

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anita COLARIČ

**RAZMNOŽEVANJE VRST NEPOZEBNIKA
(*Hamamelis* sp.) Z ZELENI MI POTAKNJENCI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anita COLARIČ

**RAZMNOŽEVANJE VRST NEPOZEBNIKA (*Hamamelis* sp.)
Z ZELENIH POTAKNJENCI**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**VEGETATIVE PROPAGATION OF WITCH-HAZEL
(*Hamamelis* sp.) SPECIES WITH LEAFY CUTTINGS**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Oddelka za agronomijo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Poskus je bil izveden v plastenjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala izr. prof. dr. Gregorja OSTERCA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Katja VADNAL
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: doc. dr. Robert VEBERIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

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

Anita COLARIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠK	Dn
DK	UDK 635.92:631.533.3:631.535 (043.2)
KG	okrasne drevnine / nepozebnik / <i>Hamamelis</i> / vegetativno razmnoževanje / zeleni potaknjenci
KK	AGRI FO2
AV	COLARIČ, Anita
SA	OSTERC Gregor (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2010
IN	RAZMNOŽEVANJE VRST NEPOZEBNIKA (<i>Hamamelis</i> sp.) Z ZELENI POTAKNJENCI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 39, [5] str., 7 pregl., 16 sl., 4 pril., 39 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Namen diplomskega dela je bil ugotoviti, kakšen vpliv ima gnojenje substrata na uspeh razmnoževanja uporabljene vrste dlakavolistnega, kitajskega nepozebnika (<i>Hamamelis mollis</i> Oliv.) z zelenimi potaknjenci v visokotlačnem sistemu meglenja. Poskus smo zasnovali junija 2009 v plastenjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani. Zasnovali smo enofaktorski poskus s po 19 potaknjencev v štirih ponovitvah za posamezno varianto gnojenja. Potaknjence smo potikali v substrat (šota:pesek=3:1). Uporabili smo štiri različne gnojene substrate [parcela 1-kontrola brez dodanega gnojila, parcela 2 z dodatkom 0,2 g N/l substrata počasi delujočega gnojila Osmocote® Exact® 3-4 M (16-9-12-2,5 MgO), parcela 3 z dodatkom 0,2 g N/l substrata in parcela 4 z dodatkom 0,4 g N/l substrata počasi delujočega gnojila Osmocote® Exact® 3-4 M (11-11-18-2 MgO)]. Baze potaknjencev smo pred potikom pomočili v 0,5 % indol-3-masleno kislino (IBA) in 10 % Baycorja na osnovi smukca. Na koncu in pred začetkom rastne sezone smo opazovali v treh terminih uspešnost razmnoževanja in prezimitve. Rast in razvoj potaknjencev smo ocenjevali in merili z različnimi parametri (delež ukoreninjenih potaknjencev, delež potaknjencev s kalusom, način koreninjenja, število glavnih korenin, dolžino koreninskega šopa, število stranskih poganjkov, povprečen prirast glavnih in stranskih poganjkov). Ovrednotili smo slanost in pH-vrednost substrata v štirih terminih vzetih vzorcev v razmnoževalni dobi. Vsebnost saharoze (HPLC) smo analizirali v petih terminih. V vseh štirih različnih gnojilnih variantah se je ukoreninilo več kot 70 % potaknjencev. Dolžina koreninskega šopa je bila največja (15,7 cm) v substratu z 0,4 g N/l substrata (11-11-18-2 MgO). Povprečno število glavnih korenin (17,5), prirast glavnega poganjka (3,9 cm), prirast stranskih poganjkov (9,7 cm) in delež ulončenih potaknjencev (69,4 %) je bil največji v najbolj gnojnem substratu z 0,4 g N/l substrata (11-11-18-2 MgO). Največji delež uspešno razmnoženih sadik, 27,8 %, je bil v substratu z 0,2 g N/l substrata (11-11-18-2 MgO). Povečano vsebnost saharoze smo zaznali v prvem terminu vzorčenja (ob potiku-18. 6. 2009), 0,94 g/100 g sveže mase listov in 0,85 g/100 g sveže mase stebela in korenin v petem terminu (8. 10. 2009) pri kontroli.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 635.92:631.533.3:631.535 (043.2)
CX ornamental woody plants / *Hamamelis* / vegetative propagation / leafy cuttings
CC AGRIS FO2
AU COLARIČ, Anita
AA OSTERC, Gregor (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2010
TI VEGETATIVE PROPAGATION OF WITCH-HAZEL (*Hamamelis* sp.) SPECIES WITH LEAFY CUTTINGS
DT Graduation Thesis (University studies)
NO XI, 39, [5] p., 7 tab., 16 fig., 4 ann., 39 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The purpose of our graduation thesis was to determine the influence of the significance of fertilization on the propagation success of leafy cuttings of the chinese witch-hazel (*Hamamelis mollis* Oliv.) by using the fog system method. The experiment was made in June 2009 in the plastic house of Biotechnical Faculty in Ljubljana. We planned a one-factor experiment with 19 cuttings for individually parcel in four repetitions for each variant of fertilization. Cuttings were put in the rooting substrate mixture (peat:sand=3:1). We used four different fertilizing variants [parcel 1 - 0 g N/l substrate, parcel 2 – 0.2 g N/l substrate of the slow-release fertilizer Osmocote® Exact® 3-4 M (16-9-12-2.5 MgO), parcel 3 – 0.2 g N/l substrate and parcel 4 – 0.4 g N/l substrate of the slow-release fertilizer Osmocote® Exact® 3-4 M (11-11-18-2 MgO)]. The bases of cuttings was treated with 0.5 % indol-3-butyric acid (IBA) and 10 % Baycor on talcum basis before propagation. At the end and at the start of the growing season we evaluated at three diferent dates the efficiency of the propagation success and the overwintering. The development of the cuttings we valued or measured by different parameters (the percentage of rooted cuttings, the percentage of cuttings with callus, the type of rooting, the average number of main roots, the lenght of roots, the average number of lateral shoots, the average growth of main and lateral shoots). We measured the substrate salinity and the pH-value of the substrate in the four term in the propagation season. The content of sucrose (using HPLC) was analysed five times. In all the four fertilizing variants more than 70 % cuttings succesfully rooted. The longest average lenght of root sistem was 15.7 cm in parcela 4. The highest average number of main roots was 17.5, the longest average growth of main shoot was 3.9 cm, the largest growth of lateral shoots was 9.7 cm and the percentage of plants in pots was (69.4 %) the highest at the most fertilized substrate. We determined the highest average successful propagated plants in pots with 27.8 % in parcela 3. The higher contents of sucrose was analysed in first term (when cuttings were cut and inserted in substrate on 18th of June 2009), 0.94 g/100 g fresh weight of cuttings leaves and 0.85 g/100 g fresh weight of cuttings stems and roots in the fifth term (8th of October 2009) in parcela 1 (control – with no added fertilizer).

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	X
Okrajšave in simboli	XI
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 SISTEMATIKA NEPOZEBNIKA	2
2.2 NEPOZEBNIK (<i>Hamamelis</i> sp. L.)	2
2.2.1 Izvor in uporaba nepozebnika	2
2.2.2 Morfološke značilnosti nepozebnika	3
2.2.2.1 Habitus rastline	3
2.2.2.2 Cvet	3
2.2.2.3 List	4
2.2.2.4 Plod in seme	4
2.2.3 Oskrba	4
2.2.4 Razmnoževanje nepozebnika z zelenimi potaknjenci	5
2.2.4.1 Vpliv fiziološke starosti matične rastline na uspešno razmnoževanje	7
2.2.4.2 Čas rezi	7
2.2.4.3 Tvorba kalusa in razvoj korenin pri potaknjencih	7
2.2.4.4 Oroševanje potaknjencev	8
2.2.5 Gnojenje potaknjencev v času razmnoževanja	8
2.2.6 Prezimatev ukoreninjenih potaknjencev	9
2.3 POMEN OGLJIKOVIH HIDRATOV ZA USPEŠNO KORENINJENJE	11
3 MATERIAL IN METODE DELA	13
3.1 RASTLINSKI MATERIAL	13
3.1.1 Dlakavolistni ali kitajski nepozebnik (<i>Hamamelis mollis</i> Oliv.)	13
3.1.2 Matične rastline in priprava potaknjencev	14
3.2 OROŠEVANJE	14
3.2.1 Visokotlačni sistem meglenja (fog sistem)	14
3.3 METODE DELA	14
3.3.1 Zasnova in izvedba poskusa	14
3.3.1.1 Priprava substrata	15
3.3.1.2 Rastni regulatorji	16
3.4 OPAZOVANJE IN VREDNOTENJE POSKUSA	16
3.4.1 Koreninjenje in rast potaknjencev	16

3.4.1.1	Vizualni pregled potaknjencev pred prezimitvijo in v času prezimitve	16
3.4.1.2	Meritve potaknjencev	17
3.4.1.3	Meritve sadik	19
3.4.2	Meritev vsebnosti saharoze	20
3.4.2.1	Priprava vzorcev za analizo saharoze	20
3.4.2.2	Meritev vsebnosti saharoze v listih ter steblih in koreninah nepozebnika s HPLC analizo	20
3.4.3	Kakovost substrata	21
3.4.3.1	Meritve pH – vrednosti in količine soli substrata	21
3.4.4	Statistična analiza podatkov	22
4	REZULTATI	23
4.1	USPEŠNOST RAZMNOŽEVANJA	23
4.1.1	Stanje potaknjencev v razmnoževalni sezoni in v času prezimitve	23
4.1.2	Stanje potaknjencev po prezimitvi in rezultati utrjevanja	29
4.2	VSEBNOST SAHAROZE	29
4.2.1	Saharoza v listih	29
4.2.2	Saharoza v steblih in koreninah	30
4.3	KAKOVOST SUBSTRATA	31
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	33
5.1	RAZPRAVA	33
5.1.1	Razmnoževanje in utrjevanje	33
5.1.2	Vsebnost saharoze	34
5.1.3	Kakovost substrata	34
5.2	SKLEPI IN PRIPOROČILA	35
6	POVZETEK	36
7	VIRI	37
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Postavitev parcel, razporeditev ponovitev in legenda zasnove poskusa	15
Preglednica 2: Časovni potek izvajanja poskusa	15
Preglednica 3: Shema za določitev oblike koreninjenja (Osterc, 2009)	17
Preglednica 4: Vrednosti povprečja in $\pm$ standardne deviacije tvorbe kalusa, glede na štiri različne variante gnojenja pri potaknjencih; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010	26
Preglednica 5: Vrednosti povprečja in $\pm$ standardne deviacije rasti glede na štiri različne variante gnojenja pri potaknjencih; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010	28
Preglednica 6: Vrednosti povprečja in $\pm$ standardne deviacije deleža ulončenih, preživelih in uspešno razmnoženih sadik potaknjencev glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak in mrežnik, 2009/2010	29
Preglednica 7: Uspešna nadaljnja rast sadik glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – mrežnik, 29. 7. 2010	29

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Dlakavolistni nepozebnik (<i>Hamamelis mollis</i> Oliv.); Botanični vrt v Ljubljani, marec, 2010	3
Slika 2: Matična rastlina dlakavolistnega; kitajskega nepozebnika (<i>Hamamelis mollis</i> Oliv.) ter narezani poganjki za potaknjence; okrasna drevesnica Žiher – Špur v Žlebah, 18. 6. 2009	13
Slika 3: Tretiranje bazalnih delov potaknjencev nepozebnika z indol – masleno kislino (IBA) neposredno pred potikom	16
Slika 4: Povprečni delež preživelih potaknjencev $\pm$ standardna deviacija glede na štiri različne variante gnojenja in treh terminov ocenjevanja preživetja; Biotehniška fakulteta – plastenjak 2009/2010	23
Slika 5: Povprečni delež ukoreninjenih potaknjencev $\pm$ standardna deviacija, glede na štiri različne variante gnojenja in treh terminov vzorčenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010	24
Slika 6: Povprečno število glavnih korenin $\pm$ standardna deviacija glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010	24
Slika 7: Povprečna dolžina koreninskega šopa (cm) $\pm$ standardna deviacija glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010	25
Slika 8: Delež ukoreninjenih potaknjencev s kalusom $\pm$ standardna deviacija, glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010	25
Slika 9: Povprečni delež potaknjencev z akrobazalnim (razreda 4 in 6) in bazalnim (razreda 3 in 5) razvojem korenin $\pm$ standardna deviacija, glede na štiri različne variante gnojenja in treh terminov vzorčenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010	26
Slika 10: Povprečen prirast glavnega poganjka (cm) $\pm$ standardna deviacija glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010	27
Slika 11: Povprečni skupni prirast stranskih poganjkov (cm) $\pm$ standardna deviacija glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010	27
Slika 12: Povprečno število stranskih poganjkov $\pm$ standardna deviacija glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010	28
Slika 13: Povprečna vsebnost saharoze $\pm$ standardna napaka v g/100 g sveže mase listov pri štirih različnih variantah gnojenja in štirih terminih vzorčenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009	30

Slika 14: Povprečna vsebnost saharoze $\pm$ standardna napaka v g/100 g sveže mase stebela in korenin pri štirih različnih variantah gnojenja in štirih terminih vzorčenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009	31
Slika 15: Spreminjanje slanosti substrata v razmnoževalnem obdobju pri štirih različnih variantah gnojenja in štirih terminih vzorčenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009	32
Slika 16: Spreminjanje pH- vrednosti substrata v razmnoževalnem obdobju pri štirih različnih variantah gnojenja in štirih terminih vzorčenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009	32

KAZALO PRILOG

Priloga A Počasi delujoča gnojila (membranska gnojila)

- Priloga A 1 Vsebnost hranil uporabljenih gnojil Osmocote[®] Exact[®] proizvajalca Scotts[®]

Priloga B Slikovni material

- Priloga B 1 Odpirajo se prvi cvetovi nepozebnika (*Hamamelis* sp.); Botanični vrt v Ljubljani in Tivoli, marec, 2010
- Priloga B 2 Potaknjenci po zamrznitvi pri drugem vzorčenju (16. 7. 2009) za analizo saharoze
- Priloga B 3 Potaknjenci pred zamrznitvijo pri tretjem vzorčenju (13. 8. 2009) za analizo saharoze
- Priloga B 4 Potaknjenci pred zamrznitvijo pri četrtem vzorčenju (10. 9. 2009) za analizo saharoze
- Priloga B 5 Potaknjenci pred zamrznitvijo pri petem vzorčenju (8. 10. 2009) za analizo saharoze
- Priloga B 6 Leseni gojitveni okvir s potaknjenci nepozebnika med razmnoževalno sezono v sistemu meglenja (fog system); Biotehniška fakulteta – plastenjaki, september in oktober, 2009
- Priloga B 7 Prirast potaknjencev po parcelah glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjaki, oktober 2009
- Priloga B 8 Uspešno ukoreninjeni potaknjenci (kvalitetne sadike) nepozebnika iz druge, tretje in četrte variante gnojenja izkopani, pripravljeni na meritve in presaditev v lončke; Biotehniška fakulteta – plastenjaki, november 2009, januar in februar, 2010
- Priloga B 9 Potaknjenci v lončkih po ovrednotenju v neogrevanem plastenjaku; Biotehniška fakulteta (februar, 2010)

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšava	Pomen
°C	stopinje celzija
cm	centimeter
Ca	kalcij
g	gram
l	liter
%	delež
N	dušik
P ₂ O ₅	fosforjev pentoksid
K ₂ O	kalijev oksid
MgO	magnezijev oksid
B	bor
Cu	baker
Fe	železo
Mn	mangan
Mo	molibden
Zn	cink
g/100g	gram na 100 gramov
ml	mililiter
µm	mikrometer
mm	milimeter
µl	mikroliter
V	volumen
ρ	gostota
1. varianta gnojenja	ni gnojenja (kontrolni substrat)
2. varianta gnojenja	NPK 16-9-12 (0,2 g N)
3. varianta gnojenja	NPK 11-11-18 (0,2 g N)
4. varianta gnojenja	NPK 11-11-18 (0,4 g N)
npr.	na primer
oz.	oziroma
sod.	sodelavci

1 UVOD

Nepozebnik (*Hamamelis* sp. L.), imenovan tudi čarobni orešek, je zanimiva listopadna, pozimi cvetoča grmovnica, ki krasi vrtove in parke po mestih. Cveti rumeno, rdeče ali oranžno, odvisno od sorte. Zanimiva je tudi njihova jesenska obarvanost listov. Rast posameznih vrst rodu *Hamamelis* je podobna, le da nekatere poganjajo več izrastkov. Veliko sort razmnožujemo s cepljenjem, največkrat na vrsto *Hamamelis virginiana* L., ki cveti jeseni od septembra do oktobra. Med vrstami je najlepši dlakavolistni nepozebnik (*Hamamelis mollis* Oliv.), saj so številni cvetovi veliki, živo rumeni in prijetno dišijo (Strgar, 2004; Brickell in Joyce, 1999). Lahko ga uspešno razmnožujemo z zelenimi potaknjenci v rastlinjaku v sistemu visokotlačnega meglenja. Prezimatev ukoreninjenih potaknjencev nepozebnika predstavlja poseben problem pri gojenju.

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Nepozebnik sadimo zaradi zanimivih trakastih cvetov, ki grm krasijo v pozni zimi in zgodnji pomladi. Lahko ga razmnožujemo na več načinov: setev, grebenice, cepljenje in z zelenimi potaknjenci. Pri razmnoževanju nepozebnika prevladujejo vegetativne metode razmnoževanja. V procesu razmnoževanja zelenih potaknjencev sodelujejo številni dejavniki, ki različno vplivajo na koreninjenje, rast in prezimatev. Sadike, vzgojene v domačem okolju, bolje uspevajo, kot uvožene. Te so pogosto zaradi pregnojenosti zelo lepega videza, niso pa trpežne in utrjene, zato težje prezimijo. Iz poskusov v praksi je potrjena problematičnost prezimitve ukoreninjenih sadik nepozebnika.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Namen raziskave je bil z različnim gnojenjem substrata ob potiku potaknjencev vplivati na ustrezno rast potaknjencev in njihovo zorenje ter s tem pripravo na prezimatev v neogrevanem plastenjaku. Dobro dozorel les je pogoj za uspešno prezimatev in bistvenega pomena za uspešno nadaljnjo rast sadike nepozebnika. To bi bilo uporabno za nadaljnja raziskovanja in razmnoževanja nepozebnika na vegetativen način.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevamo razlike med variantami gnojenja z dušikom glede koreninjenja, vsebnosti saharoze (v listih ter stebelu in koreninah), rasti, preživetja in prezimitve potaknjencev. Rezultati nam povedo, kakšne so optimalne razmere za razvoj in prezimatev nepozebnika.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SISTEMATIKA NEPOZEBNIKA

Sistematika rodu nepozebnik je povzeta po Witt (1978).

