

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Hojka ŽVOKELJ

**POMEN DELA POGANJKA PRI RAZMNOŽEVANJU
PRAVEGA KOSTANJA (*Castanea sp.*) Z ZELENIMI
POTAKNJENCI**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Hojka ŽVOKELJ

**POMEN DELA POGANJKA PRI RAZMNOŽEVANJU
PRAVEGA KOSTANJA (*Castanea sp.*) Z ZELENIMI POTAKNJENCI**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**IMPORTANCE OF THE SHOOT PART ON ROOT DEVELOPMENT
OF CHESTNUT (*Castanea sp.*) LEAFY CUTTINGS**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Kmetijstvo – agronomija in hortikultura. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo.

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

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Zlata LUTHAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

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

Datum zagovora:

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

Hojka ŽVOKELJ

KLJUČNA DOKUMENTACIJA INFORMACIJA

- ŠD Vs
- DK UDK 634.53:631.535(043.2)
- KG sadjarstvo / pravi kostanj / zeleni potaknjenci / vegetativno razmnoževanje / 'Maraval' / 'Bouche de Betizac' / 'Marsol' / vršni potaknjenci / bazalni potaknjenci / meglenje
- AV ŽVOKELJ, Hojka
- SA OSTERC, Gregor (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomiji
- LI 2016
- IN POMEN DELA POGANJKA PRI RAZMNOŽEVANJU PRAVEGA KOSTANJA (*Castanea* sp.) Z ZELENI MI POTAKNJENCI
- TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
- OP XI, 37, [2] str., 6 preg., 23 sl., 1 pril., 26 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Leta 2015 smo v plastenjaku Biotehniške fakultete Oddelka za agronomijo v Ljubljani s sistemom megljenja zasnovali dvofaktorski poskus s tremi ponovitvami. Želeli smo proučiti vpliv posameznega dela potaknjenca na razmnoževanje pravega kostanja z zelenimi potaknjenci. V poskus so bili vključeni 12 cm dolgi vršni in bazalni potaknjenci treh hibridnih sort 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Potikali smo jih v mešanico substrata iz šote in peska v razmerju 1:1, v katerega smo dodali še 2 g/l šest tednov počasi delujočega gnojila Osmocote (12N+11P+17K+2MgO+mikroelementi). Potaknjence smo pred potikom tretirali z 0,5 % indol-3-masleno kislino (IBA) in 10 % Euparena na osnovi smukca. Po končani rastni dobi smo 01. 12. 2015 ovrednotili rezultate. Najbolje so se koreninili vršni potaknjenci sort 'Bouche de Betizac' in 'Maraval' (21,8 %), slednji so razvili tudi največji delež potaknjencev s kalusom (5,1 %). Sicer so največ potaknjencev s kalusom razvili bazalni potaknjenci (5,7 %) pri sorti 'Bouche de Betizac', njeni vršni potaknjenci so kalus razvili v enakem deležu kot pri sorti 'Maraval'. Koreninjenje brez kalusa je bilo najuspešnejše pri vršnih (60 %) in bazalnih (33,3 %) potaknjencih sorte 'Maraval'. Pri sorti 'Maraval' so vršni potaknjenci odgnali največ glavnih korenin 10,7 na potaknjencec, najdaljši koreninski šop z 20,4 cm pa so naredili pri sorti 'Bouche de Betizac'. Vršni potaknjenci so imeli tudi največji prirast glavnega poganjka, najdaljši je bil pri sorti 'Maraval' 11 cm. Največ stranskih poganjkov, 1,5 na potaknjencec so odgnali bazalni potaknjenci sorte 'Bouche de Betizac'.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Vs
- DC UDC 634.53:631.535(043.2)
- CX fruit – growing / chestnut / leafy cuttings / vegetative propagation / 'Maraval' / 'Bouche de Betizac' / 'Marsol' / terminal cuttings / basal cuttings / fog – system
- AU ŽVOKELJ, Hojka
- AA OSTERC, Gregor (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
- PY 2016
- TI IMPORTANCE OF THE SHOOT PART ON ROOT DEVELOPMENT OF CHESTNUT (*Castanea* sp.) LEAFY CUTTINGS
- DT Graduation thesis (higher professional studies)
- NO XI, 37, [2] p., 6 tab., 23 fig., 1 ann., 26 ref.
- LA sl
- AI sl/en
- AB In 2015, we designed a two-factor experiment with three replications, using a fog-system in a greenhouse of Biotechnical Faculty, Department of Agronomy in Ljubljana. We wanted to examine the effect of different parts of cuttings in propagation of chestnut with leafy cuttings. In the experiment, 12 cm long terminal and basal cuttings of three hybrid varieties 'Bouche de Betizac', 'Maraval' and 'Marsol' were included. We planted them into a mixture of peat and sand substrate in 1:1 ratio to which we added 2 g/l of a slow release fertilizer, Osmocote, (12N+11P+17K+2MgO+micronutriens). Before planting, we treated the cuttings with 0.5% indole-3-butyric acid (IBA) and 10% of Euparen on the basis of talc. On December 1, 2015, after the growth has ceased, we evaluated the results. The terminal cuttings of 'Bouche de Betizac' and 'Maraval' (21.8 %) developed the most roots, the latter also developed the largest share of cuttings with callus (5.1 %). The basal cuttings (5.7 %) of 'Bouche de Betizac' developed the most cuttings with callus, their terminal cuttings developed the callus in the same proportion as in 'Maraval' species. The root development without the callus was the most successful with terminal cuttings (60 %) and basal cuttings (33.3 %) of 'Maraval'. At this particular species the cuttings sprouted the most main roots (10.7 per cutting), however, the longest wisp of roots (20.4 cm) was grown by 'Bouche de Betizac'. Terminal cuttings also had the strongest growth of the main shoot, the longest belongs to 'Maraval', which achieved the length of 11 cm. The basal cuttings of 'Bouche de Betizac' had the most side shoots, namely 1.5 per cutting.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	X
Okrajšava za simbole	XI
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 NAMEN RAZISKAVE	1
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 ZNANSTVENA KLASIFIKACIJA	3
2.2 IZVOR IN BOTANIČNA PESTROST	3
2.3 RAZMNOŽEVANJE KOSTANJA	3
2.3.1 Razmnoževanje kostanja s potaknjenci	4
2.3.2 Razmnoževanje z zelenimi potaknjenci	5
2.3.3 Razmnoževanje z zelenimi potaknjenci pri kostanju	5
2.4 POMEN SUBSTRATA	7
2.4.1 Gnojenje substrata	7
2.4.2 Vpliv substrata na obliko korenin	7
2.5 RASTNI REGULATORJI	7
2.6 SISTEM OROŠEVANJA	8
2.7 TVORBA KALUSA	9
2.8 RAZVOJ KORENIN	10
2.9 POMEN FIZIOLOŠKE STAROSTI RASTLIN	11
2.9.1 Pomlajevanje matične rastline	11
3 MATERIAL IN METODE	12
3.1 RASTLINSKI MATERIAL	12
3.1.1 'Maraval'	12
3.1.2 'Marsol'	12
3.1.3 'Bouche de Betizac'	12
3.2 METODE DELA	12
3.2.1 Zasnova poskusa	12
3.2.2 Matični material in priprava potaknjencev	13
3.2.3 Rastne razmere	13
3.2.3.1 Visokotlačni sistem meglenja	13
3.2.3.2 Substrat	14
3.2.3.3 Rastni regulatorji	14
3.2.3.4 Temperatura	14
3.2.3.5 Zaščita pred boleznimi in škodljivci	14

3.2.4	Vrednotenje rezultatov	14
3.2.5	Statistična analiza	17
4	REZULTATI	18
4.1	KORENINJENJE	18
4.2	DELEŽ POTAKNJENCEV S KALUSOM	19
4.3	RAZVOJ BAZALNEGA IN AKROBAZALNEGA KORENINSKEGA SISTEMA	21
4.4	KORENINJENJE S KALUSOM	22
4.5	ŠTEVILO KORENIN	24
4.6	DOLŽINA KORENIN	25
4.7	PRIRAST GLAVNEGA POGANJKA	27
4.8	ŠTEVILO STRANSKIH POGANJKOV IN NJIHOV RAST	29
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	31
5.1	RAZPRAVA	31
5.2	SKLEPI	33
6	POVZETEK	35
7	VIRI	36
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Oblika koreninskega sistema vršnih in bazalnih potaknjencev pravega kostanja sort 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol' (bazalni in akrobazalni razvoj korenin (%)). Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.	21
Preglednica 2: Oblika koreninskega sistema potaknjencev pravega kostanja po sortah 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol' (bazalni in akrobazalni razvoj korenin %). Prikazana so povprečja	22
Preglednica 3: Oblika koreninskega sistema glede na tip potaknjenca pravega kostanja vršni in bazalni (bazalni in akrobazalni razvoj %). Prikazana so povprečja.	22
Preglednica 4: Število stranskih poganjkov (n) ter prirast stranskih poganjkov (cm), vršnih in bazalnih potaknjencev pravega kostanja sort 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.	29
Preglednica 5: Število stranskih poganjkov (n) ter prirast stranskih poganjkov (cm), potaknjencev pravega kostanja sort 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja.	29
Preglednica 6: Število stranskih poganjkov (n) ter prirast stranskih poganjkov (cm) glede na tip potaknjenca pravega kostanja vršni in bazalni. Prikazana so povprečja.	30

