbohydrate availability, current photosynthesis, and adventitious root formation in *Pelargonium* cuttings. Plant Science, 168, 6: 1547-1560

Rapaka V. K., Faust J. E., Dole J. M., Runkle E. S. 2008. Endogenous carbohydrate status affects postharvest ethylene sensitivity in relation to leaf senescence and adventitious root formation in *Pelargonium* cuttings. Postharvest Biology and Technology, 48: 272-282

Rasmussen A., Mason M. G., De Cuyper C., Brewer P. B., Herold S., Agusti J., Geelen D., Greb T., Goormachtig S., Beeckman T., Beveridge C. A. 2012. Strigolactones suppress adventitious rooting in arabidopsis and pea. Plant Physiology, 158: 1976-1987

Rolli E., Ricci A. 2009. Effects of diphenylurea derivatives on adventitious rooting. V: Adventitious Root Formation of Forest Trees and Horticultural Plants – From Genes to Applications. Niemi K. in Scagel C. (ur.). Kerala, Research Signpost: 163-173

Sinkovič T. 2000. Uvod v botaniko. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 176 str.

Sortiment Peltaten. 2005.

<http://geranien-endsch.de/2005/html/peltaten.html> (16. 2. 2011)

Strlič M. 2000. The Pelargonium page.

<http://www2.arnes.si/~mstrli/pp.html> (1. 6. 2010)

Šegula S. 2009. Pridelava okrasnih zelnatih rastlin. Ljubljana, Zavod IRC: 86 str.
http://www.impletum.zavod.irc.si/docs/Skriti_dokumenti/Pridelava_okrasnih_zelnatih_rastlin-Segula.pdf (15. 12. 2010)

- Tomšič A. 2010. Škodljivci in bolezni pelargonij. Ljubljana, Vrtni center Kalia.
<http://www.kalia.si/sl/clanki/clanki/nega-rastlin/313-skodljivci-in-bolezni-pelargonij>
(25. 12. 2010)
- Urbanek Krajnc A., Turinek M., Ivančič A. 2013. Morphological and physiological changes during adventitious root formation as affected by auxin metabolism: Stimulatory effect of auxin containing seaweed extract treatment. *Agricultura*, 10, 1-2: 17-27
- Veierskov B. 1988. Relations between carbohydrates and adventitious root formation. V: *Adventitious Root Formation In Cuttings*. Davis T.D., Haissig B. E., Sankhla N. (ur.) Portland, Dioscorides Press: 70-79
- Vodnik D. 2006. Rastlinski rastni hormoni. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo.
web.bf.uni-lj.si/ag/botanika/gradiva/Hormoni%202005-06.pdf (11. 3. 2016)
- Weaver P. 1993. Moje vrtno rastline – Pelargonije. Ljubljana, Mladinska knjiga: 47 str.
- Zaščita rastlin z naravnimi piretrini. Ljubljana, Bioteh: 7 str.
<http://www.bioteh.si/catalog/datoteke/piretrini-20080118134743.pdf> (22. 12. 2010)
- Zgonec S. 2008. Mehkokožna pršica na bršljanki.
<http://www.slavko-zgonec.net/mehkokožna-prsica-na-brsljanki-t5336.html> (22. 12. 2010)

ZAHVALA

Iskrena hvala mentorju, prof. dr. Gregorju Ostercu, za vso pomoč in nasvete pri izdelavi moje magistrske naloge ter Mateju Jeraša za pomoč pri izvedbi raziskovalnega dela.

Hvala tudi članom komisije in dr. Karmen Stopar iz INDOK Oddelka za agronomijo za razumevanje, popravke in pregled naloge.

Moji družini in prijateljem se zahvaljujem za potrpežljivost, podporo in vzpodbudo v trenutkih, ko mi ni bilo lahko – z vašo pomočjo mi je uspel zaključek podiplomskega študija.

Hvala vsem še enkrat!