Poddeblo: *Magnoliophytina* (*Angiospermae*) – kritosemenke

Razred: *Magnoliatae* (*Dicotyledones*) – dvokaličnice

Red: *Hamamelidales*

Družina: *Hamamelidaceae* – nepozebnikovke

Rod: *Hamamelis* L. – nepozebnik, čarobni orešek

Vrste:

- *Hamamelis japonica* Sid. & Zucc. – japonski nepozebnik
- *Hamamelis mollis* Oliv. – dlakavolistni ali kitajski nepozebnik
- *Hamamelis virginiana* L. – virginijski nepozebnik (je zdravilen)
- *Hamamelis* x *intermedia* Rehdeer – križanec med *Hamamelis japonica* in *Hamamelis mollis*
- *Hamamelis vernalis* L.

2.2 NEPOZEBNIK (*Hamamelis* sp. L.)

Nepozebnik je trpežen, pokončno rastoč velik grm z lijakasto razprostrtimi vejami, ki ga konec zime prekrije množica rumenih ali oranžnih cvetov. Že ime pove, da so to rastline, ki jih pozeba oz. zimske razmere ne ovirajo pri cvetenju. Dobro dozorel les prenese celo do – 25 °C. Rod obsega 5 do 6 vrst, iz katerih so vrtnarji vzgojili številne sorte, ki so v svetu pogosto navzoče v vrtovih (Bavcon, 2010; Cunder in sod., 2007). Našo pozornost pritegne še enkrat, jeseni, ko bleščeči, široko jajčasti svetlo zeleni listi zažarijo v limonasto in toplo rumenih, oranžnih in rdečih tonih (Podgornik Reš, 2006).

2.2.1 Izvor in uporaba nepozebnika

Drevesa ali grme iz Severne Amerike in vzhodne Azije sadimo na vidno mesto v vrtu ali parku, kjer jih lahko opazujemo od blizu. Naravno rastejo v gozdovih ali na robu gozdov (Bavcon, 2010; Šiftar, 1974).

2.2.2 Morfološke značilnosti nepozebnika

2.2.2.1 Habitus rastline

Raste počasi, a potrpežljivost bogato nagradi z množico cvetov. Zraste 2,5 do 3 m v višino in širino. Najlepši je na trati v družbi zvončkov in narcis. To so grmi, pri katerih sneg prekrije le veje. Najlepši so komaj razprti cvetovi v snegu in zimskem soncu. Ne glede na vremenske razmere, kljub mrazu in snegu, se konec januarja začno razpirati trakasti cvetovi (Bavcon, 2010; Cunder in sod., 2007). Sadimo ga v plosenco, da preprečimo ožige na lubju, ki je še posebej na vejah in deblu zelo tanko. V času cvetenja ga mora obsijati sonce, da se cvetovi odprejo in takrat zelo lepo dišijo (Hessayon, 1996).

2.2.2.2 Cvet

Cvet ima štiri dlakave čašne liste, štiri ozko jermenaste venčne liste, štiri prašnike in dvokrpo brazdo (Brickell, 1997; Hilton, 1995). Pajkom podobni dvospolni cvetovi, ki nežno dehtijo cvetijo ob koncu zime v februarju in marcu na neolistanih vejah grma. Cvetenje traja tudi po več tednov. Cveti tudi v snegu in pri temperaturi pod lediščem se cvetovi zvijejo, nad temperaturo 0 °C pa se ponovno razprejo (Cunder in sod., 2007; Strgar, 2004). Izbiramo lahko med številnimi barvnimi odtenki. *Hamamelis mollis* cveti zlato rumeno. Križanci *Hamamelis* x *intermedia* imajo širšo paleto barv; sorta 'Westerstede' ima svetlo rumeno barvo cvetov, žvepleno rumeno ima sorta 'Pallida', oranžno rumeno 'Diane' in bakreno oranžno 'Jelena'. Za to sorto izberemo takšno mesto, da ga bomo lahko opazovali proti svetlobi, ker je takrat najlepši. Ravno tako zanimiv je tudi manj dišeč japonski nepozebnik (*Hamamelis japonica* 'Zuccariniana'), ki ga od februarja ali marca prekriva množica limonasto rumenih pajkastih cvetov. Rumeni cvetovi pridejo še bolj do izraza, če grm posadimo pred ozadje iz vednozelenih rastlin (Cunder in sod., 2007).



Slika 1: Dlakavolistni nepozebnik (*Hamamelis mollis* Oliv.); Botanični vrt v Ljubljani, marec, 2010

2.2.2.3 List

Listi nekaterih sort so jeseni izredno barviti. Pri vrsti *Hamamelis mollis* se dlakavi listi jeseni obarvajo rumeno, listi sort 'Diane' in 'Jelena' se obarvajo oranžno rdeče (Cunder in sod., 2007). Oblika lista je pri tej vrsti jajčaste oblike (Jelnikar, 1976). Barva cvetov je povezana z barvo jesenskega listja: rumeno cvetoči nepozebniki imajo rumeno, rdeči pa rdeče jesensko listje (Likar, 2007). Listi virginijskega nepozebnika vsebujejo 12 % čreslovin, smolnato snov hamamelin, do 0,2 % holina, fitosterole, saponine, flavonoide, malo eteričnega olja in kalcijev oksalat (Petauer, 1993).

2.2.2.4 Plod in seme

Na vejah nepozebnika najdemo plodove (olesenela glavica) pred in v času cvetenja (Demšar, 2005; Hilton, 1995). Olesenel plod se naglo razkolje na dve polovici, ki imata po dve črni semeni. Notranja stran plodu se posuši, skrči in iztisne semena in jih lahko razmeče, če je pritisk dovolj močan, do 5 m daleč (Vidmar Nair, 2006).

Za rod *Hamamelis* je značilno, da svoja semena izstreljujejo iz plodov in tako sami poskrbijo za njihovo razširjanje v naravi (Demšar, 2005).

2.2.3 Oskrba

Nepozebnik najlepše cveti na sončnih legah in tudi grm je lepše oblike, če raste na svetlobi. V senčnih legah so veje tanjše in redkejše, listi pa večji kot običajno. Ne sadimo ga na bazična tla, ker se tam pojavlja listna bledica. Ker nepozebnik ne uspeva v vetrovnih legah in zbitih tleh, jih posadimo na zavetno sončno ali delno senčno lego. V okrasnem vrtu mu namenimo dovolj prostora, kjer se bo lahko razrasel, saj zraste tudi več kot 4 m visoko. Višina grma je odvisna od vrste in sorte (Cunder in sod., 2007). Letni prirast je pri vrsti *Hamamelis japonica* (v višino in v širino: 10–15 cm), pri vrsti *Hamamelis x intermedia* (v višino: 15–20 cm, v širino pa: 20–25 cm). Pomembno je tudi, da so pajkasti cvetovi na doseg našega pogleda iz bivalnih prostorov, zato ga posadimo v sončni predvrt, v gredico ob terasi ali pred oknom. Lahko ga posadimo v ozadje na gredico skupaj s trajnicami in čebulnicami ali kot samostojno rastlino (Ažbe, 2003b; Podgornik Reš, 2006).

Nepozebniki so prezimno trdne rastline. Kupimo vsaj štiri leta staro sadiko, ker se starejše sadike boljše vrastejo v tla kot mlade. Sadimo jih lahko marca, aprila, oktobra in novembra. Jeseni je najprimernejši čas za presajanje nepozebnika. Jama naj bo 10 cm širša in globlja od lonca v katerem kupimo rastlino. Grmovnica dobro uspeva v zračni, prepustni, humozni, rahlo kisli do nevtralni in s hranili dobro založeni vrtni zemlji. Koreninski sistem mora biti dovolj velik, da je v oporo vrhnji rasti; slabši koreninski del v primerjavi z nadzemnim delom je eden glavnih vzrokov za slabšo rast po sajenju. Po presajanju redno zalivamo, da se sadika kar najhitreje ukorenini. Vsako pomlad zastiramo območje korenin z zastirko iz dobro predelanega komposta, mrvičastega hlevskega gnoja ali lubja. Peščena tla obogatimo z obilo organske snovi. Zemlji tako izboljšamo sposobnost vezanja vode in hranil in tla ohranimo hladna in korenine aktivne.

Z organsko snovjo dognojujemo aprila in julija. Bujno cvetočim grmovnicam dodamo gnojilo z nadzorovanim sproščanjem, ki je bogato s fosforjem in kalijem. Gnojila, ki vsebujejo dušik, smemo uporabiti do sredine junija. Pozneje z dušikom ne gnojimo več, da les dobro dozori in da poganjki v pozni jeseni in pozimi niso občutljivi na mraz. Kasnejše gnojenje z dušikom bi povzročilo podaljšanje rastne dobe. Pokrivanje ali zastiranje tal pod grmovnicami ugodno vpliva na tla in na rast. Pod grmovnicami ni plevela in z razgradnjo zastirke postane zemlja bolj rodovitna. Zastirka varuje korenine pred izsušitvijo poleti in mrazom med zimskim mirovanjem. Pri cepljenih rastlinah takoj odstranjujemo izrastke. Rez ni nujna, le kadar je potrebno urediti obliko grma. S škarjami vejo izrežemo v celoti ali prikrajšamo spomladi, ko rastlina odcveti, vendar preden se razvijejo listi. Režemo ga malo, ker si po ostri rezi rastline počasi opomorejo in ne cvetijo, pri cepljenih rastlinah pa lahko postane dominantna bujnejša podlaga. Odstranimo le križajoče se veje in s tem preprečimo drgnjenje in nastajanje poškodb (Cunder in sod., 2007; Brickell in Joyce, 1999).

Pri rezi takoj po cvetenju odstranimo šibke, suhe in poškodovane poganjke ter izrežemo tudi nekaj pregostih in starih vej ter poganjke, ki motijo obliko. Z rezjo pospešimo rast novih poganjkov in spodbudimo tvorbo cvetov. Spomladi cvetoče grmovnice oblikujejo cvetne brste v preteklem letu (v glavnem poleti), zato bi z rezjo pred cvetenjem poslabšali cvetenje (Ažbe, 2002). Težak sneg ob obilnejšem sneženju v brezveterju lahko veje upogne do tal in s tem poškoduje, zato je potrebno otresti sneg iz vej (Strgar, 2004).

2.2.4 Razmnoževanje nepozebnika z zelenimi potaknjenci

Razmnožujemo jih lahko (Šiftar, 1974; Brickell, 1997): osnovne vrste jeseni s semenom, gojene sorte in oblike pa poleti z zelenimi potaknjenci ali pozimi s cepljenjem ter grobancami (ukoreninja se 2–3 leta).

Prednost vegetativnega razmnoževanja s potaknjenci so enake genetske lastnosti, kot jih imajo matične rastline. V ustreznih rastnih razmerah se po določenem času iz vegetativnega dela matične rastline razvijejo vsi deli rastline (Sinkovič, 2000).

Pri vegetativnem načinu razmnoževanja izkoriščamo določeno sposobnost regeneracije, ki ga imata rastlinsko tkivo in celica. Te lastnosti in sposobnosti rastlin so gensko določene, tako da rastlinski del ali celica lahko v določenih razmerah, v času in specifičnem okolju, regenerira svoje organe (Smole in Črnko, 2000).

Zeleni potaknjenci so mehki neoleseneli poganjki lesnatih rastlin. Pripravljamo jih od začetka pomladi do sredine poletja. Pri osnovi že lahko začnejo leseneti, vršički so mehki in skorja še ni oplutenela. Režemo jih z ostrim nožem ali škarjami tik pod kolencem in odstranimo spodnje liste. Zeleni potaknjenci so bolj občutljivi kot oleseneli, enkrat uveli vršički si ne opomorejo. Pripravimo jih v senci in jih po potrebi rosimo. Ponavadi delamo potaknjence s 3–4 kolenci. Spodnji del lahko potisnemo v hormonski prašek, za hitrejše ukoreninjenje, dobro otresemo odvečni prah in trdno potaknemo v substrat 2–3 cm globoko. Iz potaknjencev se razvije rastlina, ki je popolnoma identična s starševsko.

Potaknjenca ne dvigujemo, da bi videli, ali so korenine že pognale, nova rast dokazuje ukoreninjanje (Hessayon, 1997).

Na neukoreninjenih potaknjencih mora biti stalno tanka plast vode, kar dosežemo z oroševanjem, da potaknjenci ne ovenejo zaradi izhlapevanja vode iz listov (znižamo temperaturo lista in s tem zmanjšamo transpiracijo). Tako potaknjenci ohranjajo turgor, so sveži, napeti in pokončni. V rastlinjaku je mogoče najbolj natančno zagotoviti optimalne razmere za uspevanje rastlin (Golob, 1989).

Razvoj korenin sprožijo specifične spremembe na rastlini, kot so stik z zemljo, poškodovanje rastline ter ločitev posameznih delov rastline. S tem, ko del rastline ločimo od matične rastline, prekinemo transportne poti za vodo s hranili in asimilate. Potaknjenci po potiku večinoma že v prvih štirih tednih razvijejo korenine, ki kasneje rastejo, njihovo število se ne spreminja več. Z razvojem korenin prične potaknjencec tudi z nadzemno rastjo (Osterc, 2009).

Smole in Črnko (2000) navajata, da je za ukoreninjanje zelenih potaknjencev v razmerah meglenja potrebno 28 do 35 dni.

Pri substratu je posebno pomembno, da je razkužen (brez bolezni in škodljivcev). Sadilna razdalja naj bo primerno velika, da so potaknjenci dobro osvetljeni, za kar ni potrebno veliko prostora (listi se lahko dotikajo med seboj) (Golob, 1989).

Na uspešnost vegetativnega razmnoževanja z zelenimi potaknjenci vpliva več specifičnih dejavnikov, najpomembnejši med njimi so: juvenilne in zdrave matične rastline, čas nabiranja potaknjencev, visoka relativna zračna vlaga, temperatura in svetloba med razmnoževanjem, uporaba rastnih regulatorjev, fotosinteza potaknjencev, mineralna preskrba potaknjencev in prezimitev (Hartman in sod., 1997).

Bolje se ukoreninijo potaknjenci iz dobro rastočih matičnih rastlin, kot zakrneli in slabo rastoči poganjki, ki imajo majhen prirastek in je večina poganjkov obložena s cvetnimi popki (Golob, 1989).

Veliko poskusov razmnoževanja s potaknjenci je usmerjenih le v vrednotenje koreninjenja. To so le vmesni rezultati, ki se lahko v prvi zimi ali ob presajanju in nadaljnjem gojenju razmnoženih rastlin zelo spremenijo. Mera za uspešno razmnoževalno metodo s potaknjenci mora biti zato število uspešno razmnoženih in uspešno prezimljenih potaknjencev ter število potaknjencev, ki pri nadaljnjem gojenju kažejo enake lastnosti, kot jih ima matična rastlina. Za pravo uskladitev posameznih dejavnikov med seboj so zelo pomembne dolgoletne izkušnje (Osterc, 2009).

Rastni regulator avksin, ki nastaja v poganjkih rastlin, ima velik vpliv na formiranje in razraščanje korenin pri potaknjencih. Regulira izražanje genov in s tem vpliva na koreninjenje. Cvetni brsti zavirajo koreninjenje potaknjencev pri rododendronu, zato jih je potrebno odstraniti (Hartman in sod., 1997).

2.2.4.1 Vpliv fiziološke starosti matične rastline na uspešno razmnoževanje

Nekatere rastline se lažje razmnožujejo in za uspešno razmnoževanje ne potrebujejo posebnih ukrepov. Tiste, ki jih težje razmnožujemo, pa potrebujejo za uspešno razmnoževanje točno določene razmere. Eden od teh je fiziološka starost potaknjencev. S starostjo izrazito upada možnost tvorbe adventivnih korenin in oblikovanje takih potomcev, ki bi bili fenotipsko podobni matični rastlini. Fiziološka starost potaknjenca je odvisna od dejanske starosti matične rastline in od mesta odvzema potaknjenca. Bazalni in notranji deli drevesa so časovno (kronološko) gledano najstarejši, fiziološko pa najmlajši. Terminalni in zunanji deli drevesa so časovno (kronološko) gledano najmlajši, fiziološko pa najstarejši. Samo juvenilne oz. fiziološko mlade matične rastline lahko uspešno vegetativno razmnožujemo. Obstajajo metode, ki fiziološko staranje rastlin upočasnjujejo: rez nazaj, ponavljajoče cepljenje, in vitro kulture in embriogeneza (Osterc, 2009).

2.2.4.2 Čas rezi

Vrste, ki jih lažje razmnožujemo, lahko režemo od mlajših ali starejših rastlin v različnih terminih. Pri tem lahko dodajamo rastne regulatorje ali pa tudi ne. Lahko uporabljamo različne razmnoževalne metode. Pri vrstah, ki jih težje razmnožujemo, je upoštevanje točno določenih parametrov nadvse pomembno. Uporabljeni substrat in čas potika kažeta večkrat močan vpliv na sposobnost prezimitve. Pri bukvi npr. lahko uspešno prezimimo le potaknjence, ki jih režemo takoj po odganjanju in jih potikamo v prod (Osterc, 2009).

Zelene potaknjence listopadnih lesnatih rastlin režemo v času, ko poganjki v rastni dobi že dosežejo določeno stopnjo zrelosti in tudi ustrezno razmerje med dušikovimi snovmi in ogljikovimi hidrati, to je lahko maja ali junija, pa tudi še pozneje v rastni dobi. Zelene potaknjence nabiramo pozno spomladi in poleti, ko so poganjki toliko oleseneli ob osnovi, da se prelomijo, ko jih hočemo na kratko upogniti, vednozelene pa pozno poleti in jeseni. Za vrste, katere niso problematične za koreninjenje je čas rezi nepomemben. Dolžina potaknjencev ni natančno predpisana; večinoma so dolgi od 5 do 12 cm (Smole in Črnko, 2000; Golob, 1989).

2.2.4.3 Tvorba kalusa in razvoj korenin pri potaknjencih

Kalus je skupina parenhimskih celic, ki nastajajo potem, ko smo napravili rano. Razlikujemo dve vrsti kalusa: kalus rane, ki je pozitiven pojav in debel (močan) kalus, ki je negativen pojav. Kalus rane nastane kot naravna reakcija na poškodbo rastline oz. na ločitev rastlinskega dela od matične rastline. Včasih so pripisovali kalusu velik pomen, saj so mislili, da kalus predstavlja predstopnjo koreninjenja. Danes vemo, da se korenine razvijejo iz bazalnega dela potaknjenca in ne iz kalusa. Tudi če kalus nastaja, ga korenine prerastejo. Kalus in korenine nastajajo neodvisno drug od drugega. Močan, debel kalus je negativen pojav, saj v splošnem pomeni neugodne oz. neustrezne rastne razmere v procesu koreninjenja. Do tega lahko pride zaradi več različnih dejavnikov, kot so neustrezen čas (termin) rezi potaknjencev, neustrezno oroševanje ali fiziološko prestar matični material. Pri srednji fiziološki starosti matičnih rastlin se poveča delež ukoreninjenih potaknjencev s

kalusom. Vzrok nastanka debelega kalusa je lahko tudi problematičnost določene vrste za razmnoževanje. Korenine, ki se razvijejo poleg kalusa, so ponavadi manj kvalitetne, ker jih je manj, lažje se odtrgajo in tudi rast takšnih rastlin je slabša. Velik delež kalusa pomeni, da lahko koreninjenje izboljšamo z optimiranjem metode meglenja ali s pomladitvijo matičnih rastlin (Osterc, 2006).