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Tvorba izjemno debele plasti kalusa pri zelenem potaknjencu v času koreninjenja.	9
Slika 2: Potaknjeneec z lepo razvitimi adventivnimi koreninami (brez kalusa).	10
Slika 3: Pripravljena greda.	13
Slika 4: Potaknjenci pred ocenjevanjem	15
Slika 5: Bonitetna shema za določanje stopnje koreninjenja (Osterc in Rusjan, 2013).	15
Slika 6: Koreninjenje vršnih in bazalnih kostanjevih potaknjencev sort 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.	18
Slika 7: Prikaz uspešnosti koreninjenja potaknjencev kostanja glede na sorto 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol', ne glede na tip potaknjenca. Prikazana so povprečja.	19
Slika 8: Prikaz uspešnost koreninjenja glede na tip potaknjenca vršni ali bazalni, neodvisno od sorte. Prikazana so povprečja.	19
Slika 9: Prikaz deleža vršnih in bazalnih kostanjevih potaknjencev, ki so razvili samo kalus pri sortah 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.	20
Slika 10: Prikaz deleža potaknjencev, ki so razvili samo kalus, glede na sorto kostanja 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol', neodvisno od tipa poganjka. Prikazana so povprečja.	20
Slika 11: Prikaz deleža potaknjencev, ki so razvili samo kalus glede na tip potaknjenca, neodvisno od sorte. Prikazana so povprečja.	21
Slika 12: Prikaz deleža vršnih in bazalnih kostanjevih potaknjencev koreninjenih s kalusom pri sortah 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.	23
Slika 13: Prikaz deleža potaknjencev koreninjenih s kalusom glede na sorto kostanja 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol', neodvisno od tipa poganjka. Prikazana so povprečja.	23

Slika 14:	Prikaz deleža potaknjencev koreninjenih s kalusom glede na tip potaknjenca vršni in bazalni, neodvisno od sorte. Prikazana so povprečja.	24
Slika 15:	Prikaz števila razvitih glavnih korenin (n), vršnih in bazalnih kostanjevih potaknjencev pri sortah 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.	24
Slika 16:	Prikaz števila razvitih glavnih korenin (n), glede na sorto kostanja 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol', neodvisno od tipa poganjka. Prikazana so povprečja.	25
Slika 17:	Prikaz števila razvitih glavnih korenin (n), glede na tip potaknjenca vršni in bazalni, neodvisno od sorte. Prikazana so povprečja.	25
Slika 18:	Prikaz dolžine koreninskega šopa (cm), vršnih in bazalnih kostanjevih potaknjencev pri sortah 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.	26
Slika 19:	Prikaz dolžine koreninskega šopa (cm), glede na sorto kostanja 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol', neodvisno od tipa poganjka. Prikazana so povprečja.	26
Slika 20:	Prikaz dolžine koreninskega šopa (cm), glede na tip potaknjenca vršni in bazalni, neodvisno od sorte. Prikazana so povprečja.	27
Slika 21:	Prikaz prirasta glavnega poganjka (cm), vršnih in bazalnih kostanjevih potaknjencev pri sortah 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.	28
Slika 22:	Prikaz prirasta glavnega poganjka (cm), glede na sorto kostanja 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol', neodvisno od tipa poganjka. Prikazana so povprečja.	28
Slika 23:	Prikaz prirasta glavnega poganjka (cm), glede na tip potaknjenca vršni in bazalni, neodvisno od sorte. Prikazana so povprečja.	29

KAZALO PRILOG

Priloga A: Razpored parcel

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšava	Pomen
IOK	indol-3-ocetna kislina
IMK	indol-3- maslena kislina
NOK	naftil-3-ocetna kislina
IBA	Indol-3-ocetna kislina
oz.	oziroma
npr.	naprimer
sod.	sodelavci

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

V Evropi sta večji del kostanjevih gozdov uničili boleznii kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica* (Murill) Barr) in črnilovka (*Phytophthora cambivora* (Petri) Busiman). Gliva kostanjevega raka je kot parazit živila na sorodniku pravega kostanja v azijskih deželah na katerih ni povzročala nobene škode. S procesom globalizacije je bila konec prejšnjega stoletja prenesena v Ameriko, kjer so bolezen opazili na severnoameriškem kostanju (*Castanea dentata* (Marsh) Borkh.). V nekaj letih je uničila en milijon ha površine. Pri nas so jo najprej zasledili v Italiji, nato pa se je razširila po vsej Evropi. V Sloveniji je za več kot polovico zmanjšala površino kostanjevih gozdov. Preživela so odpornejša drevesa, ki nam služijo kot semenska baza za naslednje generacije. Kostanj je imel in še vedno ima velik gospodarski pomen. Za ljudi je pomemben v prehrani ter farmacevtski in lesni industriji. V naravi s svojimi koreninami izboljšuje strukturo tal in rastišča. Ker je izredno medovita rastlina, ohranja pestrost živalskega sveta, saj ga obiskuje več kot 300 vrst žuželk, mnoge druge živali se prehranjujejo z njegovimi plodovi (Kotar in Brus, 1999). Zato si ga pri nas kot tudi po svetu želimo razširiti v večjem številu.

Glede razmnoževanja spada pravi kostanj med zelo problematične oz. zahtevne vrste. V praksi ga večinoma razmnožujemo s semenom in s cepljenjem. V zadnjem času se kot alternativna metoda razmnoževanja uvaja razmnoževanje z zelenimi potaknjenci v rastlinjaku s sistemom meglenja (fog-system). Pri tej metodi dobimo večjo izenačenost sadilnega materiala, skrajša se čas rasti in domnevno hitreje pridemo do rodnosti. Zaradi krajšega časa pridelave je tudi cena sadike manjša.

V preteklih letih je bilo opravljenih že nekaj poskusov pri razmnoževanju zelenih potaknjencev pravega kostanja. Uspeh razmnoževalne metode je močno odvisen od sorte in številnih drugih dejavnikov, ki jih je pogosto težko določiti.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Pri iskanju optimalne metode za razmnoževanje z zelenimi potaknjenci je tudi pri pravem kostanju izjemno pomembno proučiti različne dejavnike, ki lahko pomembno spremenijo uspeh vegetativnega razmnoževanja. Raziskave, opravljene na mnogih drugih lesnatih vrstah kažejo, da je za uspeh razmnoževanja zelenih potaknjencev zelo pomemben del toletnega poganjka, ki ga uporabimo za razmnoževanje. Gre za uporabo potaknjencev, ki jih pripravimo iz vršnih delov poganjkov ter za potaknjence iz spodnjih delov poganjkov, ki jih označujemo za bazalne potaknjence.

Namen pričujoče raziskave je bil ugotoviti vpliv posameznega dela poganjka (vršni, bazalni) na uspeh razmnoževanja pri pravem kostanju treh hibridnih sort 'Maraval', 'Marsol' in 'Bouche de Betizac'.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Glede na izkušnje z različnimi drugimi vrstami lesnatih rastlin pričakujemo boljše rezultate razmnoževanja pri uporabi vršnih potaknjencev. Med posameznimi sortami sicer pričakujemo razlike v sposobnosti razmnoževanja potaknjencev.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ZNANSTVENA KLASIFIKACIJA

Pravi kostanj uvrščamo v družino bukovk in je bližnji sorodnik hrasta in bukve (Kotar in Brus, 1999):

- Deblo: SPERMATOPHYTA - semenke
- Poddeblo: MAGNOLIOPHYTINA – kritosemenke
- Razred: Magnoliopsida – dvoklaidnice
- Podrazred: Hamamelididae-
- Red: Fagales – bukovci
- Družina: Fagaceae – bukovke
- Rod: *Castanea* – pravi kostanj.

2.2 IZVOR IN BOTANIČNA PESTROST

Evropski pravi kostanj (*Castanea sativa* Mill.) izvira iz predelov okrog Sredozemskega morja med Portugalsko in Kaspijskim jezerom. V preteklosti se je razširil skoraj po celi Evropi od Turčije pa vse do Skandinavije. V sodobni pridelavi je pomemben tudi japonski kostanj (*Castanea crenata* Siebold & Zucc.), saj ga uporabljamo za križanje z evropskim kostanjem z namenom pridobiti nove kakovostne sorte in podlage. Kostanju najbolj ustrežata mediteranska in zmerno kontinentalna klima s temperaturami med 11 in 15 °C, med zimskim mirovanjem prenese tudi do -26 °C. Če poleti pri dozorevanju plodov temperatura preseže 37 °C, se razvoj plodov v ježici zaustavi. Sodi med heliofilne rastline, ki za svojo rast potrebujejo veliko svetlobe skozi vse leto. Najbolje uspeva na blago osojnih nagnjenih južnih legah, ki niso izpostavljene premočnemu vetru. Je velik porabnik vode, a ne prenaša visoke podtalnice ali slabo odcednih tal, v katerih se vlaga neprestano zadržuje. Lastnost tal odločilno vpliva na gojenje kostanja. Ustrezajo mu globoka, strukturna, kislata tla s pH-jem med 4,0 in 6,0. Najraje ima nekarbonatna, ilovnato-peščena tla, na skrilavcih in flišu. Za dober pridelek potrebuje veliko dušika, kalija in magnezija. Ne prenese pa kalcija oz. kalcijevega karbonata (Štampar in sod., 2014).