2.2.4.4 Oroševanje potaknjencev

Od matične rastline ločen potaknjeneec ne dobiva več vode, zato je potrebno s sistemom oroševanja ta primanjkljaj nadomestiti (Osterc, 2009).

Hartmann in sod. (1997) navajajo, da je sposobnost koreninjenja lesnatih rastlin odvisna od genetskega potenciala in okoliških pogojev med razmnoževanjem.

Z visokotlačnim sistemom meglenja so v poskusih dosegli zelo dober uspeh s številnimi lesnatimi rastlinskimi vrstami, katere se težje razmnožujejo z zelenimi potaknjenci; gaber (*Carpinus betulus* 'Fastigiata') je koreninil 40 %, leska (*Corylus avellana* 'Contorta') 60 %, nepozebnik (*Hamamelis*) 80 %, bodeča smreka (*Picea pungens* 'Glaucua') skoraj 70 %, španski bezeg (*Syringa vulgaris*) 60 % ter brogovita (*Viburnum*) 80 % (Golob, 1989).

2.2.5 Gnojenje potaknjencev v času razmnoževanja

Včasih so za gnojenje substratov uporabljali hitro delujoča gnojila, ki so pogosto povzročila ožige na novo nastalih koreninah. S pojavom počasi delujočih gnojil na tržišču (npr. Osmocote), težav z ožigi ni več. Dognovanje substrata se kaže kot zelo pozitivno, saj izboljšuje rast korenin in nadzemnega dela potaknjencev (Smole in Črnko, 2000). Počasi delujoča gnojila so potaknjencem na razpolago v času po razvoju korenin in lahko na ta način vzpodbudijo rast potaknjencev, kar pomeni skrajšanje časa gojenja (Osterc, 2009).

Hartmann in sod. (1997) poročajo, da dodana hranila v substrat ne pospešijo začetek koreninjenja pri potaknjencih, ampak izboljšajo rast korenin in nadzemnega dela potaknjenca. Optimalna raven gnojenja pri razmnoževanju s potaknjenci mora biti določena glede na vrsto.

Šota je organsko, deloma zoglenelo gradivo rastlinskega izvora z neznatno vsebnostjo dušika (1,5–3 %), ki je nastalo v okolju brez kisika, saj ga je stoletja skoraj nenehno pokrivala voda. Njena glavna lastnost je, da zadržuje vlago, kar je zelo koristno za potaknjence, ki se hitreje ukoreninijo. Pred uporabo jo moramo dobro navlažiti (Fabro, 2004).

Makrohranila rastline potrebujejo za uspešno rast in razvoj v večjih količinah in jih moramo večinoma dodajati, ker jih navadno ni dovolj v tleh. Glavna rastlinska hranila so: dušik (N), fosfor (P) in kalij (K) ter kalcij (Ca), magnezij (Mg) in žveplo (S) (Leskošek, 1993).

Dušik je bistven sestavni del številnih koencimov in beljakovin. Vpliva na rast in število poganjkov. Pretirano gnojenje z dušikom zmanjša odpornost proti suši, mrazu in boleznim, ker imajo zelo tanke celične stene. Lesnate rastline črpajo dušik iz tal vso rastno sezono, pri čemer je črpanje najintenzivnejše v povprečju med majem oz. junijem in avgustom. Fosfor je pomemben za razvoj in razraščanje korenin, za razvoj cvetnih popkov ter pravočasno dozorevanje lesa. Kalij vpliva zlasti na odpornost rastlin proti stresnim razmeram (vročina, mraz, suša, bolezni in škodljivci), saj okrepi celične stene. Sodeluje pri tvorbi beljakovin (encimov), škroba, sladkorjev in maščob. Kalcij ima pomembno vlogo v tleh, ker vpliva na pH-vrednost tal. Sodeluje pri gradnji celičnih sten, krepi celične membrane ter nevtralizira organske kisline v celičnem soku. Magnezij je sestavni del listnega klorofila in sodeluje pri premeščanju ogljikovih hidratov iz listov v plodove in korenine (Breznik, 2010; Fabro, 2004; Leskošek, 1993; Štampar in sod., 2005).

Mikrohranila rastline potrebujejo le v sledovih, vendar so nujno potrebna za rast in nobenega ne sme manjkati, sicer rastline ne morejo normalno zrasti. Mikrohranila podpirajo delovanje glavnih rastlinskih hranil. Prevelika vsebnost enega elementa v tleh prepreči sprejem drugega elementa v rastline. Ta hranila so: bor (B), mangan (Mn), baker (Cu), cink (Zn), molibden (Mo) ter železo (Fe), za nekatere rastline koristni, vendar ne vedno nujno potrebni so natrij (Na), klor (Cl) in silicij (Si) (Leskošek, 1993).

2.2.6 Prezimatev ukoreninjenih potaknjencev

Pozeba označuje škodo, ki jo nizke temperature zraka povzročijo na rastlinskem tkivu. V celicah olesenelih delov rastlin se zbira rezervna hrana, celični sok postane bolj zgoščen in odporen na mraz. Zimski počitek ali dormanca je obdobje, ko rastlina ne raste ali pa je rast zelo upočasnjena. Uravnavajo ga genetski dejavniki rastline, znižanje temperature in krajšanje dneva. Pri lesnatih rastlinah traja od jeseni, ko odpade listje do brstenja spomladi. Preden listje odpade, preidejo hranila iz listov v les. Kambialna aktivnost se konča pozno poleti in se ponovno začne spomladi z delitvijo kambialnih celic. Krajšanje dneva in zmanjšanje temperature zraka v jesenskih mesecih spodbudijo rastline k tvorbi snovi in kopičenju založnih snovi, med katerimi so zelo pomembni ogljikovi hidrati. Pri topli jeseni in zimi (nadpovprečne temperature zraka) se vegetacija podaljša in so rastline nepripravljene na vdor hladnega zraka. Neugodne vremenske razmere v pozni jeseni, zlasti pa zimske otoplitve motijo proces mirovanja, lahko ga celo prekinejo. Rastlina zato ni sposobna preživeti nizkih temperatur, je prizadeta ali celo propade že pri temperaturi, ki je precej višja od minimalne, ki bi jo v popolnem zimskem mirovanju preživela. Prava dormanca se pojavi novembra ali decembra. V tem obdobju se rastline ne odzivajo več na občasne otoplitve. Nevarne so tudi temperaturne spremembe, ki se pojavljajo ob koncu zime, ko je ob jasnem dnevu sonce že precej močno, noči pa so še hladne. Na njeno pripravljenost na nizke temperature pa vplivajo še številni drugi dejavniki: razmere med razmnoževanjem, kakovosten koreninski sistem, prehranjenost in zdravje rastline v samem rastnem obdobju (Sušnik, 2009).

Ob nastopu stresa se v rastlini sproži alarmno stanje, ki spremeni potek fizioloških presnovnih procesov, ob tem pa se zniža stabilnost celičnih struktur. Večje poškodbe celic rastlin (oslabitev različnih celičnih funkcij), zaradi mraza so pri pogostejših in daljših obdobjih nizkih temperatur. Po kratkotrajnem šoku preide rastlina brez težav v normalno stanje, v hujših primerih pa lahko pride do trajnih poškodb in propada. Nenadne spremembe temperature (temperaturni šok) so še posebej škodljive za rastline. Rastlina ob stresu preusmeri energijo v premagovanje težav, kar se pozna pri rasti, še posebej takrat, kadar sta intenzivnost in trajanje neugodnega okoljskega dejavnika nadpovprečna. Med organi in tkivi ene rastline se pojavljajo razlike v občutljivosti na mraz. Krajše trajanje stresnih dejavnikov (škodljivci, bolezni, suša, mraz in visoke temperature) je koristnih za izoblikovanje odpornih vrst. Od januarja do marca nastopi za lesnate rastline ekološko mirovanje, ki lahko v ugodnih razmerah preide v odganjanje. Takrat so lesnate rastline tudi najbolj občutljive predvsem za velika temperaturna nihanja med dnevom in nočjo. Februarja in marca se temperatura zraka čez dan zviša, v jasnih nočeh pa se zniža pod ničlo. Višje temperature povzročijo premik soka iz korenin, ki potem ponoči zamrzne. Ob nenadni močnejši ohladitvi se v celicah tvorijo kristali ledu, zaradi katerih lahko celice počijo in odmrejo, kar lahko povzroči celo razkol lesa in propad občutljivih rastlin. Za preživetje (prezimitev) mladih rastlin je pomembno, da niso izpostavljene vetru in neposrednim sončnim žarkom. Debela plast zastirke (lubje, kompost in šota) varuje korenine v dneh, ko ni snega. Bolezni, škodljivci, pomanjkanje hranil in če traja zimski mraz predolgo slabijo odpornost lesnatih rastlin v času mirovanja zaradi slabo dozorelega lesa. Prepozno gnojenje z dušikom je za lesnate rastline lahko škodljivo, ker poganjki ne dozorejo. Lesnate rastline gnojimo z dušikom do sredine junija, kasneje pa ne. Dušik pospešuje rast, zato se lahko zgodi, da se ta zavleče pozno v jesen in listje ostane dolgo na rastlini. Prezimatev rastlin je odvisna od: odpornosti posamezne rastlinske vrste, genotipa, fenofaze, delov rastlin, vremenskih razmer itd. (Štampar in sod., 2005; Mabič, 2007; Mabič, 2009; Golob, 1989; Ažbe, 2003a; Larcher, 1990).

Pozno jeseni posajene sadike okrasnih grmovnic se do zime ne morejo dobro vrasti. Zaradi menjavanja mrzlih in toplih obdobj, tla zamrznejo in se odtajajo. Posledica raztezanja in krčenja tal je dvigovanje mladih rastlin. Za komaj posajene rastline je taka izmenjava mrzlega in toplega zraka lahko nevarna. Zemlja, ki se izmenično odtaja in zmrzuje, privzdigne korenine in koreninske laske lahko poškoduje. Korenine, ki niso čvrsto vraščene v tla, lahko ob ponovni zmrzali pozebejo. Tla pokrijemo s plastjo komposta, da zavarujemo korenine pred večjim mrazom. Starejše rastline niso ogrožene, ker imajo močno razvit in razvejan koreninski sistem (Ažbe, 2003b).

V procesu razmnoževanja je pozornost še posebej usmerjena v preživetje prve zime, saj preživetje prve zime sooblikuje celoten uspeh razmnoževanja (Osterc, 2009). Rast poganjka pri potaknjencu se navadno prične po končanem razvoju korenin. Ta rast je pomembna, saj takšne rastline lahko lažje gojimo naprej in prezimatev je pri takšnih rastlinah boljša (Spellerberg, 1986, cit. po Osterc, 2009).

2.3 POMEN OGLJIKOVIH HIDRATOV ZA USPEŠNO KORENINJENJE

Fotosinteza, ki je najpomembnejši življenjski proces rastlin, je pretvorba vode, CO₂ in anorganskih spojin v organske snovi (sladkor) in kisik s pomočjo klorofila pod vplivom svetlobe. Ogljikovi hidrati so v vseh delih rastlin, največ v lesu, podzemnih delih, semenih in plodovih. Zaloge ogljikovih hidratov, ki so skladiščene v skorji debela in koreninah, ne služijo zgolj za začetno spomladansko rast, ampak prispevajo k večji odpornosti rastlin na mraz. Saharoza (C₁₂ H₂₂ O₁₁) je sladkor disaharid zgrajen iz glukoze in fruktoze. Nahaja se v sladkih plodovih in rastlinskih sokovih. Saharoza je glavni pridobitek produkta v procesu fotosinteze v zelo mladih listih in je bolj stabilen od monosaharidov. Preko floema se prenaša po rastlini na mesta porabe, kjer je potreba po pridobivanju energije in za biosintetske procese, kot so poganjki, plodovi, korenine in drugi deli rastline. Monosaharidi (glukoza in fruktoza) nastajajo v rastni dobi, hitreje prehajajo in se porabljajo v celici rastline v biokemijskih reakcijah za njeno delovanje in v procesu dihanja ter pri fotosintezi. Če obstajajo listi na delu stebela potaknjenca, se korenine prej razvijejo. Raziskave so pokazale, da so listi pomemben vir ogljikovih hidratov za nastanek adventivnih korenin, vendar višja vsebnost zaloge ogljikovih hidratov ni vedno povezana z večjim potencialom ukoreninjenja. Poleg koreninjenja so ogljikovi hidrati pomembni za preživetje listov med skladiščenjem zelenih potaknjencev. Pozitivna povezava med vsebnostjo ogljikovih hidratov in koreninjenjem je utemeljena s tem, da fotosinteza potaknjencev ne zadostuje za optimalno ukoreninjanje. Potrebna količina ogljikovih hidratov pri koreninjenju še ni določena (Petauer, 1993; Sinkovič, 2000; Štampar in sod., 2005; Druege, 2009; Bjarke, 1988).

V kloroplastu se s pomočjo klorofila začne pretvorba sončne energije v energetsko bogate ogljikove spojine (fruktoza, glukoza, saharoza in škrob). Fotosinteza je odvisna od mnogih dejavnikov. Delimo jih na notranje in okoljske. Notranji dejavniki segajo od morfologije, strukture in starosti listov, vsebnosti klorofila, encimov, do vodnega stanja rastline, ozmotskega stanja ter porabnikov asimilatov. Okoljski dejavniki so npr: moč osvetlitve, temperatura zraka, dostopnost vode in zračne vlage, količina CO₂ v zraku, založenost tal s hranili, bolezni in škodljivci (Štampar in sod., 2005).

Hartmann in sod. (1997) navajajo, da je po petih tednih v koreninah potaknjencev avokada pet krat več ogljikovih hidratov, kot na začetku. Premestitev ogljikovih hidratov iz listov je pomembno za rast korenin. Matične rastline morajo biti dobro oskrbovane (gnojenje, pomladitev, dovolj osvetljene, varstvo pred boleznimi in škodljivci), da pridobimo iz njih kakovostne potaknjence. Večja vsebnost ogljikovih hidratov v potaknjencih je pomembna za njihovo preživetje pred koreninjenjem in v času ukoreninjenja.

Med procesom dihanja, ki poteka ponoči, ko rastline ne fotosintetizirajo, pride do porabe ogljikovih hidratov in do sproščanja energije in CO₂. Na izgradnjo klorofila v kloroplastu vplivajo poleg osvetlitve še temperatura, dušik, železo, magnezij in voda. Pomanjkanje dušika, železa in magnezija zmanjšuje količino klorofila v kloroplastih. Poleti se zaradi visokih temperatur v rastlinjaku vsebnost saharoze v potaknjencih zmanjša, ker je proces fotosinteze upočasnen, zaradi razgradnje klorofila. Med rastjo potaknjencev se saharoza porablja, na koncu rastne dobe se vrednost saharoze zviša, ker rastlina ne prirašča. Pred prezimitvijo se z nastopom nizkih temperatur in krajšanjem dneva ogljikovi hidrati iz listov

prenesejo kot zaloga v ostale dele sadike za odpornost na mraz in spomladansko rast (Štampar in sod., 2005). Kopičenje sladkorja in škroba v potaknjencih se začne najprej v listih, zatem v stebelu in nazadnje na bazi potaknjenca (Haissig 1982, cit. po Bjarke, 1988; Veierskov 1982, cit. po Bjarke, 1988).

Potaknjenci krizantem so bolj fotosintetizirali dan po rezi, kot matične rastline (Druege in sod., 2000, cit. po Druege, 2009). Druege (2009) navaja, da so pri potaknjencih potrdili pozitivno linearno odvisnost med koncentracijo sladkorjev v listih in tvorbo korenin. Večja kot je vsebnost sladkorjev v listih, boljše je koreninjenje. Med skladiščenjem potaknjencev do potika se zmanjša vsebnost sladkorjev, predvsem koncentracija saharoze (Rapaka in sod., 2005, cit. po Druege, 2009).

Kraus in Kraybill (1918, cit. po Bjarke, 1988) sta v poskusu nadzorovano gnojila rastline z različnimi količinami dušika. Tako sta pridobila potaknjence z različnim razmerjem med ogljikom in dušikom. Ugotovila sta, da se bolje ukoreninijo tisti z večjim razmerjem med ogljikom in dušikom, ki sta jih pridobila z manjšim odmerkom dušika. Večina ogljikovih hidratov v obliki saharoze je shranjenih v steblih.

Rastline sprejmejo ogljik v obliki CO₂ prek listov (skozi listne reže). Odprtost listnih rež je odvisna od koncentracije CO₂ v listih, osvetlitve, razpoložljive vode, relativne zračne vlage in še drugih dejavnikov. Hkrati s sprejemom CO₂ rastlina izgublja vodo (transpirira), zato je za vodni režim v rastlini zelo pomembno uravnavanje tega procesa, kar je naloga listnih rež. CO₂ se v kloroplastih mezofilnih celic lista v procesu fotosinteze porablja za izgradnjo ogljikovih hidratov. Sladkorji so pomembni za osmotski potencial celice (Štampar in sod., 2005; Druege, 2009).

Zmanjšanje vsebnosti ogljikovih hidratov v potaknjencih se opazi v prvih dneh začetka koreninjenja (Haissig in Veierskov, 1982, cit. po Bjarke, 1988). To je lahko posledica zaprtja rež, ki zmanjšajo fiksacijo CO₂ (Gay in Loach 1977, cit. po Bjarke, 1988; Orton 1979, cit. po Bjarke, 1988). Hitro povečanje ogljikovih hidratov so opazili pri potaknjencih, če je bila višja temperatura (15 – 25 °C) ali če so uporabili avksin (Altman in Wareing 1975, cit. po Bjarke, 1988; Haissig 1982, cit. po Bjarke, 1988; Veierskov in Andersen 1982, cit. po Bjarke, 1988).

Raziskave so pokazale, da ogljikovi hidrati sodelujejo pri izražanju genov za tvorbo hormonov (Druege, 2009). Če potaknjence skladiščimo pred potikom na nizki temperaturi in v temi ne preprečimo popolnoma dihanja in druge presnovne procese, ki porabijo ogljikove hidrate. To vpliva na manjši delež preživelih in ukoreninjenih potaknjencev (Behrens, 1988, cit. po Druege, 2009; Arteca in sod., 1996, cit. po Druege, 2009; Paton in Schwabe, 1987, cit. po Druege, 2009).

V poskusu (Druege in sod., 2000, cit. po Druege, 2009) so gnojili krizanteme z različnimi količinami dušika. Potaknjence, ki so jih rezali iz teh rastlin so skladiščili na nizki temperaturi. Ugotovili so, da je bila koncentracija saharoze v listih največja pri potaknjencih, katerih matične rastline so bile najbolj gnojene z dušikom.

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 RASTLINSKI MATERIAL

Pri zasnovi poskusa smo se odločili, da bomo uporabili eno vrsto dlakavolistnega ali kitajskega nepozebnika (*Hamamelis mollis* Oliv.), ki je že v prejšnjih letih v poskusih kazal, da se dobro korenini (Colarič, 2007; Pegam, 2009). Potaknjence nepozebnika smo dobili iz grma, ki raste v okrasni drevesnici Žiher – Špur v Žlebah. Postavili smo enofaktorski poskus s potaknjenci dlakavolistnega nepozebnika s faktorjem različne variante gnojenja.



Slika 2: Matična rastlina dlakavolistnega; kitajskega nepozebnika (*Hamamelis mollis* Oliv.) ter narezani poganjki za potaknjence; okrasna drevesnica Žiher – Špur v Žlebah, 18. 6. 2009

3.1.1 Dlakavolistni ali kitajski nepozebnik (*Hamamelis mollis* Oliv.)

Opis glavnih značilnosti dlakavolistnega nepozebnika (Šiftar, 1974; Witt 1978).

Izvor: Kitajska.

Višina in širina: 3–4 m.

Oblika rasti: Počasi rastoč prezimno trden, srednje velik listopaden grm, ki je lijakaste oblike.

Rastišče: Humozna, zmerno vlažna zemlja, zaveten prostor, da cvetja ne poškodujejo hladni vetrovi.

Listi: Jajčasti, na osnovi srčasti, drobno napiljeni in na spodnji strani sivo žametasti ter jeseni zlato rumeni.

Poganjki: Mladi so živo žametasti.

Cvetovi: veliki, zlato rumeni, dišijo in so odporni proti mrazu.

Čas cvetenja: Pred olistanjem v februarju in marcu in je odvisno od vremena.

Sorte: Najpogostejše se sadijo sorte 'Pallida', 'Brevipetala' in 'Coombe Wood'.

3.1.2 Matične rastline in priprava potaknjencev

Toletne potaknjence smo rezali na dan potika v jutranjih urah v okrasni drevesnici Žiher – Špur v Žlebah. Poganjek mora biti dovolj čvrst, vendar pri dnu še ne sme biti olesenel. Potrebna je velika pozornost, da ne pride do izsušitve, zaradi močne transpiracije listov.

Izsušitev lahko preprečimo samo z zmanjšanjem transpiracije, kar je možno doseči le, če odrezane potaknjence damo v okolje z visoko zračno vlago, ki preprečuje transpiracijo (Osterc, 2006).

3.2 OROŠEVANJE

3.2.1 Visokotlačni sistem meglenja (fog sistem)

Sistem meglenja omogoča dobro koreninjenje zelenih potaknjencev in dober razvoj sadik že v prvem letu. Uporaba tega sistema daje dobre rezultate pri težavnejših rastlinskih vrstah. Pri poskusu smo uporabili sistem visokotlačnega meglenja, proizvajalca Plantfog (Dolejsi, Avstrija). Tlačilka v sistemu je zviševala pritisk vode na 65-70 barov ter potiskala vodo skozi šobe s premerom manjšim od 10 µm in je ustvarjala gosto meglo. Pretok vode je bil od 4,5 do 6,5 l na uro. Relativna zračna vlaga je tako vseskozi med 90 in 100 %. Ritem meglenja je bil avtomatsko intervalno uravnavan, intervali pa so se urejali glede na zunanje temperature. Ponoči nismo oroševali. Meglenje je trajalo od potika potaknjencev do konca septembra s tem, da smo septembra oroševali manj intenzivno. Plastenjaki, v katerih poteka koreninjenje, se ne smejo zračiti, da se listi ne osušijo, zato so ves čas zaprti. V vročih dneh temperatura v plastenjakih naraste na 50 °C, kar pa ob stalnem meglenju ne povzroča na rastlinah nobenih poškodb. Visoke temperature in zelo visoka vlaga imajo fungicidni učinek, saj je pojav glivičnih bolezni zelo redek. V poskusu nismo uporabili nobenega fitofarmacevtskega sredstva. Ponoči je temperatura padla na 18 do 20 °C.

3.3 METODE DELA

3.3.1 Zasnova in izvedba poskusa

Poskus razmnoževanja dlakavolistnega nepozebnika (*Hamamelis mollis*) z zelenimi potaknjenci smo zasnovali 18. 6. 2009 (preglednica 1) v plastenjaku Biotehniške fakultete, kjer je možnost zračenja z odpiranjem oken in so tla nagnjena proti sredini za odtekanje odvečne vode. Potikali smo zdrave poganjke, katerih dolžina je bila različna (5–20 cm), 2–3 cm globoko v substrat. V poskusu smo potaknili 304 potaknjencev. Pri vsaki varianti gnojenja smo imeli štiri ponovitve. V vsako parcelo smo potaknili naključno 19 potaknjencev (4 potaknjenci za analizo sladkorjev ter 15 potaknjencev za meritev in vrednotenje potaknjencev). Rezali smo jih s sadjarskimi škarjami iz zdravih poganjkov matične rastline ter jih še isti dan potaknili v plastenjaku, v naprej pripravljene parcele. Odrezali smo jih tik pod kolencem in odstranili spodnja dva lista. Uporabili smo le vršne potaknjence. Na dnu razmnoževalne gredice je nasuta plast peska za večjo prepustnost vode (drenažo), čez je položena platnena vrtnarska črna folija, ki prepušča vodo. Na folijo

smo dali substrat za potaknjence in napolnjene lesene okvirje z vrvico razdelili na parcelice. Tako smo dobili 16 parcelic skupne povprečne velikosti 5 m². Vse parcelice smo označili z etiketami. Gostota potika je bila takšna, da je imel vsak potaknjeneč 163 cm² prostora (velikost gredice; 1,60 m x 3,10 m). Časovni potek poskusa je prikazan v preglednici 2. Potaknjenci so ostali v substratu od začetka junija do sredine novembra, da so se dobro ukoreninili in zrasli.

Preglednica 1: Postavitev parcel, razporeditev ponovitev in legenda zasnove poskusa

2 a	2	3 a	3	2 b	6	3 b	7	2 c	10	3 c	11	2 d	14	3 d	15
1 a	1	4 a	4	1 b	5	4 b	8	1 c	9	4 c	12	1 d	13	4 d	16
a			b				c				d				
Legenda:															
a – prva varianta gnojenja = kontrola (ni gnojenja)															
b – druga varianta gnojenja = 0,2 g N/l substrata; Osmocote® Exact® 3-4 M (16-9-12-2,5 MgO)															
c – tretja varianta gnojenja = 0,2 g N/l substrata; Osmocote® Exact® 3-4 M (11-11-18-2 MgO)															
d – četrta varianta gnojenja = 0,4 g N/l substrata; Osmocote® Exact® 3-4 M (11-11-18-2 MgO)															

Preglednica 2: Časovni potek izvajanja poskusa

	Datum	Aktivnost
1.	18. 6. 2009	Nabiranje poganjkov v okrasni drevesnici in potik potaknjencev
2.	16. 7. 2009	Vzorčenje za meritev pH – vrednosti, slanosti substrata in saharoze
3.	13. 8. 2009	Vzorčenje za meritev pH – vrednosti, slanosti substrata in saharoze
4.	10. 9. 2009	Vzorčenje za meritev pH – vrednosti, slanosti substrata in saharoze
5.	8. 10. 2009	Vzorčenje za meritev pH – vrednosti, slanosti substrata in saharoze
6.	26. 11. 2009	Vizualni pregled preživelosti, meritev in vrednotenje potaknjencev
7.	12. 1. 2010	Vizualni pregled preživelosti, meritev in vrednotenje potaknjencev
8.	25. 2. 2010	Vizualni pregled preživelosti, meritev in vrednotenje potaknjencev
9.	23. 4. 2010	Pregled preživelosti ulončenih sadik
10.	26. 5. 2010	Pregled koliko sadik nepozebnika je uspešno prezimilo
11.	29. 7. 2010	Pregled koliko sadik nepozebnika uspešno nadaljuje z rastjo

3.3.1.1 Priprava substrata

Za poskus smo uporabili mešanico čiste šote (Novobalt) in kremenčevega peska v volumskem razmerju 3:1. Kremenčev pesek izboljša zračnost in odcednost substrata. Granulacija kremenčevega peska je od 0,7 do 1,4 mm. Pred potikom smo v laboratoriju izmerili pH-vrednost šote, ki je znašala 4,0. Pri nižji pH-vrednosti je sprejem avksina boljši, zato nismo dodali apna. Poskus je bil sestavljen iz štirih variant gnojenja (uporabili smo počasi delujoče gnojilo). Uporabili smo gnojila, ki se razlikujeta po vsebnosti hranil (priloga A). Varianta 1 – kontrola je bila brez dodatka gnojila, pri 2 varianta smo uporabili gnojilo Osmocote® Exact® 3-4 M (16-9-12-2,5 MgO), dodali smo 0,2 g N/l substrata (1,25 g gnojila/l substrata), pri 3 in 4 varianti smo uporabili gnojilo Osmocote® Exact® 3-4 M (11-11-18-2 MgO). Varianti 3 smo dodali 0,2 g N/l substrata (1,82 g gnojila/l substrata), 4 varianti pa smo dodali 0,4 g N/l substrata (3,64 g gnojila/l substrata). Ta gnojila ne

povzročajo ožige na koreninah rastlin. Šoto, kremenčev pesek in gnojilo (pri 2, 3, in 4 varianti gnojenja) smo za enakomerno razporeditev hranil dobro premešali v betonskem mešalcu. Substrat smo potem stresli v pripravljeno ogrodje iz lesa, ki je bilo razdeljeno na parcele. Substrat smo pred potikom močno navlažili in tako preprečili izsušitev potaknjencev. Pravilna priprava substrata je zelo pomembna za rast in razvoj potaknjencev.

3.3.1.2 Rastni regulatorji

Pri razmnoževanju s potaknjenci uporabljamo avksin predvsem zato, da bi spodbudili nastanek in tvorbo kakovostnejših adventivnih korenin. Tik pred potikom v substrat smo potaknjence na odrezanem delu predhodno pomočili v 0,5 % indol-3-masleno kislino (IBA) in 10 % fungicida Baycorja na osnovi smukca. Če dodamo fungicid je potaknjeneč pri osnovi zavarovan proti gnitju.



Slika 3: Tretiranje bazalnih delov potaknjencev nepozebnika z indol – masleno kislino (IBA) neposredno pred potikom

3.4 OPAZOVANJE IN VREDNOTENJE POSKUSA

Kot izide poskusa smo opazovali, merili in ovrednotili različne parametre: Ti parametri vključujejo tako ocenjevanje koreninskega sistema, vegetativno rast, kot tudi prezimitev ulončenih sadik. Samo na ta način lahko celovito ocenimo uspešnost posamezne variante gnojenja.

3.4.1 Koreninjenje in rast potaknjencev

3.4.1.1 Vizualni pregled potaknjencev pred prezimitvijo in v času prezimitve

Poleti smo opazovali rast in razvoj potaknjencev. Vizualni pregled preživelosti smo ocenili v treh terminih pred bonitiranjem potaknjencev, in sicer 26. 11. 2009 (pred prezimitvijo na koncu rastne dobe), 12. 1. 2010 in 25. 2. 2010. Pri prvi meritvi smo najprej pobrali odpadlo listje, da smo lažje prešteli po parcelah koliko potaknjencev je živih. Prešteli smo preživele

potaknjence pri posameznih variantah gnojenja. Iz rezultatov smo izračunali naslednje deleže (%).

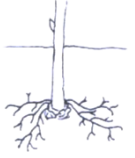
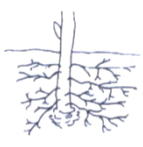
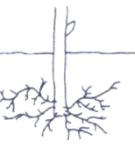
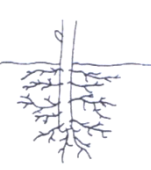
1. Delež preživelih potaknjencev

- a. $(\text{število preživelih potaknjencev } 26. 11. 2009 / 15 = \text{potaknjenci za vrednotenje in meritve potaknjencev}) * 100$
- b. $(\text{število preživelih potaknjencev pred bonitiranjem } 12. 1. 2010 / \text{število preživelih potaknjencev } 26. 11. 2009 \text{ po bonitiranju}) * 100$
- c. $(\text{število preživelih potaknjencev pred bonitiranjem } 25. 2. 2010 / \text{število preživelih potaknjencev } 12. 1. 2010 \text{ po bonitiranju}) * 100$

3.4.1.2 Meritve potaknjencev

Jeseni pred prezimitvijo, dne 26. 11. 2009 in v času prezimitve 12. 1. 2010 ter 25. 2. 2010 smo na mestu potika v neogrevanem plastenjaku izvedli meritve in vrednotenje potaknjencev. Pri odvzemu moramo biti previdni, da ne poškodujemo potaknjenca in njegovih krhkih korenin. Pomagali smo si z lopatko, s katero smo dvignili potaknjenec iz substrata. Pred ocenjevanjem smo potaknjenec zasuli, da se ne izsušijo korenine, ker zelo hitro odmrejo, če jim primanjkuje vlage. Pri določitvi oblike koreninjenja smo na podlagi sheme ugotavljali na kakšen način se je potaknjenec ukoreninil in iz tega izračunali deleže koreninjenja (preglednica 3). Za merjenje smo uporabili ravnilo in shemo za določitev načina koreninjenja. Pri vsakem potaknjencu smo najprej ugotovili ali je preživel ali propadel.

Preglednica 3: Shema za določitev oblike koreninjenja (Osterc, 2009)

RAZRED 1  Neukoreninjen potaknjenec (potaknjenec brez kalusa in korenin)	RAZRED 2  Kalus (potaknjenec samo s kalusom)	RAZRED 3  Bazalno koreninjenje potaknjenca s kalusom (korenine le na bazi potaknjenca)
RAZRED 4  Akrobazalno koreninjenje potaknjenca s kalusom (korenine na bazi potaknjenca in višje)	RAZRED 5  Bazalno koreninjenje potaknjenca brez kalusa (korenine le na bazi potaknjenca)	RAZRED 6  Akrobazalno koreninjenje potaknjenca brez kalusa (korenine na bazi potaknjenca in višje)

Pri vrednotenju koreninjenja in rasti potaknjencev po posameznih parcelah smo ovrednotili različne parametre. Pri številu in dolžini korenin smo upoštevali korenine preživelih potaknjencev.

2. Delež vseh ukoreninjenih potaknjencev

Prešteli smo število ukoreninjenih potaknjencev v posamezni parceli.

(število ukoreninjenih živih potaknjencev (razredi 3 – 6)/število vseh potaknjencev vzetih iz parcel v posameznem terminu (razredi 1 – 6)) * 100

3. Povprečno število glavnih korenin

Določili smo jih s štetjem korenin preživelim potaknjencem, ki so izraščale neposredno iz potaknjenca. Pred tem smo iz korenin potaknjencev odstranili substrat.

(vsota števila glavnih korenin/število ukoreninjenih potaknjencev)

4. Povprečna dolžina koreninskega šopa (cm)

Dolžino smo določili z merjenjem dolžine glavne korenine, od mesta izraščanja do rastnega vršička korenine. Pri merjenju smo si pomagali z merilnim trakom.

(vsota dolžin koreninskih šopov/število ukoreninjenih potaknjencev)

5. Delež ukoreninjenih potaknjencev s kalusom (razreda 3 in 4)

Prešteli smo število ukoreninjenih potaknjencev s kalusom.

(število ukoreninjenih potaknjencev s kalusom (razreda 3 in 4)/število ukoreninjenih potaknjencev) * 100

6. Delež potaknjencev s kalusom (razred 2)

(število preživelih potaknjencev s kalusom (razred 2)/potaknjenci vzeti iz substrata v posameznem terminu) * 100

7. Delež ukoreninjenih brez kalusa (razreda 5 in 6)

(število potaknjencev z razvojem korenin brez kalusa (razreda 5 in 6)/število ukoreninjenih potaknjencev) * 100

Kakovost koreninskega sistema smo ocenjevali tudi z načinom razvoja korenin. Korenine se razvijejo bazalno in akrobazalno.

8. Delež potaknjencev z akrobazalnim razvojem korenin (razreda 4 in 6)

(število potaknjencev z akrobazalnim razvojem korenin (razreda 4 in 6)/število ukoreninjenih potaknjencev) * 100

9. Delež potaknjencev z bazalnim razvojem korenin (razreda 3 in 5)

(število potaknjencev z bazalnim razvojem korenin (razreda 3 in 5)/število ukoreninjenih potaknjencev) * 100

10. Povprečni prirast glavnega poganjka (cm)

Izmerili smo višino prirasta glavnega poganjka

(vsota dolžine prirasta glavnega poganjkov/število ukoreninjenih potaknjencev)

11. Povprečni skupni prirast stranskih poganjkov (cm)

Dolžino smo določili z merjenjem dolžine stranskega poganjka, od mesta izraščanja na glavnem poganjku do konca poganjka. Zapisovali smo si vsoto dolžin poganjkov.
(vsota dolžin prirasta stranskih poganjkov/število ukoreninjenih potaknjencev)

12. Povprečno število stranskih poganjkov

Prešteli smo stranske poganjke na posamezni rastlini. Dobljene vrednosti smo za vsako parcelo sešteli in delili s številom rastlin.
(vsota števila stranskih poganjkov/število ukoreninjenih potaknjencev)

13. Povprečna dolžina prirasta (cm)

(vsota prirasta glavnih in stranskih poganjkov/število ukoreninjenih potaknjencev)

14. Povprečna dolžina posameznega stranskega poganjka (cm)

(skupna vsota dolžine posameznih stranskih poganjkov/število stranskih poganjkov)

15. Delež potaknjencev, ki so razvili stranske poganjke

(potaknjenci, ki so razvili stranske poganjke/število ukoreninjenih potaknjencev) * 100

16. Delež odgnanih potaknjencev

(število odgnanih potaknjencev/število ukoreninjenih potaknjencev) * 100

3.4.1.3 Meritve sadik

Ukoreninjene potaknjence smo po bonitiranju presadili v lončke s premerom (12, 14 in 15 cm, odvisno od velikosti koreninske grude), ki smo jih napolnili z mešanico substrata, vrtno zemlje in počasi delujočega gnojila Osmocote® Exact® 3-4 M (11-11-18-2 MgO). Izbrali smo tiste z večjim številom korenin (dobro razvitim koreninskim sistemom), ker to zagotavlja dobro rast ulončenih sadik. Sadike smo po končanem sajenju zalili. Na koncu smo naredili zastirko med lonci iz zemlje, da smo zavarovali korenine pred mrazom. Rastline v loncih in koritih so bolj izpostavljene nizkim temperaturam kot rastline na gredi, zaradi česar moramo lonce in rastline v njih dodatno zaščititi. Ulončene potaknjence smo prezimili na mestu potika v neogrevanem plastenjaku. Pozimi in spomladi sadike malo zalivamo, ko se vrhnja plast substrata posuši, jih ponovno zalijemo. Paziti moramo, da se zemlja popolnoma ne izsuši. Zemlja mora biti primerno vlažna, ne pa izsušena ali preveč mokra. V fazi mirovanja rastlin ne zalivamo veliko, ker dolgotrajna namočenost zemlje povzroča gnitje korenin.