2.3 RAZMNOŽEVANJE KOSTANJA

Pravi kostanj v praksi razmnožujemo generativno s semenom, vegetativno pa s cepljenjem in potaknjenci. Velike drevesnice se v zadnjih letih poslužujejo tudi mikrorazmnoževanja, tako razmnožene sadike pa so izredno drage. Pri kostanju so uporabne različne metode cepljenja. Drevesničarji se poslužujejo tistih, ki dajejo najboljše rezultate. Zelo uporabna metoda cepljenja je cepljenje na kaleče seme, s katero imamo tudi v Sloveniji kar veliko izkušenj (Šiftar, 1992). Kostanj cepijo v fazi kalčka, ki se je razvil iz semena podlage v mikro razmerah. Cepljenje je izvršeno v juvinilni fazi rasti podlage, zato se cepilna rana dobro zaraste pred sajenjem sadik v nasade. Kljub temu, pa pri cepljenih sadikah še vedno obstaja možnost okužb sadik zaradi cepilne rane z glivičnimi boleznimi, predvsem s kostanjevim rakom (*Cryphonectria parasitica*). Velik problem pri cepljenih sadikah je tudi neskladje cepiča s podlago. Pri nas se zaradi številnih dobrih lastnosti uporabljajo križanci

med evropskim kostanjem (*Castanea sativa*) in japonskim kostanjem (*Castanea crenata*), a se tudi pri njih velikokrat pojavljajo težave zaradi izrazitim neskladjem (Osterc in sod., 2004).

Omenjene težave so vzrok za iskanje alternativnih metod razmnoževanja. Kot zelo uspešna metoda, tudi za razmnoževanje problematičnih lesnatih rastlin se je v zadnjih letih izkazala metoda razmnoževanja z zelenimi potaknjenci (Spethmann, 1997).

2.3.1 Razmnoževanje s potaknjenci

Razmnoževanje s potaknjenci je metoda, kjer od matične rastline ločimo rastlinske dele in jih ukoreninimo. Namen je pridobitev rastlin, ki imajo enake lastnosti kot matične rastline (Osterc in Rusjan, 2013).

Metoda razmnoževanja s potaknjenci je znana že zelo dolgo, a je bila v praksi pri razmnoževanju lesnatih rastlin malo razširjena. Do nedavnega je veljala kot neprimerna za razmnoževanje številnih lesnatih rastlinskih vrst, saj so bili rezultati razmnoževanja večinoma slabi. Posledično so metodo razmnoževanja s potaknjenci ožigosali za slabo oz. neprimerno. Šele kasneje so ugotovili, da je potrebno te slabše rezultate iz preteklosti pripisati večinoma ne dovolj optimizirani metodi razmnoževanja s potaknjenci. Ugotovilo se je, da so raziskave leto za letom analizirale iste oz. podobne parametre (npr. aplikacija hormona) za katere vemo, da so rezultati močno odvisni od posameznega leta (Spethmann, 1997). Veliko poskusov razmnoževanja s potaknjenci različnih rastlinskih vrst, je v preteklosti tudi temeljilo le na rezultatih koreninjenja. Analiza razmnoževanja pa mora poleg rezultatov koreninjenja zajeti tudi razvoj korenin, razvoj nadzemnega dela rastlin, kakovost rastlin na koncu razmnoževalnega obdobja, kakovost rastlin ob prodaji ipd. Šele upoštevanje takšnega širšega pogleda na razmnoževalno metodo s potaknjenci je raziskovalce pripeljalo do spoznanja, da so za uspešno razmnoževanje pomembni tudi še dodatni parametri, o katerih do tedaj nismo veliko vedeli (npr. fiziološka starost matičnih rastlin). Šele optimizacija teh dejavnikov je pokazala, da je možno tudi vrste, ki jih zelo težko razmnožujemo pravzaprav uspešno razmnoževati s potaknjenci (Osterc, 2004).

Metoda razmnoževanja z zelenimi potaknjenci ima veliko prednosti. Je poceni, izognemo se inkompatibilnosti in možnostmi okužbe cepilnega mesta, iz omejene količine matičnega materiala, na relativno majhnem prostoru dobimo veliko število novih rastlin (Trobec in Osterc, 2004).

Potaknjencec je del enoletnega oz. toletnega poganjka drevesnih ali grmičastih sadnih rastlin. Zelene potaknjence režemo v fazi vegetacije, lesnate pa v mirujočem obdobju rastne dobe. Delimo jih se na bazalne in terminalne oz. vršne ter na listne in koreninske potaknjence (Smole in Črnko, 2000).

V zadnjih dvajsetih letih je bil razvoj metod razmnoževanja z potaknjenci zelo velik. Veliko je bilo ugotovljenega na področju osnovnih fizioloških zakonitosti lesnatih rastlin. Napredovale pa so tudi tehnike megljenja, ki so pomembne pri oroševanju zelenih potaknjencev. Vse to nam omogoča širitev tehnike razmnoževanja s potaknjenci tudi na za razmnoževanje problematičnih vrst (Hartmann in sod., 1997).

Zadnje raziskave kažejo, da lahko potaknjence zelo problematične rastlinske vrste kot je pravi kostanj (*Castanea* sp.), uspešno razmnožujemo v sistemu meglenja (Trobec in Osterc, 2013)

2.3.2 Razmnoževanje z zelenimi potaknjenci

Zeleni potaknjenci so potaknjenci, ki jih režemo iz toletnih poganjkov, režemo jih lahko od časa brstenja pa vse do časa, ko olesenijo. Režemo jih torej v različnih razvojnih fazah rastline.

Poznamo vrsto pomembnih dejavnikov, ki vplivajo na uspeh razmnoževanje z zelenimi potaknjenci:

- Fiziološko stanje potaknjencev in fiziološka starost matične rastline ter mesto odvzema potaknjencev. Pomembne so mlade matične rastline in ustrezna oskrba teh rastlin.
- Čas potika je vrstno in sortno zelo specifičen. Upoštevati je potrebno v kateri fenofazi je rastlina, ta pa je odvisna od lege, območja zasaditve in od vremenskih razmer v posameznem letu.
- Dolžina potaknjencev je odvisna od posamezne rastlinske vrste. Običajna dolžina kratkih potaknjencev je okoli 5 in 15 cm, dolgih pa od 100 cm in več.
- Sistem oroševanja je pomemben, le tako lahko nadomestimo izgubo vode pri potaknjencu, saj potaknjenec vode od matične rastline po ločitvi ne prejema več. V zaprtih prostorih je potrebno mlade rastline tudi senčiti, le tako zmanjšamo izhlapevanje iz rastlin na minimum
- Ne glede na vrsto potaknjence potikamo samo nekaj centimetrov globoko.
- Način prezimitve prve zime je zelo pomemben. Ob nepravem načinu prezimitve lahko povzročimo propad mladih rastlin, ki so se v ristem obdobju že uspešno ukoreninile.
- Zunanje dodajanje rastnih regulatorjev pred potikom vpliva predvsem na kakovost razvitega koreninskega sistema.
- Substrat pri nekaterih vrstah vpliva na koreninjenje, prezimitev in nadaljnjo rast. Uporabljamo lahko različne substratne mešanice, pri katerih moramo paziti, da so prilagojeni sistemu oroševanja. Intenzivnejši kot je sistem oroševanja, tem bolj mora biti substrat odceden.
- Za gnojenje potaknjencev v razmnoževalni sezoni uporabljamo počasi delujoča gnojila, ki jih dodamo v substrat pred potikom. Tako so hranilne snovi potaknjencem na razpolago v času po razvoju korenin in spodbujajo njihovo rast.
- Ostali parametri: ranitev potaknjencev, senčenje, dodajanje umetne osvetlitve temperatura zraka in substrata pa imajo na uspeh razmnoževanja močno spremenljive vplive.

Optimalna metoda razmnoževanja zelenih potaknjencev vključuje različne dejavnike. Pri vrednotenju le teh moramo ocenjevati uspešnost posameznega dejavnika, glede na prvo prezimitev in na nadaljnjo rast in ne upoštevati samo uspešnosti koreninjenja (Osterc in Rusjan, 2013).

2.3.3 Razmnoževanje z zelenimi potaknjenci pri kostanju

Eleršek in sod. (1987) so pri nas objavili prve rezultate poskusov razmnoževanja evropskega pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill.) z zelenimi potaknjenci. V poskusih so

potaknjence potikali v mešanico substrata iz šote in kremenčevega peska ter v čisti kremenčev pesek, ob uporabi različnih hormonov. Najbolje so se koreninili vršni potaknjenci (preko 50 %), ki so bili potaknjeni v mešanico kremenčevega peska in šote z dodatkom (0,25 % indol-3-ocetne kisline (IOK)). Zelo slabo pa so se koreninili bazalni potaknjenci, potaknjeni v kremenčev pesek.

Osterc in sod. (2004) so leta 2001 proučevali razmnoževanje pri kostanjevih hibridih (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*) 'Maraval' in 'Marsol' v razmerah megljenja. Za matične rastline so služile pet let stare *in vitro* razmnožene matične rastline. V razmnoževalni sezoni so opazovali razvoj korenin. Korenine so bile vidne že po treh tednih, nato se je večala le dolžina koreninskega šopa, število glavnih korenin pa se ni več spreminjalo. Po treh tednih se je uspešno ukoreninilo 20 % potaknjencev, kar je malo, če uspeh primerjamo z drugimi drevesnimi vrstami. Kasneje v sezoni so bili rezultati koreninjenja podobni. Po šestih tednih je delež potaknjencev pri sorti 'Maraval' ostal enak, pri sorti 'Marsol' pa se je dvignil na 50 %. Verjetno se je zaradi pretirane oskrbe z vodo nato odstotek še precej zmanjšal. Tako so prišli do ugotovitve, da je metoda s potaknjenci, ob primerni optimizaciji dejavnikov, ki vplivajo na razmnoževanje lahko perspektivna.

Osterc in sod. (2004) so v dvoletnem poskusu prav tako proučevali kostanjevi hibridni sorti 'Maraval' in 'Marsol', pri katerih so potikali tako vršne kot tudi bazalne potaknjence. Za matične rastline so uporabljali sedem let stare mikrorazmnožene rastline. Pokazale so se velike razlike med obema letoma, ko je trajal poskus. Potaknjenci sorte 'Maraval' so se leta 2001 koreninili s 6 %, leta 2002 pa je bilo 12 % ukoreninjenih potaknjencev. Potaknjenci sorte 'Marsol', v prvem letu niso razvili korenin, naslednje leto pa so se koreninili z 1 % deležem. Sorta je imela močnejši vpliv na rezultate, kot pa tip potaknjenca. Vršni in bazalni potaknjenci sorte 'Maraval' so se koreninili precej bolje kot pri sorti 'Marsol'.

Razvoj kalusa je bil močno povezan s tipom potaknjenca. Bazalni potaknjenci so tvorili močnejši kalus v obeh letih, pri obeh sortah. Možno, da je do tako velikih razlik prišlo zaradi neustreznih razmer razmnoževanja.

Leta 2001 so potaknjenci sorte 'Maraval' razvili razmeroma dolge korenine, pri čemer so bazalni potaknjenci razvili krajše (11 cm) korenine kot terminalni potaknjenci (33 cm). Leta 2002 so terminalni potaknjenci sorte 'Maraval' imeli 16 cm skupnega prirasta, bazalni pa le 10 cm. Spethmann (1997) ugotavlja, da so razlike velike, v primeru, ko razmere za razmnoževanje niso optimalne. Rod *Castanea* je z vidika razmnoževanja izrazito problematičen rod, in prav to je v tem primeru tisti faktor, ki ni optimalen. Avtor trdi, da se slabši rezultati odražajo v manjšem številu korenin in krajših glavnih koreninah in da se te razlike večkrat lahko pojavijo tudi med posameznimi sortami. Prav tako pri mnogih lesnatih vrstah daje prednost vršnim potaknjencem, a hkrati opozarja, da pri nekaterih primerih lahko boljše rezultate dosežemo z bazalnimi potaknjenci.

Tudi kasnejše raziskave so z omenjenima klonoma pokazale, da so se potaknjenci sorte 'Maraval' v povprečju z več kot 15 % veliko bolje koreninili kot pri klonu 'Marsol' (Osterc in sod., 2007a, 2007b). Patkanj (2010) v svojem poskusu iz leta 2004 ugotavlja, da je koreninjenje sorte 'Maraval' boljše (17,5 %) kot pri sorti 'Marsol' (13,3 %), ne glede na mešanico substrata.

2.4 POMEN SUBSTRATA

Substrat je osnova za življenje rastlin. Je mešanica različnih snovi organskega in anorganskega izvora. Njegova naloga je nuditi rastlinam oporo, imeti določeno vodno in zračno kapaciteto in hranila, ki rastlinam omogočajo rast in razvoj (Gutmann, 2003). Na samo koreninjenje sestava substrata nima posebnega vpliva, je pa za uspešno koreninjenje potaknjencev potrebna optimalna temperatura substrata, ki se giblje nekje med 20 do 25 °C (Sancin, 1990, cit. po Krulc, 2006).

Patkanj (2010) ugotavlja, da se sorti 'Maraval' in 'Marsol' najbolje koreninita v substratu šota:pesek v razmerju 1:1, pri tem, ko so bili v poskus vključene različne mešanice šote in peska ter tudi čisti kremenčev pesek. Sorta 'Maraval' je bila z 29,3 % ukoreninjenih potaknjencev uspešnejša od sorte 'Marsol' (19,3 %).

2.4.1 Gnojenje substrata

V zadnjih letih gnojenje substrata temelji na počasi delujočih gnojilih, ki so potaknjencem na voljo v času po razvoju korenin in tako lahko spodbujajo njihovo rast. Na ta način tudi skrajšamo čas gojenja potaknjencev (Osterc in Rusjan, 2013).

2.4.2 Vpliv substrata na obliko korenin

Substrat lahko vpliva tudi na obliko korenin. V pesek potaknjeni potaknjenci nekaterih rastlinskih vrst poženejo krhke, nerazvejane in dolge korenine. Dobro razvite, za sajenje primernejše tanke upogljive korenine pa poženejo potaknjenci v mešanici peska in šote (Mac Cartaigh in Spethmann, 2000; Patkanj, 2010).

2.5 RASTNI REGULATORJI

Rastni regulatorji so organske snovi, ki ne sodijo med hranilne snovi (snovi, ki rastlino oskrbujejo z energijo ali esencialnimi mineralnimi snovmi). Zanje je značilno, da v majhnih količinah pospešujejo, zavirajo ali kako drugače vplivajo na fiziološke procese v rastlinah (Arteca, 1996, cit. po Krulc, 2006).

Rastni regulatorji so sintetične snovi, ki jih uporabljamo za pospeševanje ukoreninjenja. Imajo enako sestavo kot hormoni, ki jih rastlina sintetizira sama, zato imajo enak učinek na koreninjenje.

Delimo jih v dve večji skupini:

Pospeševalci ali promotorji, to so tisti, ki rast pospešujejo.

Zaviralci ali inhibitorji so tisti, ki rast zavirajo.

Način razmnoževanja z zelenimi potaknjenci zahteva dodajanje rastnih regulatorjev – avksinov (Smole in Črnko, 2000).

Went je leta 1934 izoliral najpomembnejši hormon za indukcijo adventnih korenin. To je indol-3-očetna kislina (IOK). IOK nastaja v apikalnih brstih, po rastlini se prenaša od vrha

proti koreninam. Hormon se pri potaknjencih kopiči v bazi. Če odstranimo vse liste in brste, je razvoj korenin oviran. Kasneje so sintetizirali še indol-3-masleno kislino (IMK) in naftil-3-ocetno kislino (NOK), ki prav tako spodbujata razvoj adventnih korenin (Osterc in Rusjan, 2013).

Avksini glede adventivne zasnove korenin delujejo v dveh stopnjah:

1. Faza zasnove korenin, kjer se tvorijo koreninski meristemi z dediferenciacijo, zasnovo korenin ter tvorbo koreninskih primordijev.
 - Avksinsko aktivna faza poteka štiri dni. Za tvorbo korenin je potrebna velika koncentracija lastnih ali dodanih avksinov.
 - Avksinsko neaktivna faza poteka naslednje štiri dni. Za razvoj korenin prisotnost avksinov ni potrebna.
2. Faza podaljševanja korenin, kjer vršiček korenine zraste skozi skorjo in prodre še čez zunanjo povrhnjico stebela. Nova korenina se z lastnim prevodnim sistemom poveže z obstoječimi prevodnimi trakovi v stebelu. Prisotnost avksinov v tej fazi ne vpliva na potaknjenc.