17. Delež ulončenih potaknjencev

Pri vseh variantah gnojenja smo si zapisovali število ulončenih potaknjencev.
(število ulončenih potaknjencev/število vseh potaknjencev) * 100

Tako kot razmnoževanje različnih rastlinskih vrst je tudi razmnoževanje nepozebnika uspešno, če potaknjenelec, poleg tega da razvije dober koreninski sistem, tudi preživi in uspešno raste. Na podlagi teh razlogov smo v našem poskusu opazovali preživetje potaknjencev po prezimitvi.

18. Delež preživelih ulončenih potaknjencev po prezimitvi (23. 4. 2010)

Zapisali smo si število odgnanih ulončenih sadik.

(število ulončenih sadik, ki so odgnale/vsi ulončeni potaknjenci) * 100

19. Delež uspešno razmnoženih sadik potaknjencev po prezimitvi (26. 5. in 29. 7. 2010)

Zapisali smo si število ulončenih sadik, ki uspešno nadaljujejo z rastjo glede na različno varianto gnojenja.

(število ulončenih sadik, ki rastejo/vsi ulončeni potaknjenci) * 100

3.4.2 Meritev vsebnosti saharaže

3.4.2.1 Priprava vzorcev za analizo saharaže

V času potika (18. 6. 2009) smo zamrznili štiri potaknjence, ki so služili analizi vsebnosti saharaže na začetku poskusa. Pri naslednjih vzorčenjih smo potrebovali 16 potaknjencev za posamezen termin vzorčenja. Iz vsake parcele smo vzeli naključno po en potaknjeneč (štirje potaknjenci na eno varianto gnojenja), primerne dolžine za analizo. V laboratoriju smo spodnji del potaknjence sprali z destilirano vodo ter ga obrisali s papirnato brisačo. V papirnate vrečke smo dali posebej odrezane liste in skupaj steblo s koreninami, če so bile prisotne ter si zapisali datum vzorčenja, številko parcele in del potaknjence, ker smo delali posebej analizo sladkorjev v listih in steblih. Vzorce smo dali v zamrzovalnik za kasnejšo analizo sladkorjev v laboratoriju. Za določanje sladkorjev smo vzorce pripravili po naslednjem postopku: vzorce (liste in steblo + korenine) smo s sadjarskimi škarijami razrezali na majhne koščke in jih s pomočjo tekočega dušika v tarilnici strli v prah. Uporabili smo 1 g listov in 2 g steblo + korenine. Natehtane količine vzorcev v čašah smo prelili z bidestilirano vodo v naslednjih odmerkih: listje 1g → 20 ml, steblo + korenine 1 g → 10 ml. Vzorce smo pustili pri sobni temperaturi stati 30 minut in jih s stekleno palčko večkrat premešali. Po 30 minutah smo vzorce prelili v centrifugirke in jih centrifugirali pri 10.000 obratih 7 minut pri 4 °C. Po centrifugiranju usedlina ostane na dnu. Vzorce smo iz centrifugirk prefiltrirali skozi 0,45 µm filter premera 25 mm v vialo, jih označili in dali zamrzniti.

3.4.2.2 Meritev vsebnosti saharaže v listih ter steblih in koreninah nepozebnika s HPLC analizo

Z metodo tekočinske kromatografije visoke ločljivosti (HPLC) smo merili vsebnost saharaže. Z raziskavo smo hoteli ugotoviti razlike v vsebnosti saharaže v različnih delih potaknjencev (listih ter steblih in koreninah) in med različnimi variantami gnojenja (štiri ponovitve za eno varianto gnojenja). Koncentracija saharaže v vzorcih nepozebnika (g/100 g sveže mase vzorca) je bila izračunana s primerjavo dobljenih površin in površin standardov saharaže z že znanimi koncentracijami. Dobljene vrednosti površin s to analizo smo prenesli v Excel in jih na podlagi zatehtane količine listov in stebel + korenin ter količine prelite bidestilirane vode preračunali v končno vrednost saharaže podane v g/100 g sveže mase.

Vsebnost sladkorjev je bila prirejena po metodi za ugotavljanje vsebnosti sladkorjev, ki so jo razvili v laboratoriju Katedre za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Skupine za sadjarstvo (Dolenc in Štampar, 1997, cit. po Fabčič, 2004).

Kromatografski pogoji po Dolenc in Štampar (1997, cit. po Fabčič, 2004) za ogljikove hidrate:

HPLC sistem: Thermo Separation Products (TSP) – binarna črpalka P 2000 (Spectra System). Avtomatski podajalnik vzorcev AS 1000 (Spectra System). Razplinjevalnik: X – ACTTM Your Research. Mobilna faza: bidestilirana voda. Hitrost pretoka mobilne faze: 0,6 ml/min. Volumen injeciranja vzorca: 20 µl. Analitska kolona: Rezex – RCM monosacharide column (300 x 7,8 mm, Phenomenex Torrance, CA). Delovna temperatura kolone: 65 °C (termostat Mistral tip 800, Spark Holland). Temperatura avtomatskega podajalnika vzorcev: 10 °C. Detektor: Ri (refractive index). Čas analize vzorca: 60 min. Programska oprema: TSP 1000, operacijski sistem OS/2 Warp IBM (1994).

Sladkorji, ki so bili prisotni v vsakem vzorcu, so bili identificirani s primerjavo časa zadržanja vsakega vrha s tistim, ki pripada eksternim standardnim sladkorjem. Uporabili smo standarde proizvajalca Fluka Chemical (New York, NY, U.S.A.).

3.4.3 Kakovost substrata

3.4.3.1 Meritve pH – vrednosti in količine soli substrata

Slanost substrata smo merili preko celotne vegetacijske dobe, po potiku potaknjencev 18. 6. 2009. Prva meritev je bila opravljena štiri tedne po potiku (16. 7. 2009), da smo lahko izmerili vpliv gnojila, ki se je počasi sproščal. Ostale tri meritve smo opravili 13. 8, 10. 9 in 8. 10. 2009. Za odvzem vzorcev substrata smo potrebovali štiri prozorne plastične vrečke. To smo storili tako, da smo iz vsake ponovitve v posamezni varianti gnojenja z žličko odstranili zgornjo plast substrata in odvzeli nekaj žličk substrata. Iz vsake variante gnojenja smo dali substrat iz štirih ponovitev v eno prozorno plastično vrečko in jo označili. Ta predstavlja povprečen vzorec štirih ponovitev ene variante gnojenja, za meritve pH-vrednosti in slanosti substrata. Substratu smo potem ročno odstranili neraztopljeno gnojilo in ga zamrznili. Delo smo nato nadaljevali v laboratoriju.

Z merjenjem elektrolitske prevodnosti substrata smo določili količino raztopljenih soli v raztopini substrata. Na ta način spremljamo intenzivnost gnojenja substratov, saj gnojila oblikujejo nivo ionov v raztopini substrata. Električno prevodnost merimo v filtratu s pomočjo konduktometra. Elektrodo konduktometra potopimo v filtrat in odčitamo vrednost izraženo v mS/cm (Osterc, 2006).

Meritve smo izvedli v laboratoriju v dveh ponovitvah vsakega vzorca. S pomočjo prenosnega merilca slanosti PET 2000 KOMBI smo izmerili električno prevodnost. Za določanje slanosti substrata in za merjenje pH-vrednosti substrata smo zaradi njegove nehomogenosti najprej določili volumsko gostoto substrata. Merilni valj z 200 ml substrata

smo 10 krat spustili z višine 10 cm, tako da se je vsebina posedla in smo odčitali volumen substrata. Posedeni substrat smo stehali.

Dobljena masa in volumen sta nam služila za izračun gostote.

$$\rho \text{ (g/ml)} = m/V \quad \dots(1)$$

Elektrolitsko prevodnost določamo v 10 g substrata. Substrat prelijemo z 10 kratno količino (100 ml) bidestilirane vode in mešanico ob stalnem mešanju pustimo stati 2 uri. Iz elektrolitske prevodnosti lahko izračunamo količino soli v substratu. To smo izračunali na sledeč način:

$$1 \text{ mS/cm} = 570 \text{ mg/l} \quad \dots(2)$$

$$\text{Slanost substrata (mg/l)} = \text{vrednost izmerjena s konduktometrom (mS/cm)} * 570 \quad \dots(3)$$

$$\text{Dejanska slanost substrata (g/l)} = (\text{slanost (mg/l)} * \rho \text{ (g/l)}) / 100.000 \quad \dots(4)$$

Izraz pH-vrednost substrata pomeni negativni logaritem koncentracije H^+ ionov. pH-vrednost določamo elektrometrično v raztopini substrata z znano koncentracijo $CaCl_2$ (kalcijevega klorida). Meritev pH-vrednosti je pomembna za opredelitev reakcije substrata, ter za ocenitev dinamike hranil in sorptivne sposobnosti substratov (Osterc, 2006).

pH-vrednost določamo substratu z znanim volumenom, 25 ml. S pomočjo volumnske gostote substrata smo določili maso 25 ml substrata ter količino zatehtali. Zatehtano količino smo prelili s 75 ml $CaCl_2$ (0,01 M), dobro premešali in jo pustili stati 24 ur. Po 24 urah smo s pH metrom izmerili pH-vrednost. Za vsak vzorec substrata smo izvedli dve ponovitvi. Tudi pH-vrednost substrata smo merili preko celotne vegetacijske dobe.

3.4.4 Statistična analiza podatkov

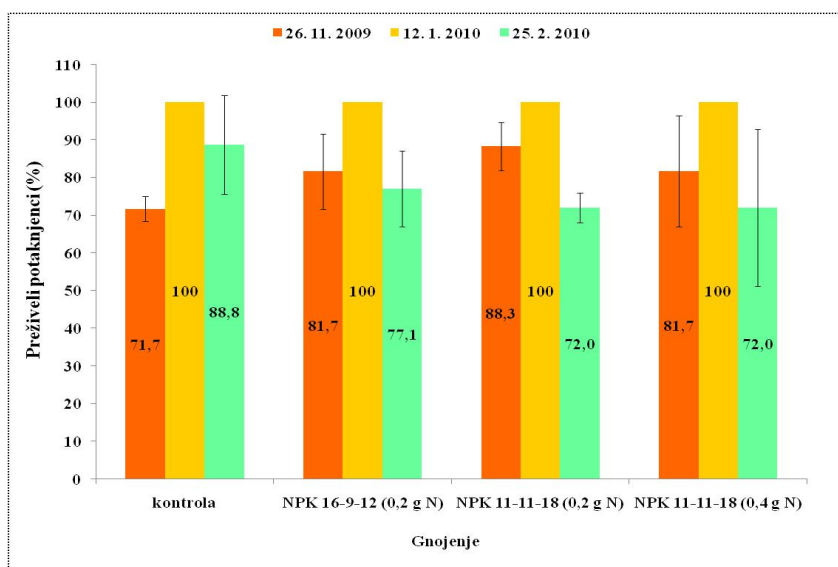
Za vsak izmerjen parameter smo izračunali povprečne vrednosti štirih ponovitev, glede na različne variante gnojenja nepozebnika. Te vrednosti smo prikazali s slikami in preglednicami. Navajamo tudi standardno deviacijo. Rezultate poskusa smo statistično obdelali z računalniškim programom Microsoft Excel in Statgraphics Plus 4,0. Statistično značilne razlike med obravnavanji smo pri izmerjenih parametrih ugotavljali z metodo analize variance (ANOVA), razlike povprečij pa s pomočjo Duncanovega preizkusa mnogoterih primerjav povprečnih vrednosti s 95 % stopnjo verjetnosti. Različne črke na slikah prikazujejo statistično značilne razlike med posameznimi obravnavanji pri $p < 0,05$. Oznaka N. R. pomeni, da med variantami ni bilo statistično značilnih razlik. Kjer črk ni, podatkov zaradi prevelike variabilnosti nismo statistično ovrednotili.

4 REZULTATI

4.1 USPEŠNOST RAZMNOŽEVANJA

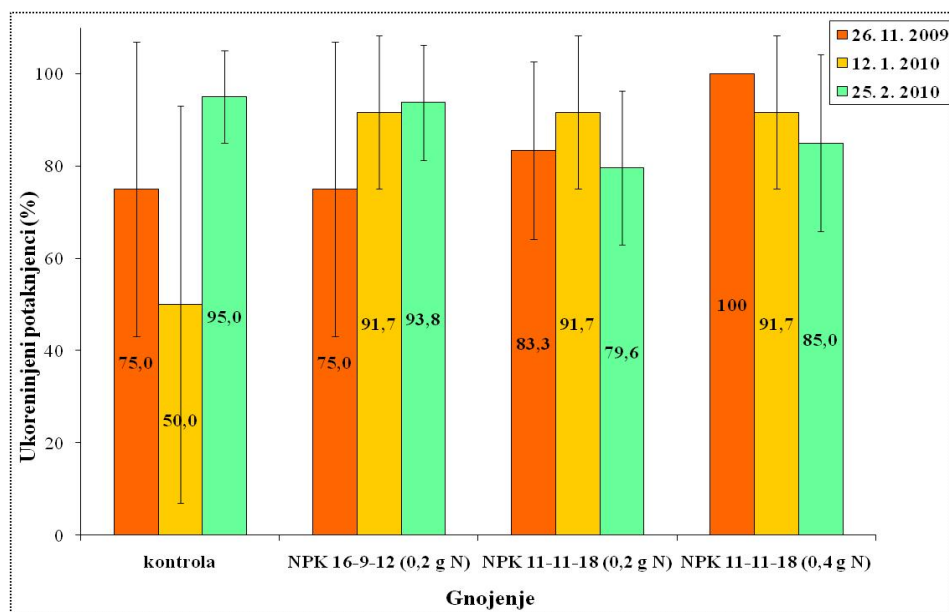
4.1.1 Stanje potaknjencev v razmnoževalni sezoni in v času prezimitve

Iz slike 4 je razvidno, da je bilo pred prezimitvijo (26. 11. 2009) pri tretji varianti gnojenja 88,3 % preživelih potaknjencev. V kontrolnem substratu je razmnoževalno sezono pri tem datumu preživel nekoliko manj (71,7 %) potaknjencev. Pri drugem terminu opazovanja (12. 1. 2010) je bil pri vseh variantah gnojenja 100 % delež preživelih potaknjencev. Pri tretjem terminu (25. 2. 2010) je v kontrolnem substratu preživel 88,8 % potaknjencev, pri drugi varianti gnojenja pa je preživel manj potaknjencev, 77,1 %.



Slika 4: Povprečni delež preživelih potaknjencev $\pm$ standardna deviacija glede na štiri različne variante gnojenja in treh terminov ocenjevanja preživetja; Biotehniška fakulteta – platenjak 2009/2010

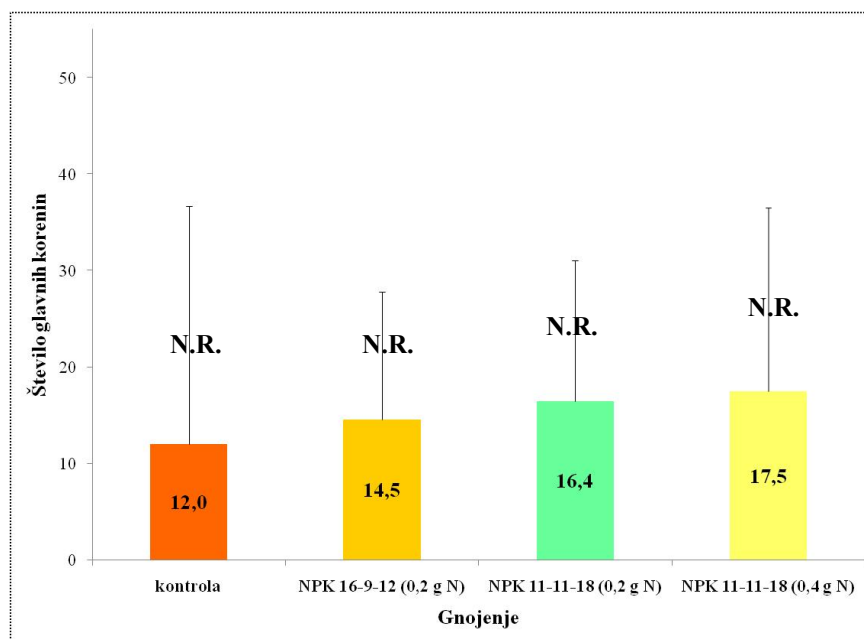
Iz slike 5 je razvidno, da so se najboljše, 100 %, ukoreninili potaknjenci pri četrti varianti gnojenja pri prvem terminu vzorčenja. Nekoliko manjši delež, 95,0 %, so dosegli potaknjenci pri kontroli in potaknjenci pri drugi varianti gnojenja, 93,8 % pri tretjem terminu vzorčenja. Pri drugem terminu vzorčenja so se slabše, s 50,0 %, ukoreninili potaknjenci v kontrolnem substratu.



Slika 5: Povprečni delež ukoreninjenih potaknjencev $\pm$ standardna deviacija, glede na štiri različne variante gnojenja in treh terminov vzorčenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010

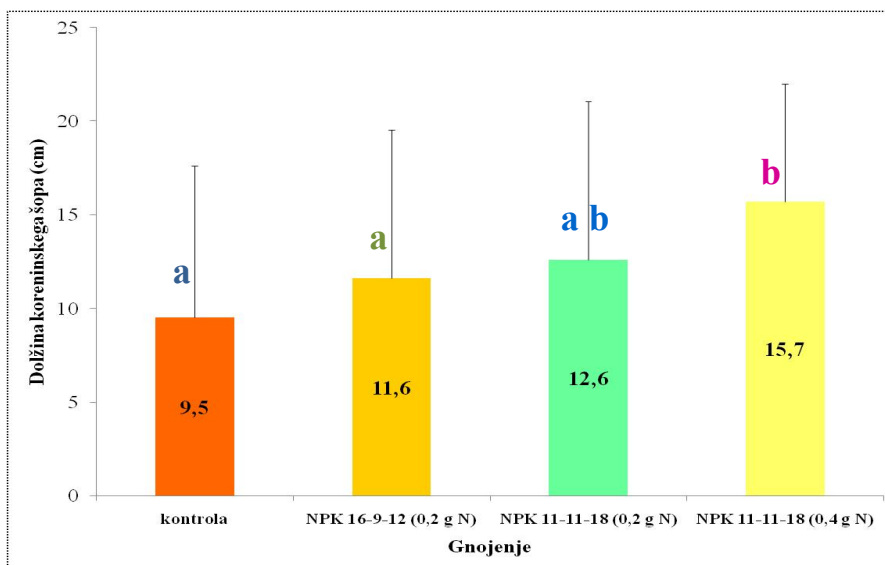
Potaknjencev, ki bi se ukoreninili, a kasneje propadli, ni bilo v nobeni od naših variant gnojenja.

Rezultati števila glavnih korenin na sliki 6 kažejo, da med potaknjenci štirih različnih variant gnojenja ni statističnih razlik v tvorbi korenin. Največje povprečno število glavnih korenin, 17,5, so razvili potaknjenci pri četrti varianti gnojenja (najbolj gnojen substrat), nekoliko najmanj glavnih korenin, 12,0, pa smo prešteli v kontrolnem substratu.