Zunanje dodajanje rastnih regulatorjev potaknjencem za sam razvoj korenin nima posebej velikega pomena, saj rastlina, ki se normalno razvija sama tvori IOK. Večji pomen zunanjega dodajanja rastnih regulatorjev vidimo v boljši kakovosti razvitega koreninskega sistema. Od sintetičnih hormonov najboljše rezultate daje indol-3-maslena kislina (IMK). Za uspešno razmnoževanje zadoščata relativno majhni koncentraciji avksina (npr. 0,5 ali 1 % IAA), v kombinaciji z 10–15 % enega izmed fungicidov za zaščito osnove potaknjenca. Z leti se je izkazalo, da so za uspešno razmnoževanje pomembnejši dejavniki kot so fiziološka starost matičnih rastlin, optimalen čas potika in optimalen sistem oroševanja (Osterc in Rusjan, 2013).

2.6 SISTEM ORŠEVANJA

Za uspešno razmnoževanje z zelenimi potaknjenci pri lesnatih vrstah je nujno potreben kakovosten sistem oroševanja. Ko zelene potaknjence ločimo od matične rastline, so le ti izpostavljeni močni izgubi vode zaradi izhlapevanja in zelo hitro ovenijo ali propadejo. To preprečimo tako, da jih čim hitreje premestimo v okolje z izredno visoko zračno vlažnostjo. Tako preprečimo pojav stresa pri potaknjencih, ki se pojavi ob ločitvi od matične rastline. Manjši kot je stres, toliko boljše bo potaknjenc reagiral v procesu razvoja adventnih korenin (Osterc, 2008).

Razvoj oroševanja je tekkel v smeri izpopolnitve obstoječih metod pršenja, saj v teh sistemih zaradi relativno velikih vodnih kapljic (100 μm) relativna zračna vlaga v sistemih pršenja niha od 100 % pa vse do 40 %. Pojavile so se metode meglenja, kamor štejemo vse sisteme, kjer velikost proizvedenih vodnih kapljic ne presega 50 μm (Mac Carthaigh in Spethmann, 2000).

Visokotlačni sistem meglenja je najnovejši sistem meglenja, ki se uporablja pri koreninjenju zelenih potaknjencev. Pri tem sistemu tlačilka dviguje pritisk vode v sistemu, kar pomaga ustvarjati še posebej drobno meglo. Velikost vodnih kapljic pri visokotlačnem sistemu znaša okoli 10 μm . Vodne kapljice v takšnih sistemih ostanejo v zraku dlje časa,

kar pomeni konstantnejšo zračno vlago med 90 % in 100 %. Zeleni potaknjenci na konstantno zračno vlago zelo dobro reagirajo (Mac Carthaigh in Spethmann, 2000).

Rastlinjakov oz. plastenjakov v katerih poteka ukoreninjenje ne smemo zračiti, da se listi potaknjencev ne bi osušili. Temperatura v rastlinjakih lahko naraste tudi nad 50 °C, kar pa ob stalnem megljenju na rastlinah ne povzroča nobenih poškodb. Raziskave tudi kažejo, da imajo visoke temperature v rastlinjaku in zelo visoka zračna vlaga nekakšen fungicidni učinek. Saj se pri takem načinu razmnoževanja zelo redko pojavijo glivične bolezni. Zato škropljenje rastlin s fungicidi med postopkom ukoreninjanja ni potrebno (Smole in Črnko, 2000).

2.7 TVORBA KALUSA

Kalus je skupina parenhimskih celic. Te celice se izredno hitro delijo zlasti v okolici prevodnih delov kambija in okoliških celic. Te nove celice – novo tkivo imenujemo kalus. Kalus in korenine pogosto nastajajo neodvisno drug od drugega (Smole in Črnko, 2000).

Ločimo dve vrsti pojava kalusa:

1. Kalus rane nastane kot naravna reakcija potaknjenca ob ločitvi od matične rastline ali pa zaradi dodatnega ranjenja potaknjenca v procesu priprave na potik. Zaradi nalaganja suberina se rezne ploskve osušijo in oplutenijo. Zatiljanje povzroči zaporo ksilemskih poti. Za suberinsko zaporo se lahko razvije tanka plast nediferenciranih celic, ki varuje ranjen predel potaknjenca.
2. Negativen pojav je pojav nekaj centimetrov debele in močne plasti kalusa, ki se pojavi zaradi neuravnotežene koncentracije hormonov v rastlini ali prevelike koncentracije dodanega hormona. Na njegov nastanek vpliva tudi neustrezna fiziološka starost matičnih rastlin (slika 1) (Osterc in Rusjan, 2013).

Osterc in sod. (2004) ugotavljajo, da je razvoj kalusa močno povezan s tipom potaknjenca, saj so pri raziskavi bazalni potaknjenci kostanja sort 'Maraval' in 'Marsol' tvorili močnejši kalus kot vršni potaknjenci.



Slika 1: Tvorba izjemno debele plasti kalusa pri zelenem potaknjencu v času koreninjenja.

2.8 RAZVOJ KORENIN

Pri metodah vegetativnega razmnoževanja govorimo o razvoju nadomestnih ali adventivnih korenin. Ta koreninski sistem je šibkejši kot generativni koreninski sistem, saj nima glavne oz. srčne korenine. To dejstvo moramo upoštevati pri nadaljnjem gojenju sadik. Rezultati kažejo, da kakovost koreninskega sistema ni povezana z različnimi mesti nastanka nadomestnih korenin (Osterc in Rusjan, 2013).

Razvoj korenin sprožijo različne spremembe na rastlini kot so stik s substratom, ločitev posameznih delov rastline ali pa poškodovanje rastline. Pri potaknjencih razvoj korenin običajno sproži kombinacija več dejavnikov. Ob ločitvi dela rastline od matične rastline, prekinemo transportne poti za vodo s hranili in asimilati. Del rastline ne pripada več celostnemu (korelativnemu) sistemu, zato pride do hormonskih sprememb. Lahko se razvije kalus rane. Spodnji deli potaknjencev pogosto odmrejo, kar pa ne vpliva na koreninjenje. Razvoj korenin poteka različno in traja različno dolgo, od nekaj dni pa do nekaj mesecev. Razvoj korenin iz spečih brstov poteka hitro, adventivni razvoj korenin poteka dlje časa, razvoj korenin iz kalusa pa lahko pričakujemo šele po nekaj mesecih ali letih (Osterc in Rusjan, 2013).



Slika 2: Potaknjenc z lepo razvitimi adventivnimi koreninami (brez kalusa).

Razvoj nadomestnih korenin poteka v štirih stopnjah:

1. Dediferenciacija nastopi, ko se že diferencirane celice ponovno meristemizirajo.
2. Iz specifičnih ponovno meristemiziranih celic v bližini prevodnih trakov oz. kambialnih tkiv poteka oblikovanje zasnove korenin.
3. Iz meristemskih celic se razvije rasti meristem korenine in s tem poteka nastanek koreninskih vršnih meristemov.

4. Pojav korenine je posledica rasti koreninskih primordijev, ki prodrejo na površino skozi preostala stebelna tkiva. V tej fazi se oblikuje tudi povezava med prevodnimi tkivi nove korenine in prevodnimi tkivi stebela potaknjenca.

Pri določeni skupini rastlin se korenine razvijejo v kratkem času in po tem času se njihovo število ne spreminja več. Lahko se razvijejo samo na bazi potaknjenca ali pa tudi višje. Barva je odvisna glede na rastlinsko vrsto. Fiziološka starost matičnih rastlin vpliva na kakovostni razvoj korenin. Potaknjenci fiziološko mlajših rastlin razvijejo močnejši koreninski sistem, potaknjenci fiziološko starejših matičnih rastlin pa običajno razvijejo nerazrasle, odebeljene korenine. Proces debeljenja korenin se začne pri koreninski osnovi in se kaže kot rjavenje korenin. V tem času so korenine neobčutljive in zelo prilagodljive. Po končanem razvoju korenin se običajno začne rast poganjka (Osterc in Rusjan, 2013).

Dušik je najpomembnejši element za iniciacijo korenin, potreben je za sintezo nukleinskih kislin in proteinov. Potaknjenci pa seveda potrebujejo tudi zadostne količine vseh ostalih elementov (Davis in sod., 1988), s katerimi mora biti matična rastlina zadostno preskrbljena.

2.9 POMEN FIZIOLOŠKE STAROSTI RASTLIN

V mladostnem obdobju je razmnoževanje s potaknjenci možno brez večjih težav. S staranjem pa se zmanjšuje možnost tvorbe korenin in oblikovanja potomcev, ki bi bili fenotipsko podobni matični rastlini. Velik delež ukoreninjenih in kakovostnih rastlin lahko dobimo le iz fiziološko mlade matične rastline (Osterc in Rusjan, 2013).

Bazalni in notranji deli drevesa so fiziološko najmlajši, časovno gledano pa najstarejši. Terminalni in zunanji deli so fiziološko najstarejši, časovno gledano pa najmlajši. Se pravi, da najmlajše potaknjence, s katerimi dosegamo najboljše rezultate koreninjenja, pridobimo pri osnovi drevesa. Pri manjših drevesih te razlike niso tako močno izražene kot pri velikih. Fiziološka starost potaknjenca je odvisna od mesta kjer potaknjence odvajamo in pa od dejanske starosti matične rastline. Fiziološka reakcija tega potaknjenca pa se pod vplivom trenutne situacije (bolezni, prehrane ipd.) oziroma okolja še dodatno spreminja (Osterc in Rusjan, 2013).