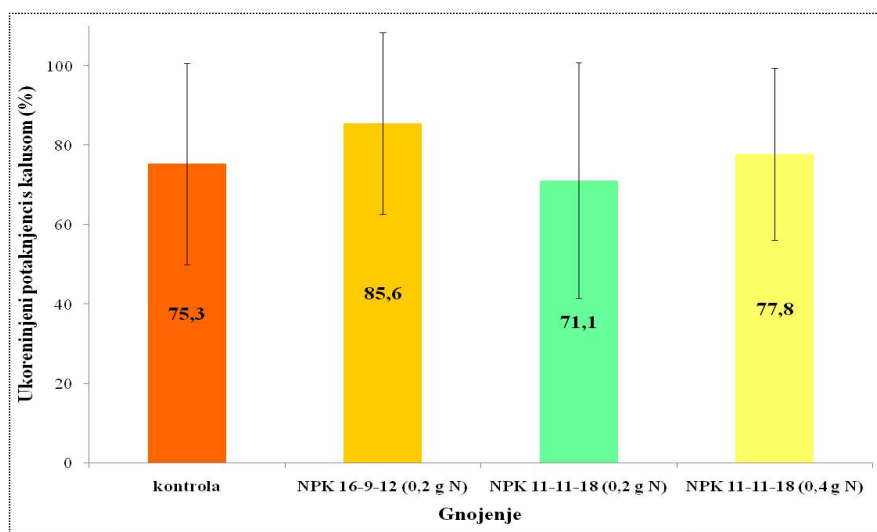
Slika 6: Povprečno število glavnih korenin $\pm$ standardna deviacija glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010

Iz slike 7 je razvidno, da so statistično značilno najdaljši koreninski šop, 15,7 cm, razvili potaknjenci pri četrti varianti gnojenja, z 12,6 cm so ji sledili potaknjenci pri tretji varianti gnojenja. Najkrajše korenine, 9,5 cm, so razvili potaknjenci v kontrolnem substratu. Na osnovi statistično značilnih razlik sklepamo, da je imela varianta gnojenja vpliv na razvoj dolžine koreninskega šopa.



Slika 7: Povprečna dolžina koreninskega šopa (cm) $\pm$ standardna deviacija glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010

Iz slike 8 je razvidno, da so ukoreninjeni potaknjenci dlakavolistnega nepozebnika (*Hamamelis mollis* Oliv.) tvorili močan kalus (85,6 %) pri drugi varianti gnojenja, nekoliko manj kalusa (77,8 %) so razvili potaknjenci pri četrti varianti, še manj (75,3 %) so ga tvorili pri kontroli, najmanj kalusa (71,1 %) so tvorili ukoreninjeni potaknjenci pri tretji varianti gnojenja.



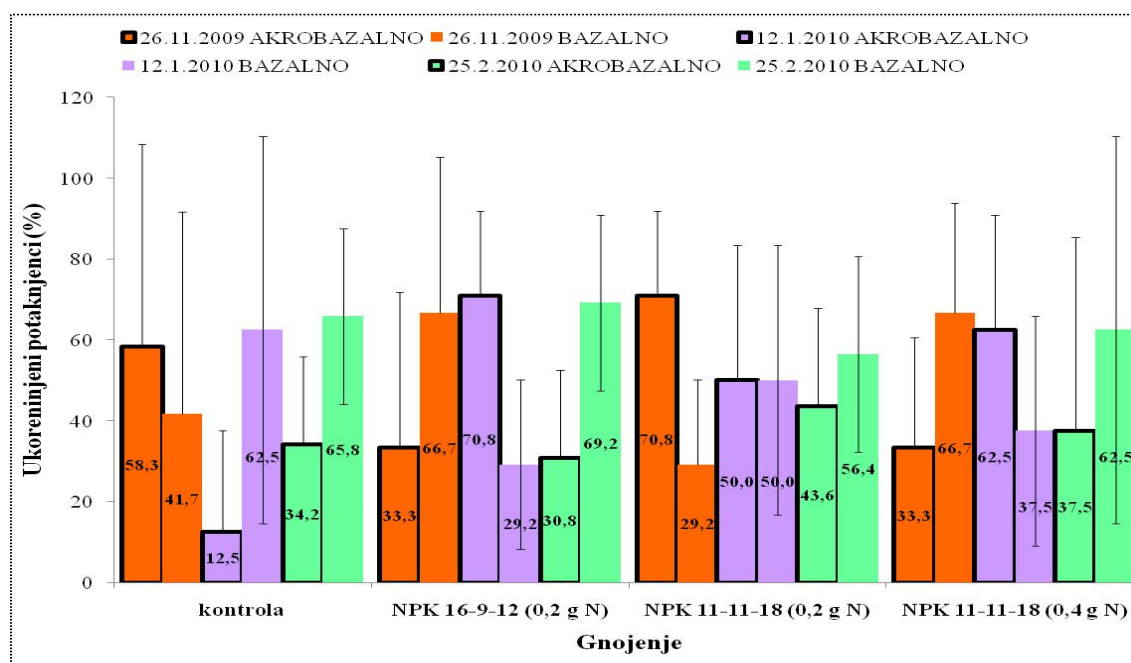
Slika 8: Delež ukoreninjenih potaknjencev s kalusom $\pm$ standardna deviacija, glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010

Iz preglednice 4 je razvidno, da je večji delež, 18,3 %, potaknjencev tvorilo kalus pri kontroli brez gnojenja, nekoliko manj so ga razvili potaknjenci pri tretji varianti gnojenja, 15,1 %, še manj so ga tvorili potaknjenci pri drugi varianti gnojenja, 13,2 %, najmanj kalusa so tvorili potaknjenci pri četrti varianti gnojenja, 5,0 %. Pri deležu potaknjencev s koreninami brez kalusa še posebej izstopajo rezultati pri tretji varianti gnojenja, 28,9 %. Statističnih značilnih razlik med gnojenji nismo zasledili.

Preglednica 4: Vrednosti povprečja in $\pm$ standardne deviacije tvorbe kalusa, glede na štiri različne variante gnojenja pri potaknjencih; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010

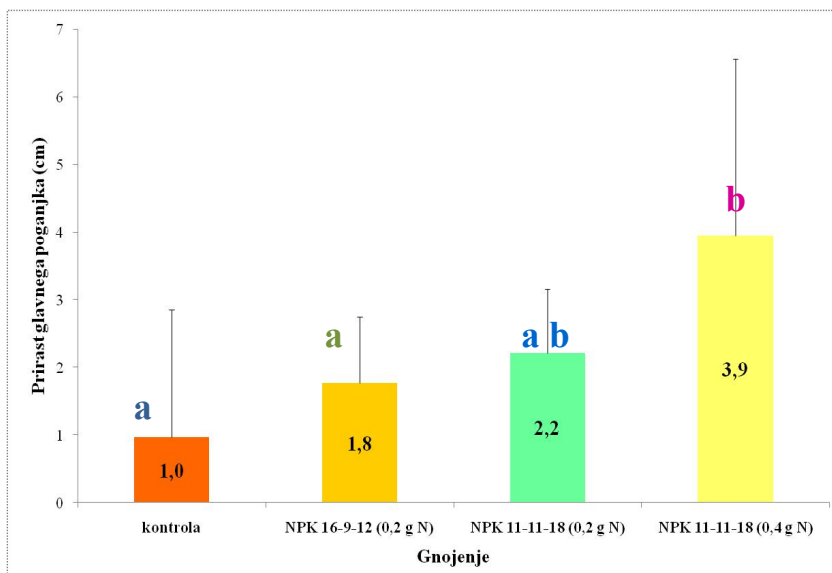
Gnojenje	Potaknjenci s kalusom (razred 2) (%)	Potaknjenci s koreninami brez kalusa (razreda 5 in 6) (%)
Kontrola	18,3 N. R. $\pm$ 21,9	23,3 N. R. $\pm$ 26,2
NPK 16-9-12 (0,2 g N)	13,2 N. R. $\pm$ 21,8	14,4 N. R. $\pm$ 22,9
NPK 11-11-18 (0,2 g N)	15,1 N. R. $\pm$ 16,8	28,9 N. R. $\pm$ 29,7
NPK 11-11-18 (0,4 g N)	5,0 N. R. $\pm$ 12,4	22,2 N. R. $\pm$ 21,7

Iz slike 9 je razvidno, da se je 57,8 % od vseh ukoreninjenih potaknjencev nepozebnika ukoreninilo bazalno in 42,2 % akrobazalno. Potaknjenci pri kontroli so v povprečju tvorili 65,8 % bazalnih korenin pri tretjem terminu vrednotenja in le 12,5 % akrobazalnih korenin pri drugem terminu vrednotenja. Pri drugi in tretji varianti gnojenja je razlika med akrobazalnim in bazalnim koreninjenjem manjša. Akrobazalne korenine je tvorilo 70,8 % potaknjencev in 29,2 % bazalne korenine v drugem (druga varianta gnojenja) in prvem terminu (tretja varianta gnojenja). V povprečju je največji delež, 54,8 %, akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev pri tretji varianti gnojenja. V povprečju je tvorilo največji delež, 56,7 %, potaknjencev z bazalnim razvojem korenin v kontrolnem substratu.



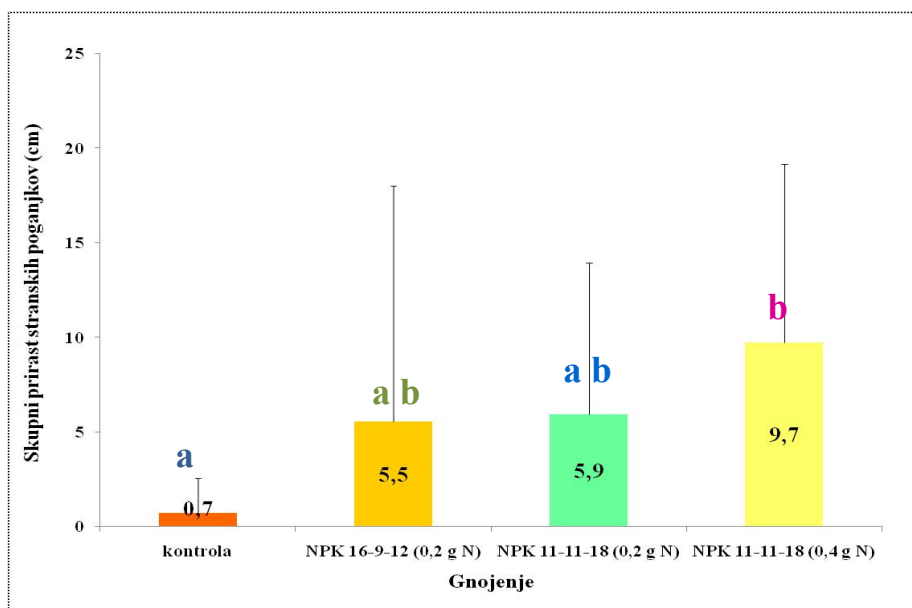
Slika 9: Povprečni delež potaknjencev z akrobazalnim (razreda 4 in 6) in bazalnim (razreda 3 in 5) razvojem korenin $\pm$ standardna deviacija, glede na štiri različne variante gnojenja in treh terminov vzorčenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010

Iz slike 10 je razvidno, da so razvili statistično značilno največji povprečni prirast glavnega poganjka, 3,9 cm, potaknjenci pri četrti varianti gnojenja. Najmanjši statistično značilni povprečni prirast glavnega poganjka, 1,0 cm, smo izmerili potaknjencem v kontrolnem substratu.



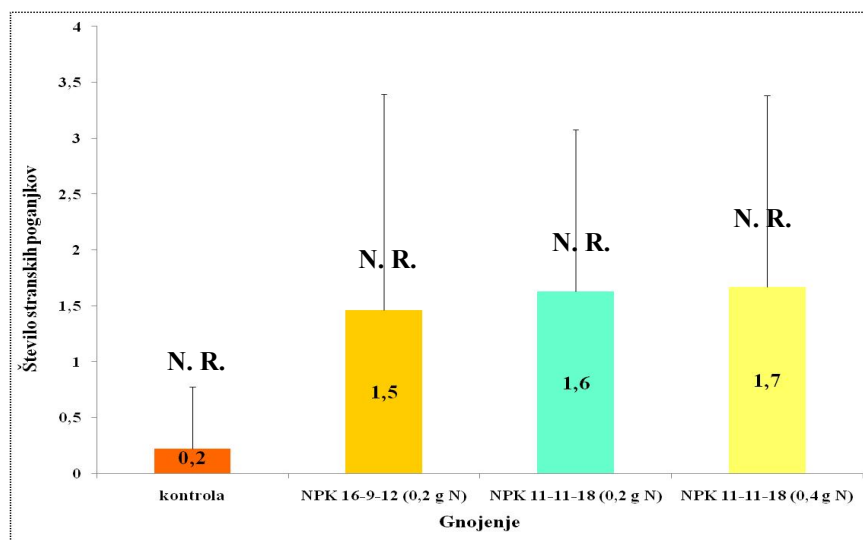
Slika 10: Povprečen prirast glavnega poganjka (cm) $\pm$ standardna deviacija glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjaki, 2009/2010

Iz slike 11 je razvidno, da so statistične razlike v skupni prirasti stranskih poganjkov. Poganjki v četrti varianti gnojenja so statistično značilno razvili povprečno najdaljše stranske poganjke, 9,7 cm, kot potaknjenci v kontrolnem substratu, ki so razvili statistično značilno povprečno najkrajše stranske poganjke, 0,7.



Slika 11: Povprečni skupni prirast stranskih poganjkov (cm) $\pm$ standardna deviacija glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjaki, 2009/2010

Iz slike 12 je razvidno, da med variantami gnojenja ni bilo statistično značilnih razlik. V najbolj gnojenem substratu se je v povprečju razvilo 1,7 stranskih poganjkov na ukoreninjen potaknjenec. V kontrolnem substratu so ukoreninjeni potaknjenci v povprečju razvili 0,2 stranska poganjka.



Slika 12: Povprečno število stranskih poganjkov $\pm$ standardna deviacija glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010

Iz preglednice 5 je razvidno, da so najmočnejšo rast kazali potaknjenci pri četrti varianti gnojenja (najbolj gnojen substrat). Povprečna dolžina prirasta je bila 12,7 cm, delež potaknjencev s stranskimi poganjki pa 41,7 %. Povprečna dolžina prirasta potaknjencev je naraščala sorazmerno z gnojenjem substrata. Najslabšo rast so kazali potaknjenci v kontrolnem substratu, kjer je znašal delež odgnanih potaknjencev 53,9 %, povprečna dolžina posameznega stranskega poganjka pa 2,8 cm. Pri kontroli je standardna deviacija največja, 36,4, kar nam pove, da je bil delež odgnanih potaknjencev pri tej varianti gnojenja najbolj neizenačen.

Preglednica 5: Vrednosti povprečja in $\pm$ standardne deviacije rasti glede na štiri različne variante gnojenja pri potaknjencih; Biotehniška fakulteta – plastenjak, 2009/2010

Gnojenje	Odganani potaknjenci (%)	Povprečna dolžina prirasta (cm)	Potaknjenci s stranskimi poganjki (%)	Povprečna dolžina posameznega stranskega poganjka (cm)
Kontrola	53,9 $\pm$ 36,4	3,6 $\pm$ 1,9	17,4 $\pm$ 21,2	2,8 $\pm$ 1,9
NPK 16-9-12 (0,2 g N)	73,8 $\pm$ 34,2	7,3 $\pm$ 9,0	34,3 $\pm$ 32,9	4,0 $\pm$ 12,5
NPK 11-11-18 (0,2 g N)	60,4 $\pm$ 32,3	8,4 $\pm$ 6,4	36,7 $\pm$ 25,5	3,8 $\pm$ 8,0
NPK 11-11-18 (0,4 g N)	69,4 $\pm$ 32,4	12,7 $\pm$ 9,0	41,7 $\pm$ 23,0	5,1 $\pm$ 9,4

4.1.2 Stanje potaknjencev po prezimitvi in rezultati utrjevanja

Iz preglednice 6 je razvidno, da je bil največji delež ulončenih rastlin, 69,4 % od vseh potaknjencev, v najbolj gnojenem substratu. Največji delež, 27,8 %, uspešno razmnoženih sadik potaknjencev po prezimitvi je bil pri tretji varianti gnojenja, pri kateri smo ulončili 64,8 % potaknjencev.

Preglednica 6: Vrednosti povprečja in $\pm$ standardne deviacije deleža ulončenih, preživelih in uspešno razmnoženih sadik potaknjencev glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak in mrežnik, 2009/2010

Gnojenje	Ulončeni potaknjenci (%)	Preživel ulončeni potaknjenci po prezimitvi (%) (23. 4. 2010)	Uspešno razmnožene sadike potaknjencev po prezimitvi (%) (26. 5. 2010)
Kontrola	53,7 $\pm$ 33,1	34,8 $\pm$ 39,8	13,6 $\pm$ 19,5
NPK 16-9-12 (0,2 g N)	66,7 $\pm$ 34,2	60,0 $\pm$ 23,8	12,9 $\pm$ 18,8
NPK 11-11-18 (0,2 g N)	64,8 $\pm$ 31,0	54,2 $\pm$ 23,7	27,8 $\pm$ 33,6
NPK 11-11-18 (0,4 g N)	69,4 $\pm$ 34,9	38,8 $\pm$ 35,1	8,7 $\pm$ 21,3

Iz preglednice 7 je razvidno, da smo pri pregledu sadik v času utrjevanja, dne 29. 7. 2010 ugotovili, da z največjim deležem, 25,0 %, uspešno nadaljujejo z rastjo sadike iz tretje variante gnojenja. Sledijo ji sadike iz druge variante gnojenja, 12,9 %, nekoliko manjši delež, 10,6 %, smo zasledili pri prvi varianti gnojenja (kontrolni substrat) ter najmanjši delež, 1,7 %, pri četrti varianti gnojenja.