Rezultati vegetativnega razmnoževanja se slabšajo z večanjem fiziološke starosti matičnih rastlin. Pri takih rastlinah opazimo slabše koreninjenje in slabšo kakovost koreninskega sistema. Manj je glavnih korenin, korenine so krajše, pogostejši je hkratni razvoj kalusa. Slabša je tudi rast nadzemnih delov in prezimitev ukoreninjenih rastlin (Osterc in Rusjan, 2013).

2.9.1 Pomlajevanje matične rastline

Matično rastlino v matičnjaku pomlajamo tako, da izvajamo rez nazaj oz. "rez na glavo". Tako upočasnimo proces fiziološkega staranja pri rastlini. Pri tem ukrepu sicer ne gre za pravo pomladitev, pač pa upočasnjujemo napredovanje procesa staranja pri matični rastlini, kar je za uspešno razmnoževanje izjemno pomembno (Davis, 1988; Hartmann in sod., 1997; Mac Carthaigh in Spethmann, 2000; Osterc, 2001).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 RASTLINSKI MATERIAL

V poskus so bili vključeni trije križanci japonskega in evropskega pravega kostanja (*Castanea sativa* x *Castanea crenata*) 'Maraval', 'Marsol' in 'Bouche de Betizac'.

3.1.1 'Maraval'

'Maraval' je francoska sorta, naravni križanec evropskega in japonskega kostanja. Drevo je rahlo pokončne in srednje bujne rasti. Cveti zgodaj, zori pa v drugi dekadi oktobra. Odporen je proti spomladanskemu in jesenskem mrazu, dokaj odporen proti črnilavki (*Phytophthora cambivora* (Petri) Buisman). Občutljiv pa je za kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica* (Murill) Barr). V ježici sta en ali dva normalno razvita velika plodova, široko eliptično trikotne oblike, temno rjave rdečkaste barve z rahlimi prižami. Najmanj 95 % plodov je monoembrionalnih in testa se ne zajeda v jedro (Godec in sod., 2011).

3.1.2 'Marsol'

'Marsol' je francoska sorta, naravni križanec evropske in japonskega kostanja. Drevo raste precej pokončno in zelo bujno. Cveti zgodaj, zori v začetku oktobra. Odporen je proti spomladanskemu in jesenskem mrazu, malo občutljiv za črnilavko in srednje občutljiv za kostanjevega raka. V ježici se razvijejo dva do trije normalni plodovi, ki so okroglo trikotne oblike, svetleče rdečkasto rjave barve. V glavnem so monoembrionalni z majhno stopnjo zajedanja teste v jedro (Godec in sod., 2011).

3.1.3 'Bouche de Betizac'

'Bouche de Betizac' je francoski križanec med kitajskim kostanjem (*C. crenata*) in sorto 'Bouche Rouge' (*C. sativa*). Raste pokončno in srednje bujno. Brsti in cveti razmeroma zgodaj, zori konec septembra, ali v začetku oktobra. Občutljiv je na spomladanske pozebe, občutljivost za kostanjevega raka pa je manjša. V ježici običajno razvije dva normalna, velika, ploščata plodova, široko eliptične oblike z velikim hilulom. 80-90 % plodov je monoembrionalnih. Perikarp je temne rdečkasto rjave barve. Zajedanje epispermija v embrio pa je zelo šibka (Godec in sod., 2011). Sorta je zanimiva za razmnoževanje, saj rodi zgodaj in je odporna na kostanjevo šiškario (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu).

3.2 METODE DELA

3.2.1 Zasnova poskusa

Poskus je potekal od julija do novembra 2015 v rastlinjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani. Ob straneh plastenjaka je bila z lesenim okvirjem ograjena greda. Na dnu grede je bil pesek, ki služi kot drenaža. Čez pesek smo položili vrtnarsko folijo in na njo nasuli substrat. Na pripravljena tla smo načrtali osemnajst parcel v velikosti 50 x 50 cm, ki smo

jih oštevilčili. Razpored potika smo določili po metodi naključnih števil. Shema poskusa je v Prilogi A.



Slika 3: Pripravljena greda.

3.2.2 Matični material in priprava potaknjencev

Kostanjeve poganjke smo rezali v drevnici Biotehniške fakultete v Mariboru na dan potika v zgodnjih jutranjih urah. Poganjke smo rezali iz matičnih rastlin, ki so bile razmnožene v Franciji z *in vitro* metodami. Matične rastline so stare več kot dvajset let, na katerih pa se vsako pomlad izvede močna rez nazaj. Poganjke za poskus smo dali v polietilenske vreče, ki smo jih označili z imenom sorte. V najkrajšem možnem času smo jih prepeljali v Ljubljano in jih namestili v rastlinjak, v katerem je že delovalo meglenje. V rastlinjaku so ostali vse do časa rezi.

Delo smo nadaljevali z rezjo poganjkov na potaknjence po sortah, pri čemer smo ob rezi potaknjence ločevali na vršne in bazalne. Rezali smo potaknjence dolžine 12 cm. Ko smo jih narezali po 26 vsakega tipa, smo jih enakomerno razporedili po parceli. V substrat smo jih potikali okoli 5 cm globoko.

3.2.3 Rastne razmere

3.2.3.1 Visokotlačni sistem meglenja

Za oroševanje je v plastenjaku nameščen sistem visokotlačnega meglenja proizvajalca Plantfog iz Avstrije, ki je avtomatsko intervalno uravnan. Tlačilka je ustvarjala gosto meglo, saj je pod visokim tlakom (med 60 do 65 barov) potiskala vodo skozi šobe s premerom manjšim od 10 μm . Meglilni sistem smo zaradi visokih temperatur vklopili dva dni pred potikom, da je navlažil substrat, izklopili smo ga sredi meseca oktobra. Dnevno se je vklapljal v zgodnjih jutranjih urah in izklapljal v poznih večernih urah. V vročih poletnih dneh so bili intervali oroševanja dolgi 30 sekund z vmesnimi 45 sekundnimi premori. Meseca septembra, ko ni bilo več tako vroče, je sistem deloval med 11. in 16. uro. V deževnem obdobju smo odmore podaljšali na 90 sekund. Sistem je ustvarjal konstantno

vlago med 90 in 100 %. Plastenjaka med meglenjem nismo nikoli prezračevali, ponoči pa je bil sistem izklopljen.

3.2.3.2 Substrat

Substrat je bil sestavljen iz mešanice šote in kremenčevega peska v razmerju 1:1. Granulacija kremenčevega peska (proizvajalca Termit) je bila od 0,5 do 1,5 mm. V substrat smo vmešali še 2g počasi delujočega gnojila/l substrata. Uporabili smo šest tedensko počasi delujoče gnojilo Osmocote (proizvajalec Scotts) (12N+11P+17K+2MgO+mikroelementi).

3.2.3.3 Rastni regulatorji

Pred potikom smo tako vršne kot tudi bazalne potaknjence na hitro pomočili v hormonsko mešanico. Uporabili smo 0,5 % indol-3-maslene kisline (IMK) in 10 % Euparena, fungicida na osnovi smukca.

3.2.3.4 Temperatura

Poletje 2015 je bilo izredno vroče. Mesec julij sta vremensko zaznamovali dve obdobji dolgotrajnejše, izrazite vročine. Vročih dni z dnevno temperaturo nad 30 °C je bilo v notranjosti države rekordno veliko. V Ljubljani so zabeležili osem dni, v katerih se je temperatura zraka dvignila nad 35 °C. Ponoči se ozračje ni ohladilo pod 20 °C (Rekordno ..., 2015).

Kljub dvakratni mesečni ohladitvi avgusta se je vročina še kar nadaljevala. V Ljubljani je bilo kar šestnajst dni, v katerih je temperatura dosegla ali celo preseгла 30 °C (Naše ..., 2015).

Na dan potika, to je 01. 07. 2015 je bilo izredno vroče. Za merjenje temperature smo uporabili Volcraft infra rdeči merilec zraka. Ob 11 uri je bila temperatura ozračja 33 °C. V predprostoru plastenjaka, kjer smo rezali potaknjence, je bilo 42 °C, v plastenjaku pa se je ob visoki zračni vlagi povzpela na 57 °C.

3.2.3.5 Zaščita pred boleznimi in škodljivci

V poskusu nismo uporabili fitofarmaceutskih sredstev. Smole in Črnko (2000) ugotavljata, da visoke temperature in zelo visoka zračna vlaga v rastlinjaku s sistemom meglenja zavirata razvoj različnih bolezni in škodljivcev.

3.2.4 Vrednotenje rezultatov

Poleti in jeseni smo spremljali rast in razvoj potaknjencev. Po koncu rastne dobe, dne 01. 12. 2015 smo poskus izvedli. Potaknjence smo jemali iz substrata parcelo za parcelo. Za vsak potaknjencec smo najprej ugotovili ali je preživel ali je propadel. Propadle smo zavrgli, preživele pa smo začeli ocenjevati. Iz korenin smo otrsli ostanek substrata in začeli z meritvami. Izmerili smo število korenin, dolžino koreninskega šopa, prirast

glavnega poganjka, število in prirast stranskih poganjkov ter na podlagi bonitetnih razredov ugotovili kakovost koreninjenja.

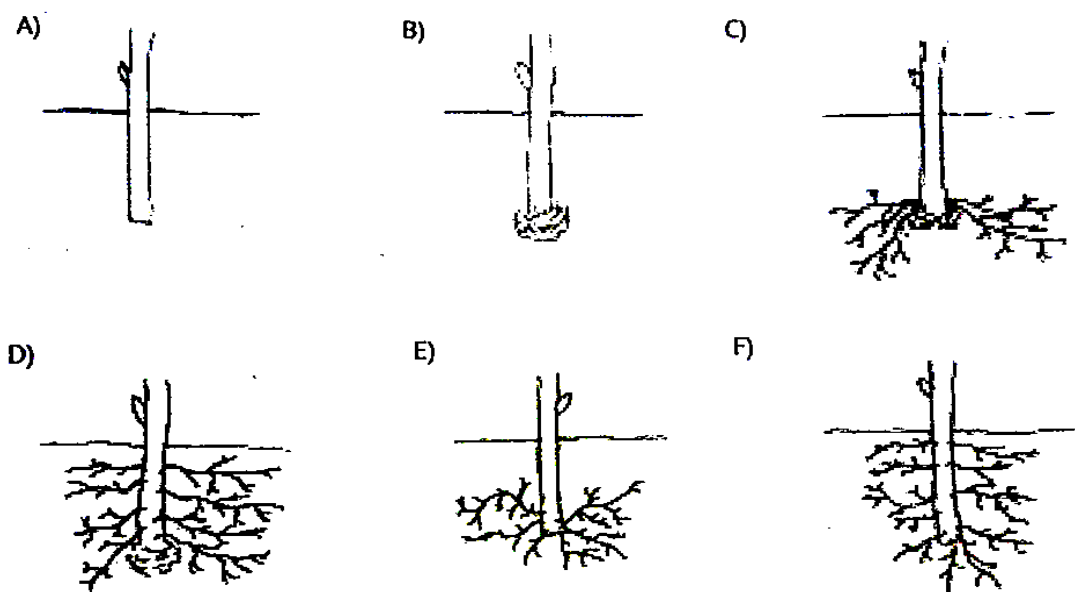


Slika 4: Potaknjenci pred ocenjevanjem.

Izvrednotili smo:

Razvoj korenin

S pomočjo sheme smo ugotovili način ukoreninjenja potaknjencev in jih razdelili v šest razredov (slika 5). Preživele potaknjence smo ločili na ukoreninjene in tiste, ki so razvili kalus (B) ter izračunali njihov delež. Nato smo za ukoreninjene potaknjence izračunali še delež bazalno ukoreninjenih (C, E), akrobazalno ukoreninjenih (D, F), delež potaknjencev, ki so se ukoreninili in razvili kalus (C, D), ter delež potaknjencev, ki so se ukoreninili in niso razvili kalusa (E, F).



Slika 5: Bonitetna shema za določanje stopnje koreninjenja (Osterc in Rusjan, 2013).

Legenda :

- A) neukoreninjeni potaknjenci
- B) potaknjenci s kalusom
- C) potaknjenci s kalusom in bazalnim koreninjenjem
- D) potaknjenci s kalusom in akrobazalnim koreninjenjem
- E) bazalno koreninjenje
- F) akrobazalno koreninjenje

Za izračun smo uporabili naslednje formule:

• delež ukoreninjenih potaknjencev =
(število ukoreninjenih potaknjencev/število vseh potaknjencev na parceli) x 100 ... (1)

• delež potaknjencev s kalusom =
(število potaknjencev s kalusom/število vseh potaknjencev v ponovitvi) x 100 ... (2)

• delež bazalno ukoreninjenih potaknjencev =
(število bazalno ukoreninjenih potaknjencev/število ukoreninjenih potaknjencev v ponovitvi) x 100 ... (3)

• delež akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev =
(število akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev/število ukoreninjenih potaknjencev v ponovitvi) x 100 ... (4)

• delež ukoreninjenih potaknjencev s kalusom =
((število bazalno ukoreninjenih s kalusom + število akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev)/ število ukoreninjenih potaknjencev v ponovitvi) x 100 ... (5)

• delež ukoreninjenih potaknjencev brez kalusa =
((število bazalno + število akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev)/ število ukoreninjenih potaknjencev na v ponovitvi) x 100 ... (6)

Število glavnih korenin smo dobili tako, da smo prešteli korenine, ki izraščajo direktno iz potaknjenca (glavne korenine). Povprečno število glavnih korenin na potaknjencec smo izračunali za vsako ponovitev posebej. Sešteli smo število vseh korenin, ki so jih potaknjenci razvili in jih delili s številom preživelih ukoreninjenih potaknjencev.

Dolžino koreninskega šopa smo dobili z merjenjem najdaljših korenin. Povprečno dolžino koreninskega šopa na potaknjencec smo izračunali za vsako ponovitev posebej. Sešteli smo dolžine vseh koreninskih šopov in jih delili z številom preživelih ukoreninjenih potaknjencev.

Prirast glavnega poganjka smo dobili z merjenjem. Izmerili smo, koliko je poganjek zrastel v razmnoževalni sezoni. Povprečje prirasta glavnega poganjka smo izračunali za vsako

ponovitev posebej. Sešteli smo prirast vseh poganjkov in jih delili z številom preživelih ukoreninjenih potaknjencev.

Število stranskih poganjkov smo dobili tako, da smo prešteli vse stranske poganjke na potaknjencu. Povprečje stranskih poganjkov smo izračunali za vsako ponovitev posebej. Sešteli smo število vseh stranskih poganjkov, ki so jih razvili potaknjenci in jih delili s številom preživelih ukoreninjenih potaknjencev.

Prirast stranskih poganjkov smo dobili z mejenjem stranskih poganjkov. Izmerili smo koliko so zrasli v poskusnem obdobju. Povprečje prirasta stranskih poganjkov smo izračunali za vsako ponovitev posebej. Sešteli smo vse priraste stranskih poganjkov in jih delili s številom preživelih ukoreninjenih potaknjencev.

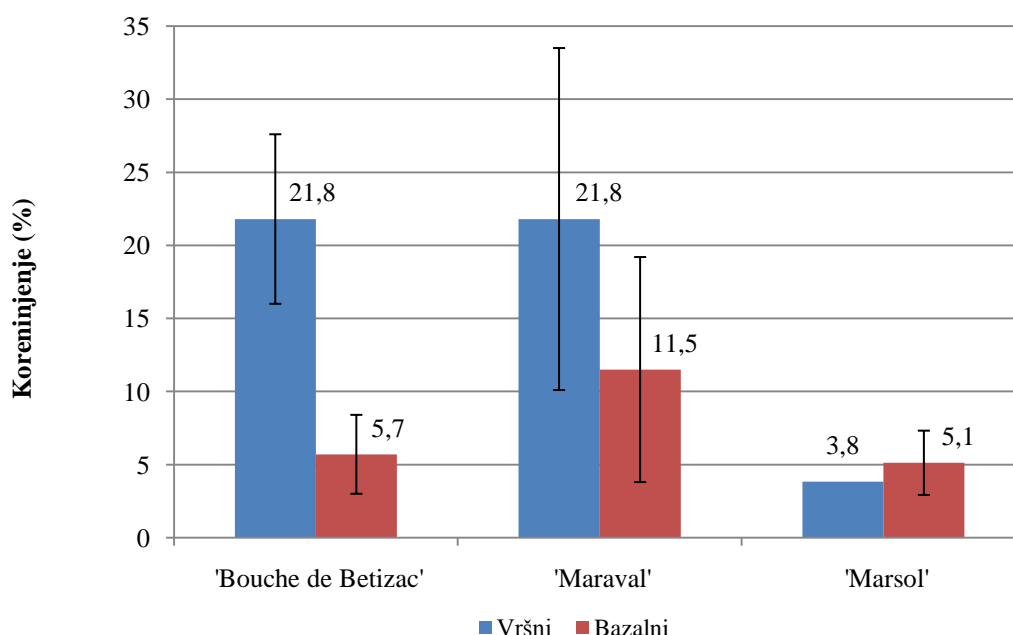
3.2.5 Statistična analiza

Izračunane povprečne vrednosti za posamezne parcele smo obdelali z programom Excel. Zanimale so nas povprečne vrednosti po sortah kostanja in po tipu potaknjencev. Izračunali smo še standardno deviacijo, ki nam je pokazala, kako razpršene so bile vrednosti v posameznih parcelah. Rezultate smo prikazali v obliki slik in preglednic.