Preglednica 7: Uspešna nadaljnja rast sadik glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – mrežnik, 29. 7. 2010

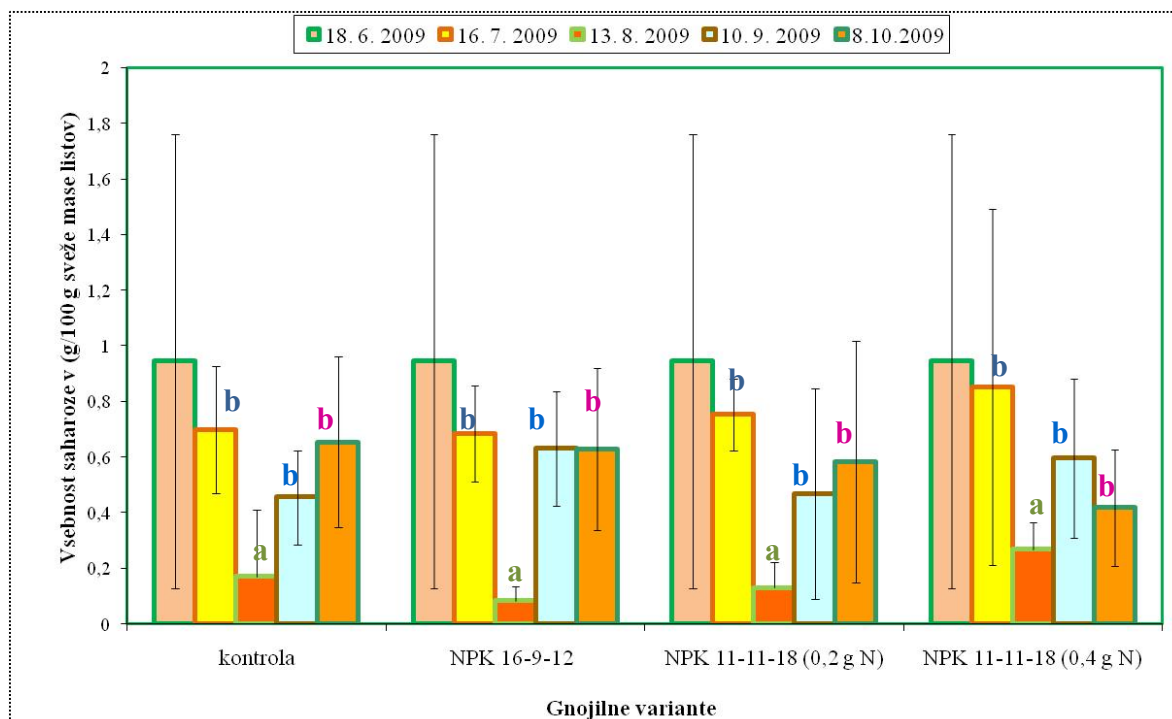
Gnojenje	Uspešna rast sadik (%)
Kontrola	10,6
NPK 16-9-12 (0,2 g N)	12,9
NPK 11-11-18 (0,2 g N)	25,0
NPK 11-11-18 (0,4 g N)	1,7

4.2 VSEBNOST SAHAROZE

4.2.1 Saharoza v listih

Z analizo smo ugotovili, da se pri vseh variantah gnojenja vsebnost saharaže spreminja med rastno dobo. Vsebnost saharaže je bila v rastni dobi znotraj posameznega termina vzorčenja med vzorci listov iz različno gnojenih substratov precej izenačena. Iz slike 13 je razvidno, da je bila največja vsebnost saharaže (0,94 g/100 g sveže mase listov) izmerjena pri prvem vzorčenju ob potiku potaknjencev, 18. 6. 2009. Pri drugi varianti gnojenja je bila avgusta izmerjena najmanjša vrednost saharaže (0,08 g/100 g sveže mase listov). Najmanjšo statistično značilno vrednost saharaže smo izmerili v listih avgusta pri vseh variantah gnojenja, saj je bila vrednost od 0,08 do 0,26 g/100 g sveže mase listov. Med

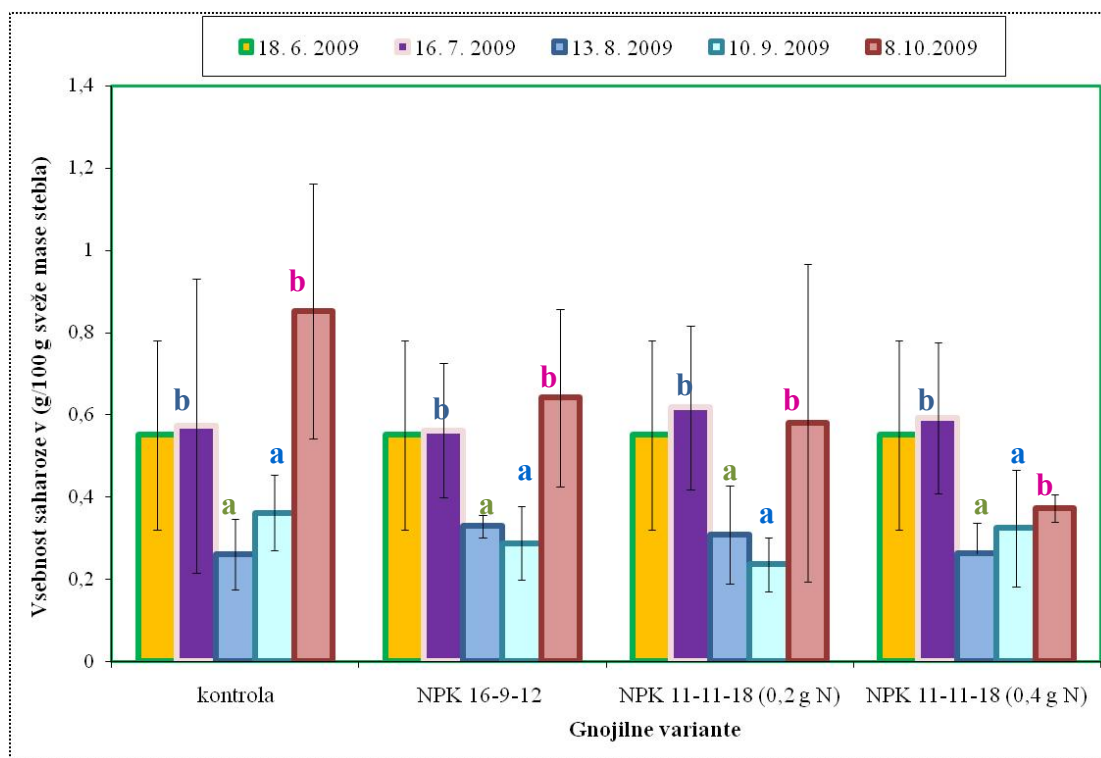
vsebnostjo saharaže v listih junija, julija, septembra in oktobra ni bilo statistično značilnih razlik.



Slika 13: Povprečna vsebnost saharaže $\pm$ standardna napaka v g/100 g sveže mase listov pri štirih različnih variantah gnojenja in štirih terminih vzorčenja; Biotehniška fakulteta – plastenjaki, 2009

4.2.2 Saharoza v steblih in koreninah

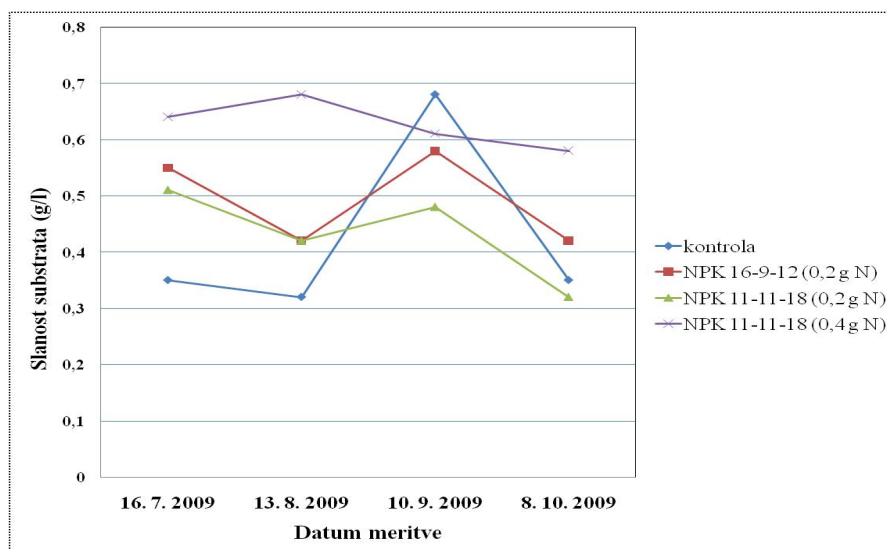
V steblih in koreninah smo merili vsebnost saharaže. Na sliki 14 so prikazane povprečne vsebnosti saharaže s standardno deviacijo stebel in korenin nepozebnika. Pri proučevanih variantah gnojenja je razvidno, da se vsebnost saharaže med rastno dobo nekoliko zmanjšuje. Vsebnost saharaže se hitro zmanjša pri vseh variantah od julija do avgusta (iz 0,59 g/100 g julija na 0,26 g/100 g sveže mase stebela in korenin avgusta pri četrti varianti gnojenja), potem proti koncu rastne dobe pri vseh variantah gnojenja vrednost saharaže spet naraste. Povprečne vsebnosti saharaže v steblih in koreninah so statistično značilno večje v juliju (od 0,56 g/100 g sveže mase stebela in korenin pri drugi varianti gnojenja do 0,61 g/100 g sveže mase stebela in korenin pri tretji varianti gnojenja) in v oktobru (od 0,37 g/100 g sveže mase stebela in korenin pri najbolj gnojenem substratu do 0,85 g/100 g sveže mase stebela in korenin pri kontroli, kjer je vsebnost saharaže zelo narasla), kot pri ostalih terminih vzorčenja glede na različno gnojene substrate.



Slika 14: Povprečna vsebnost saharoze $\pm$ standardna napaka v g/100 g sveže mase stebela in korenin pri štirih različnih variantah gnojenja in štirih terminih vzorčenja; Biotehniška fakulteta – plastenjaki, 2009

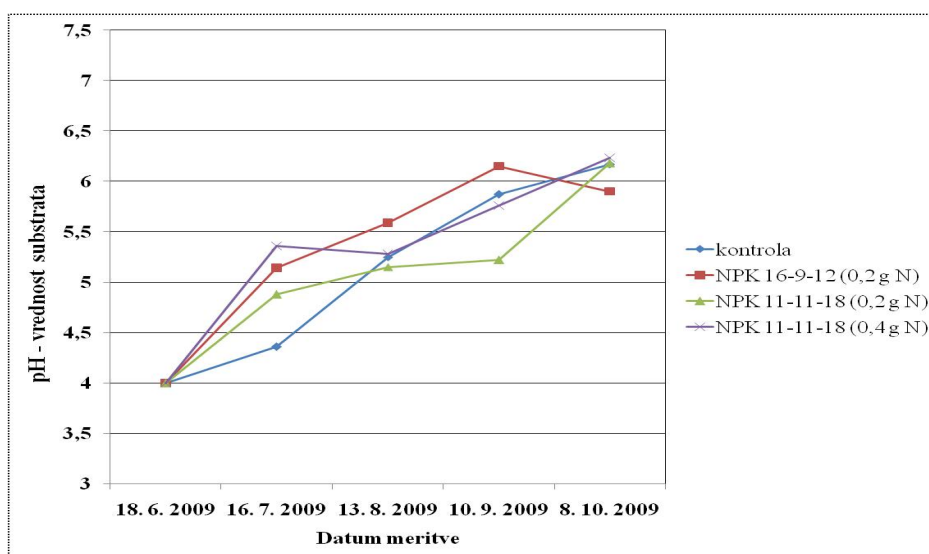
4.3 KAKOVOST SUBSTRATA

Slanost substrata je v vrtnarski praksi dober pokazatelj primernosti gnojenja, saj lahko neprimerno gnojenje (preveliki odmerki) nevarno poveča količino soli v rastnem mediju. Vzorce za meritev smo jemali iz vseh parcel. Vrednosti soli v substratu (slika 15) so se med sezono v našem poskusu gibale med 0,32 g/l (drugi termin vzorčenja v kontrolnem substratu in četrti termin vzorčenja pri tretji varianti gnojenja) in 0,68 g/l (tretji termin pri kontroli in drugi termin pri najbolj gnojenem substratu). Vrednost 2 g/l, ki pri številnih rastlinah že lahko povzroča ožig na koreninah, torej nikoli ni bila presežena. Slanost substrata je bila ob prvi meritvi (16.7.) med 0,35 g/l (pri kontroli) in 0,64 g/l (pri najbolj gnojenem substratu). Ob naslednjem merjenju (13.8.) se je slanost pri vseh variantah gnojenja nekoliko zmanjšala (najbolj pri kontroli na 0,32 g/l), razen pri najbolj gnojenem substratu, kjer se je povečala na 0,68 g/l. Maksimalno vrednost (0,68 g/l), smo v tretjem terminu (10.9.) zabeležili pri kontroli. V četrtem terminu (8.10.) se je pri vseh variantah zmanjšala. Enakomerno znižanje in povečanje slanosti substrata lahko pripišemo počasi delujočemu gnojilu Osmocote® Exact® in slabšemu delovanju aparata – ionizatorja (ionski izmenjevalec za mehčanje vode, katero uporabljamo za meglenje).



Slika 15: Spreminjanje slanosti substrata v razmnoževalnem obdobju pri štirih različnih variantah gnojenja in štirih terminih vzorčenja; Biotehniška fakulteta – plastenjaki, 2009

Slika 16 prikazuje spreminjanje pH-vrednosti substrata od začetne izmerjene vrednosti 4,0, ki narašča, do dosežene maksimalne vrednosti 6,23 pri najbolj gnojenem substratu. pH-vrednost substrata se je med sezono razmnoževanja nekoliko dvignila, vendar vrednosti niso presegle 7,0. Ob drugem vzorčenju (16.7.) so pH-vrednosti nihale od 4,36 (kontrola) do 5,36 (najbolj gnojen substrat). Ob naslednjem vzorčenju (13.8.) se pH-vrednost substrata pri vseh variantah gnojenja poveča nad 5,10. Nekoliko večja vrednost izmerjenih pH-vrednosti substrata vzorčenih septembra (10.9.) je pri vseh variantah gnojenja. Maksimalna vrednost je v tem terminu izmerjena pri drugi varianti gnojenja, 6,15, ta v zadnjem terminu vzorčenja (8.10) pade na pH-vrednost 5,9. V tem terminu pri vseh ostalih variantah gnojenja naraste in doseže maksimalno vrednost, 6,23 pri najbolj gnojenem substratu.



Slika 16: Spreminjanje pH- vrednosti substrata v razmnoževalnem obdobju pri štirih različnih variantah gnojenja in štirih terminih vzorčenja; Biotehniška fakulteta – plastenjaki, 2009

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Med nepozebnike (*Hamamelis* sp.) sodijo do 4 m visoka drevesa ali grmi, katerih listi so zelo podobni leskovim, čeprav oba rodova nista nič v sorodu. Na zavetnih legah in v milih zimah se cvetovi odpirajo že sredi zime, decembra in januarja. Če odprte cvetove preseneti močan mraz, se cvetni listi zvijejo skupaj in se po koncu pozebe znova odprejo. Sadimo jih v dobro humozno in zmerno vlažno zemljo (Noordhuis, 1997).

5.1.1 Razmnoževanje in utrjevanje

Gnojenje potaknjencev ob potiku je vplivalo na preživetje potaknjencev v razmnoževalni sezoni in tudi v času utrjevanja. Največji delež preživelih potaknjencev je bil pri tretji varianti gnojenja pred prezimitvijo novembra 2009 (88,3 %) in po prezimitvi julija 2010 (25,0 %). Pri pregledu preživelosti ulončenih sadik po prezimitvi aprila smo ugotovili, da jih je najmanj preživel pri kontroli (34,8 %). Iz poskusa, kot navaja Pegam (2009), smo zasledili, da je bil delež preživelih sadik dlakavolistnega nepozebnika (*Hamamelis mollis*) pri kontroli po prezimitvi v aprilu večji, saj je znašal 83 %, vendar manjši kot pri obravnavanju, kjer so uporabili gnojilo. Pri potaknjencih nepozebnika obstajajo razlike glede uspešnosti koreninjenja, saj so se najboljše (100 %), ukoreninili potaknjenci pri četrti varianti gnojenja v prvem terminu vzorčenja. Najslabše, s 50,0 %, pa so se koreninili potaknjenci v drugem terminu vzorčenja pri kontroli. Potaknjenci so se v našem poskusu v najbolj gnojenem substratu koreninili uspešnejše, kot navaja Pegam (2009) (75 % koreninjenje). Golob (1989) navaja, da so z visokotlačnim sistemom meglenja v poskusih z zelenimi potaknjenci pri nepozebniku dosegli 80 % koreninjenje. Ne poroča pa o tem, da so v poskusih uporabili gnojilo. Razlike med variantami gnojenja se kažejo tudi pri rezultatih dolžine koreninskega šopa. Četrta varianta gnojenja je izstopala po najdaljšem koreninskem šopu (15,7 cm), ki je bil statistično značilno daljši od drugih variant gnojenja in tretja varianta gnojenja po najmanjšem deležu ukoreninjenih potaknjencev s kalusom (71,1 %) in dolžini koreninskega šopa (12,6 cm). Osterc (2006) navaja, da je število korenin pomembnejše od dolžine koreninskega šopa. Večje število glavnih korenin je najboljši pokazatelj kakovosti korenin. V poskusu smo med variantami gnojenja ugotovili razliko v tvorbi kalusa. Potaknjenci so se nagibali k močnejši tvorbi kalusa ter korenin. V literaturi je tvorba kalusa z vidika razvoja korenin opredeljena negativno (Osterc, 2006). V kontrolnem substratu je tvorilo kalus brez korenin 18,3 % potaknjencev, 23,3 % potaknjencev se je pri tej varianti ukoreninilo brez kalusa. Pri drugi varianti gnojenja je največ ukoreninjenih potaknjencev tvorilo močan kalus, a so klub temu prezimili, s 12,9 % izplnom. Najmanj kalusa so tvorili potaknjenci v najbolj gnojenem substratu.

Velike razlike med sortami smo ugotovili tudi pri deležu odgnanih potaknjencev od vseh ukoreninjenih. Druga varianta gnojenja je tu najbolj izstopala, s 73,8 %. Najdaljšo povprečno dolžino prirasta (12,7 cm) so imeli potaknjenci v najbolj gnojenem substratu, kateri so imeli tudi največji delež (41,7 %) potaknjencev s stranskimi poganjki in najdaljšo povprečno dolžino posameznega stranskega poganjka, 5,1 cm. Domneva predvidene

razlike rasti in koreninjenja med variantami gnojenja se s tem potrjuje. Kljub temu, da so imeli potaknjenci iz najbolj gnojenega substrata največjo prirast so preživel prvo zimo z najmanjšim deležem. To pa je v nasprotju s podatki iz literature, kjer pravi Osterc (2006), da je rast in razvoj potaknjencev zelo pomembna za lažjo prezimitev. Navaja tudi, da prirast potaknjencev nakazuje optimalne razmnoževalne razmere. Največji delež, 27,8 % razmnoženih sadik potaknjencev po prezimitvi konec maja 2010 so dosegli potaknjenci pri tretji varianti gnojenja. Pri teh potaknjencih smo opazili največji delež, 28,9 % ukoreninjenih potaknjencev brez kalusa, kar kaže na to, da so za uspešno nadaljnje gojenje sadik nujno potrebne sadike s kakovostnim koreninskim sistemom. Tako se je za najprimernejše gnojenje v našem poskusu izkazala tretja varianta gnojenja. Pegam (2009) navaja, da potaknjenci vzgojeni v najbolj gnojenem substratu niso odporni na negativne vplive, ki jih prinaša prezimovanje. V našem poskusu smo julija 2010 tudi ugotovili, da pri razmnoževanju nepozebnika s potaknjenci dosegajo najboljše uspehe sadike iz tretje variante gnojenja, saj so z največjim deležem, 25,0 % uspešno nadaljevale z rastjo. Velik problem se v našem poskusu kaže v uspešnosti preživetja v času od prezimitve (ocenjevanje deleža vseh preživelih ulončenih potaknjencev po prezimitvi, 23. aprila 2010) do utrjevanja (ocenjevanje deleža vseh uspešno razmnoženih sadik potaknjencev po prezimitvi, 26. maja 2010).

Sistem razmnoževanja rastlin s potaknjenci ni uspešen v primeru, če potaknjenci po potiku razvijejo kakovosten koreninski sistem (veliko število glavnih korenin, dolg koreninski šop), uspešno rastejo in ne prezimijo. Zelo pomembno je, da ukoreninjeni potaknjenci na koncu razmnoževalne sezone uspešno preživijo obdobje mirovanja (Osterc, 2009).

5.1.2 Vsebnost saharoze

Ugotovili smo, da se je vsebnost sladkorjev razlikovala med različnimi organi potaknjencev, kakor tudi med variantami gnojenja. Vsebnost saharoze se med rastno dobo spreminja. Vsebnost saharoze v listih potaknjencev je bila avgusta statistično značilno najnižja, kot pri ostalih terminih vzorčenja. Vzrok temu bi lahko bila navedba Štamparja in sod. (2005), da je proces fotosinteze poleti zaradi visokih temperatur upočasnen. Vsebnost saharoze v steblih in koreninah je bila julija v drugem terminu in oktobra pri zadnjem vzorčenju statistično značilno večja, kot pri ostalih terminih. Maksimalno vrednost saharoze (0,85 g/100g sveže mase stebela) je bila dosežena pri kontroli v zadnjem terminu (8. oktobra 2009). Podobne rezultate so v poskusih z avokadom dobili Hartmann in sod. (1997), ki so ugotovili, da je koncentracija saharoze v koreninah po petih tednih pet krat večja kot na začetku.

5.1.3 Kakovost substrata

V razmnoževalni sezoni smo pri meritvi pH – vrednosti substrata ugotovili, da se je dvignila iz 4,0 (18.6.) na 6,23 (8.10.2009), pri najbolj gnojenem substratu. Pri tej pH – vrednosti je rastlini dostopnih večina potrebnih hranil. Električna prevodnost je odvisna od količine ionov v raztopini. Glavni vir različnih ionov v substratu so različna gnojila. Če je substrat pregnojen ali če so uporabljene velike količine gnojila se sprosti v substrat preveč ionov, ki povzročajo ožige na koreninah rastlin, kot navajata Smoletova in Črnko (2000). Vrednosti slanosti substrata v poskusu niso presegle vrednosti 2 g/l substrata, ki velja za

zgornjo dopustno mejo slanosti pri številnih vrstah, ker višje vrednosti povzročijo poškodbe na koreninah.

5.2 SKLEPI IN PRIPOROČILA

S pričujočo raziskavo smo proučevali primernost štirih različnih variant gnojenja na uspešnost vegetativnega razmnoževanja z zelenimi potaknjenci in problematike prezimitve sadik nepozebnika.

Na osnovi izvedenega poskusa lahko podamo nekaj pomembnih zaključkov.

- Ugotovili smo, da je mogoče z optimizacijo razmnoževanja, kar je v našem poskusu gnojenje, uspešnost prezimitve nekoliko izboljšati.
- Zeleni potaknjenci tvorijo kvaliteten koreninski sistem in prirast nadzemnega dela v najbolj gnojenem substratu, vendar je bil najmanjši delež uspešno razmnoženih sadik potaknjencev po prezimitvi ravno pri tej varianti. Tako dodajanje večjih količin dušika v substrat ob potiku potaknjencev nepozebnika zmanjša izplen sadik po prezimitvi.
- Gnojenje je eden od dejavnikov, ki statistično značilno vpliva na uspešno koreninjenje in rast potaknjencev.
- Razmnoževanje je uspešno, če potaknjenelec, poleg razvoja kakovostnega sistema, tudi preživi in uspešno nadaljuje z rastjo.
- Preživetje rastlin po prezimitvi je del odzivov rastlin na razmnoževalno obdobje v plastenjaku. Pomembno je uskladiti okoliške razmere že v fazi koreninjenja in rasti potaknjencev.
- Pri analizi vsebnosti ogljikovih hidratov smo izmerili le vsebnost saharoze. Največja vsebnost saharoze (0,94 g/100 g sveže mase listov) je bila izmerjena pri prvem vzorčenju (18. 6. 2009) ob potiku potaknjencev nepozebnika. Najmanjša vsebnost saharoze (0,08 g/100 g sveže mase listov) je bila izmerjena pri tretjem vzorčenju (13. 8. 2009) pri drugi varianti gnojenja. Največja vsebnost saharoze (0,85 g/100 g sveže mase stebela in korenin) je bila izmerjena pri petem vzorčenju (8. 10. 2009) v kontrolnem substratu. Najmanjša vsebnost saharoze (0,24 g/100g sveže mase stebela in korenin) je bila izmerjena pri četrtem terminu vzorčenja (10. 9. 2009) pri tretji varianti gnojenja.
- Metodo intenzivnosti gnojenja substrata je potrebno še optimizirati, saj je kakovostna sadika z dobro dozorelim lesom pogoj za uspešno prezimitev nepozebnika in nadaljnjo rast rastline.

6 POVZETEK

V plastenjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani smo v času od junija 2009 do julija 2010 opravili poskus razmnoževanja in proučevali uspešnost prezimitve zelenih potaknjencev dlakavolistnega nepozebnika (*Hamamelis mollis* Oliv.) pri štirih različnih variantah gnojenja v visokotlačnem sistemu meglenja. Zanimalo nas je, kako bo varianta gnojenja vplivala na koreninjenje, razrast in prezimitev ulončenih sadik. Prva varianta gnojenja nam je služila kot kontrola, kateri nismo dodali gnojila, zato smo predvidevali razlike od ostalih variant gnojenja. Dejstvo je, da ima velik pomen pri razmnoževanju potaknjencev nepozebnika prva prezimitev ukoreninjenih sadik.

Opravili smo enofaktorski poskus s štirimi ponovitvami. Potaknjence smo naključno razporedili v 16 parcelic. V vsako parcelico smo naključno potaknili 19 potaknjencev. Baze potaknjencev smo pred potikom pomočili v 0,5 % indol-3-masleno kislino (IBA) in 10 % Baycorja na osnovi smukca. Za gnojenje substrata (šota:pesek; 3:1) smo uporabili dva različna gnojila; Osmocote® Exact® 3-4 M (16-9-12-2,5 MgO), in Osmocote® Exact® 3-4 M (11-11-18-2 MgO). Med razmnoževalno sezono smo spremljali elektrolitsko prevodnost, pH-vrednost substrata in vsebnost saharoze v potaknjencih.

Potaknjence smo ocenjevali novembra pred prezimitvijo, januarja in februarja v času prezimovanja. Ovrednotili smo: delež preživelih potaknjencev pred nastopom zime in po prezimitvi, delež ukoreninjenih potaknjencev brez in s kalusom, delež potaknjencev s kalusom, delež bazalno in akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev, število glavnih korenin, dolžino koreninskega šopa, prirast glavnega poganjka, skupni prirast stranskih poganjkov, število stranskih poganjkov, delež odgnanih potaknjencev, povprečno dolžino prirasta, delež potaknjencev s stranskimi poganjki, povprečno dolžino posameznega stranskega poganjka. V času od spomladi 2010 do poletja 2010 smo spremljali rast in razvoj ulončenih sadik. Ovrednotili smo: delež ulončenih, delež preživelih ulončenih potaknjencev po prezimitvi in delež uspešno razmnoženih sadik potaknjencev po prezimitvi.

Potaknjenci pri najbolj gnojenem substratu so se koreninili najboljše v prvem terminu vzorčenja (26. novembra 2009), 100 %. Najboljše rezultate glede na prirast so dali potaknjenci najbolj gnojenega substrata. Prirast glavnega poganjka je meril 3,9 cm (1,0 cm pri kontroli), skupni prirast stranskih je znašal 9,7 cm (0,7 cm pri kontroli), število stranskih poganjkov je znašalo 1,7 (0,2 pri kontroli), povprečna dolžina prirasta je bila 12,7 cm (3,6 cm pri kontroli), posamezni stranski poganjek je v povprečju meril 5,1 cm (2,8 cm pri kontroli) in dolžina koreninskega šopa je bila pri teh potaknjencih najdaljša, 15,7 cm. Nepozebnik se je zaradi problema prezimitve izkazal kot zelo problematična vrsta za razmnoževanje z zelenimi potaknjenci. Največji delež, 27,8 % uspešno razmnoženih sadik potaknjencev vrste *Hamamelis mollis*, ki so preživel zimo, so bili razmnoženi v tretji varianti gnojenja (0,2 g N/l substrata gnojila Osmocote® Exact® 3-4 M 11-11-18-2 MgO).

Gnojenje vpliva na razvoj zelenih potaknjencev pri nepozebniku. Metoda razmnoževanja s potaknjenci je lahko perspektivna ob primerni optimizaciji razmer za razmnoževanje. Pri razmnoževanju nepozebnika s potaknjenci priporočamo večjo pozornost pri izbiri gnojila za vzgojo kvalitetnih sadik.

7 VIRI

- Ažbe M. 2002. Cvetovi, ki polepšajo zimske dni. Delo in Dom (priloga Dela in Slovenskih Novic), 2: 26 – 27
- Ažbe M. 2003a. V zimskem mrazu se rastline pripravljajo na pomlad. Delo in Dom (priloga Dela in Slovenskih Novic), 2: 20 – 23
- Ažbe M. 2003b. Grmovnice pripravimo na zimo. Delo in Dom (priloga Dela in Slovenskih Novic), 37: 28 – 31
- Bavcon J. 2010. Botanični vrt Univerze v Ljubljani. Ljubljana, Kmečki glas: 231 str.
- Bjarke V. 1988. Relations between carbohydrates and adventitious root formation. V: Adventitious root formation in cuttings. Davis T. D. (ed.), Haissig B. E. (ed.), Sankhla (ed.). Portland, Dioscorides press: 70 - 76
- Breznik N. 2010. Kako do obilnejšega cvetenja balkonskih rastlin? Gaia, 16, 157: 16 – 17
- Brickell C. 1997. Vrtnarska enciklopedija rastlin in cvetlic (angleško kraljevo hortikulturno združenje). Ljubljana, Slovenska knjiga: 688 str.
- Brickell C., Joyce D. 1999. Drevesa, grmovnice in cvetlice: vse o obrezovanju in vzgoji. Ljubljana, Mladinska knjiga: 336 str.
- Colarič A. 2007. Problematika razmnoževanja z zelenimi potaknjenci pri različnih vrstah rodu *Hamamelis* (*Hamamelis* spp.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 40 str.
- Cunder J., Mastnak M., Vreže N., Vučer A. 2007. Cvetoče okrasne rastline od A do Ž. 1. izdaja. Olševsek, Narava: 1007 str.
- Demšar M. 2005. Nepozebnik – izstreljevalec semen. Vrtnar, 6: 4
- Druege U. 2009. Involvement of carbohydrates in survival and adventitious root formation of cuttings within the scope of global horticulture. V: Adventitious root formation of forest trees and horticultural plants – from genes to applications. Niemi K. Scagel C. Finland & USA, Research signpost: 187 – 208
- Fabčič J. 2004. Vpliv dušika na vsebnost sladkorjev in kislin v različnih organih jablane (*Malus domestica* Borkh.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 67 str.
- Fabro D. A. 2004. Naravno gnojenje (za zeliščni, sadni in okrasni vrt). Ljubljana, Pisanica: 91 str.
- Golob I. 1989. Razmnožujmo okrasne rastline. 2. izdaja. Ljubljana, Kmečki glas: 197 str.

- Hartmann H. T., Kester D. E., Davies F. T., Geneve L. R. 1997. Plant propagation. Principles and Practices. New Jersey, Prentice Hall: 770 str.
- Hessayon D. G. 1996. Cvetoče grmovnice. Ljubljana, Založba Mladinska knjiga: 128 str.
- Hessayon D. G. 1997. Urejanje vrta. Ljubljana, Založba Mladinska knjiga: 128 str.
- Hilton V. H. 1995. Cvetnice: kritosemenke sveta. Ljubljana, DZS: 335 str.
- Jelnikar M. 1976. Pomagamo vam vrtnariti. Ljubljana, Kmečki glas, Cankarjeva založba: 320 str.
- Larcher W. 1990. Physiological Plant Ecology. Fourth Edition. Springer Verlag Berlin: 380 – 395 str.
- Leskošek M. 1993. Gnojenje. Ljubljana, Kmečki glas: 197 str.
- Likar M. 2007. Rastline za zimski okras. Moj mali svet, 39: 24 – 25
- Mabič R. 2007. Stres pri sadnih rastlinah. Moj mali svet, 39: 36 – 37
- Mabič R. 2009. Zimski mraz v sadnem vrtu. Moj mali svet, 41: 40 – 41
- Noordhuis K. T. 1997. Enciklopedija vrtnih rastlin, Tehniška založba Slovenije: 323 str.
- Osterc G. 2006. 'Drevesničarstvo: Zapiski s predavanj'. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo (neobjavljeno delo, osebni vir, zapiski s predavanj pri predmetu Drevesničarstvo v štud. letu 2005/2006).
- Osterc G. 2009. Drevesničarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta v Ljubljani: 65 str.
- Pegam T. 2009. Pomen gnojenja za razvoj in prezimitev zelenih potaknjencev pri nepozebniku (*Hamamelis* spp.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 32 str.
- Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 684 str.
- Podgornik Reš R. 2006. Vonj po odjugi. Delo in Dom (priloga Dela in Slovenskih Novic), 7: 34 – 35
- Sinkovič T. 2000. Uvod v botaniko. Ljubljana, Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete: 176 str.
- Smole J., Črnko J. 2000. Razmnoževanje sadnih rastlin. Ljubljana, Kmečki glas: 203 str.
- Strgar J. 2004. Moj vrtni svet. Celje, Mohorjeva družba: 197 str.

Sušnik A. 2009. Zimsko mirovanje rastlin ali dormanca. Rože & VRT, 8, 1: 25 – 26

Šiftar A. 1974. Vrtno drevje in grmovnice. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 290 str.

Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G.
2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 415 str.

Vidmar Nair K. 2006. Mobilno je uspešno. Vrtnar, 5: 38

Witt H. C. 1978. Rastlinski svet 1. Del (semenovke). Ljubljana, Mladinska knjiga: 346 str.

ZAHVALA

Zahvalo namenjam vsem, ki so kakorkoli pripomogli k nastanku moje diplomske naloge.

Zahvaljujem se mentorju izr. prof. dr. Gregorju OSTERCU za mentorstvo, pomoč pri izvedbi poskusa, razumevanje in nasvete pri oblikovanju diplomske naloge.

Zahvaljujem se članu doc. dr. Robertu VEBERIČU za hiter pregled naloge in nasvete.

Hvala predsednici prof. dr. Katji VADNAL za pregled naloge in omogočen zagovor diplomskega dela.

Posebna zahvala gre tudi mojim staršem, ki sta mi omogočila študij in mi med študijem nudila vsestransko pomoč in podporo.

PRILOGA A

Počasi delujoča gnojila (membranska gnojila)

Priloga A1: Vsebnost hranil uporabljenih gnojil Osmocote[®] Exact[®] proizvajalca Scotts[®]

Scotts [®]	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)
Osmocote [®] Exact [®] standard high K (3 – 4 M) (11+11+18+2 MgO)	11	11	18	2
Mikroelementi	0,01 % B; 0,045 % Cu; 0,25 % Fe; 0,03 % Mn; 0,01 % Mo; 0,01 % Zn			
Osmocote [®] Exact [®] standard (3 – 4 M) (16+9+12+2,5 MgO)	16	9	12	2,5
Mikroelementi	0,02 % B; 0,056 % Cu; 0,45 % Fe; 0,06 % Mn; 0,025 % Mo; 0,02 % Zn			
Velikost granul je 2–4 mm. 3–4 M pomeni, da je čas delovanja gnojila 3–4 mesece (pri povprečni temperaturi tal 21 °C).				

PRILOGA B

Slikovni material



Priloga B 1: Odpirajo se prvi cvetovi nepozebnika (*Hamamelis* sp.); Botanični vrt v Ljubljani in Tivoli, marec, 2010



Priloga B 2: Potaknjenci po zamrznitvi pri drugem vzorčenju (16. 7. 2009) za analizo saharoze



Priloga B 3: Potaknjenci pred zamrznitvijo pri tretjem vzorčenju (13. 8. 2009) za analizo saharoze



Priloga B 4: Potaknjenci pred zamrznitvijo pri četrtem vzorčenju (10. 9. 2009) za analizo saharoze



Priloga B 5: Potaknjenci pred zamrznitvijo pri petem vzorčenju (8. 10. 2009) za analizo saharoze



Priloga B 6: Leseni gojitveni okvir s potaknjenci nepozebnika med razmnoževalno sezono v sistemu meglenja (fog system); Biotehniška fakulteta – plastenjaki, september in oktober, 2009



Parcela **a**



Parcela **b**

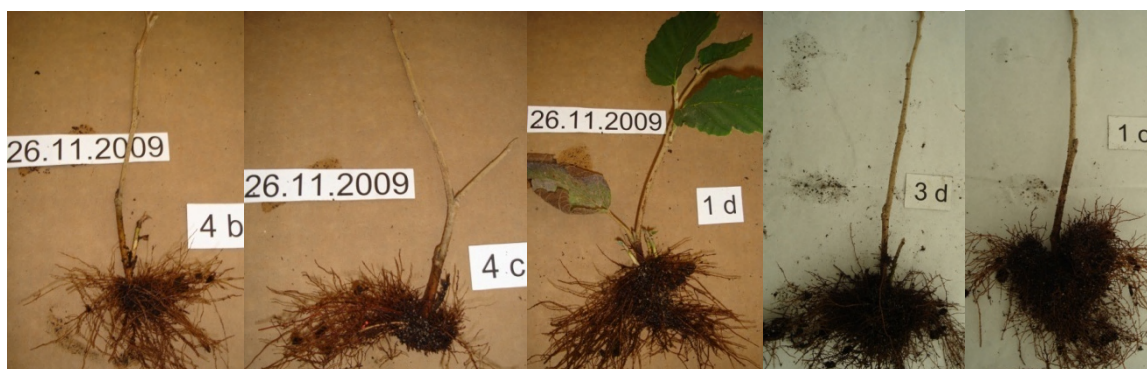


Parcela **c**



Parcela **d**

Priloga B 7: Prirast potaknjencev po parcelah glede na štiri različne variante gnojenja; Biotehniška fakulteta – plastenjak, oktober 2009



Priloga B 8: Uspešno ukoreninjeni potaknjenci (kvalitetne sadike) nepozebnika iz druge, tretje in četrte variante gnojenja izkopani, pripravljeni na meritve in presaditev v lončke; Biotehniška fakulteta – plastenjak, november 2009, januar in februar, 2010



Priloga B 9: Potaknjenci v lončkih po ovrednotenju v neogrevanem plastenjaku; Biotehniška fakulteta (februar, 2010)