4 REZULTATI

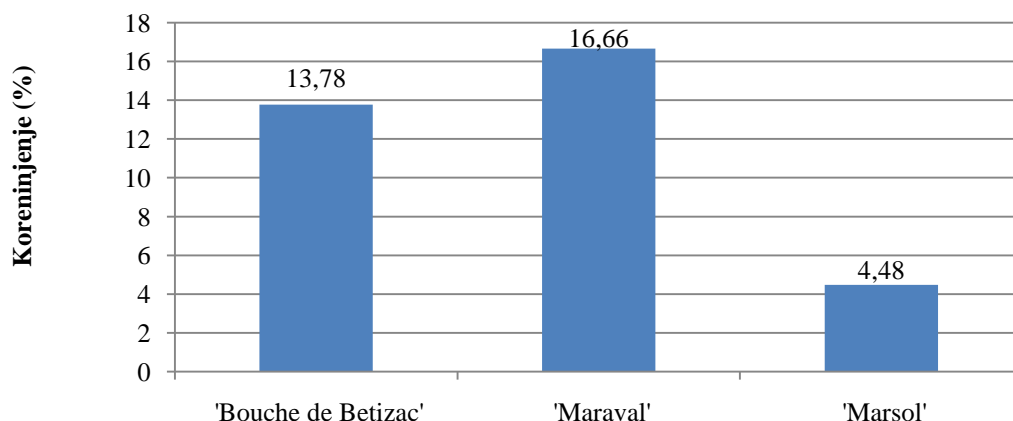
4.1 KORENINJENJE

Najbolje so se koreninili vršni potaknjenci sort 'Bouche de Betizac' in 'Maraval'. Pri obeh sortah se jih je ukoreninilo 21,8 %. Bazalni potaknjenci so se najboljše koreninili pri sorti 'Maraval' 11,5 %, pri sorti 'Bouche de Betizac' jih je uspelo 5,7 %. Pri sorti 'Marsol' je prišlo do spremembe, delež bazalnih potaknjencev (5,1 %), ki so se ukoreninili je bil malo večji kot delež vršnih potaknjencev (3,8 %). Do največjega standardnega odklona je prišlo pri vršnih in pri bazalnih potaknjencih sorte 'Maraval' (slika 6).



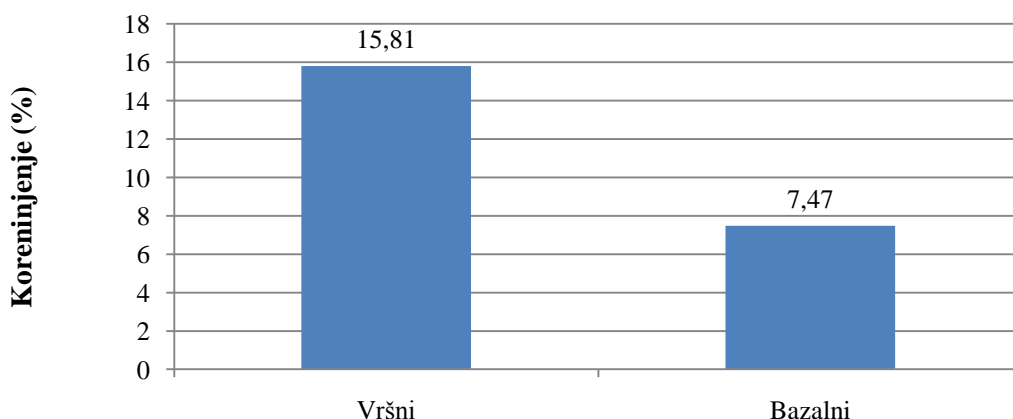
Slika 6: Koreninjenje vršnih in bazalnih kostanjevih potaknjencev sort 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.

V povprečju so se najboljše koreninili potaknjenci sorte 'Maraval', 16,66 %, sledijo ji potaknjenci sorte 'Bouche de Betizac' z 13,78 %. Sorta 'Marsol' se je koreninila najslabše (4,48 %) (slika 7).



Slika 7: Prikaz uspešnosti koreninjenja potaknjencev kostanja glede na sorto 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol', ne glede na tip potaknjenca. Prikazana so povprečja.

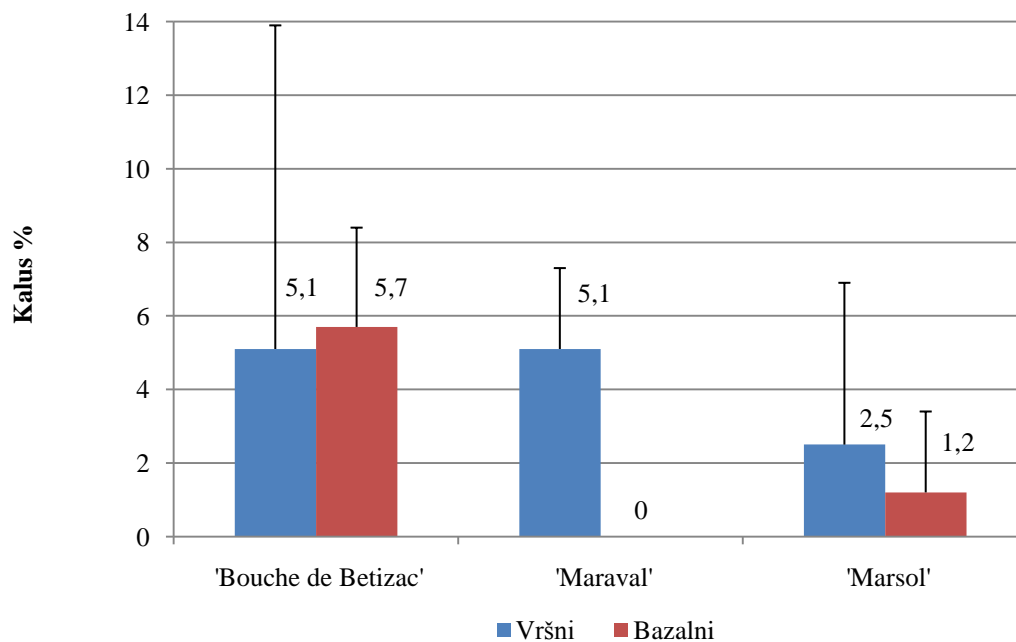
Vršni potaknjenci so se v povprečju koreninili bolje. Uspešnost koreninjenja je bila, neodvisno od sorte, 15,81 %. Bazalni potaknjenci so se koreninili veliko slabše le 7,47 % (slika 8).



Slika 8: Prikaz uspešnost koreninjenja glede na tip potaknjenca vršni ali bazalni, neodvisno od sorte. Prikazana so povprečja.

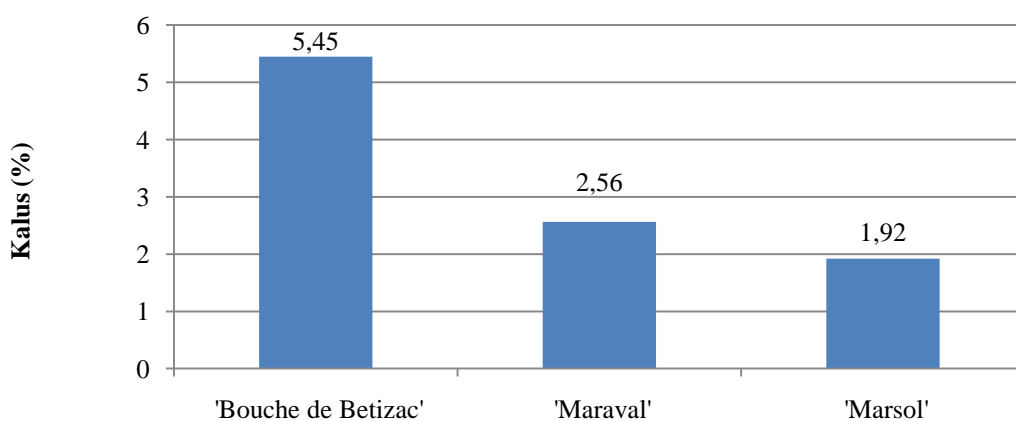
4.2 DELEŽ POTAKNJENCEV S KALUSOM

Delež potaknjencev, ki so tvorili kalus, je bil največji pri bazalnih potaknjencih pri sorti 'Bouche de Betizac' 5,7 %, manj jih je bilo pri sorti 'Marsol' 1,2 %. Bazalni potaknjenci sorte 'Maraval' pa kalusa sploh niso razvili. Vršnih potaknjencev, ki so razvili samo kalus, je bilo pri sortah 'Bouche de Betizac' in 'Maraval' 5,1 %, pri sorti 'Marsol' je bil ta delež nekoliko manjši 2,5 %. Največja razpršenost v populaciji se je pokazala pri vršnih potaknjencih sorte 'Bouche de Betizac' (slika 9).



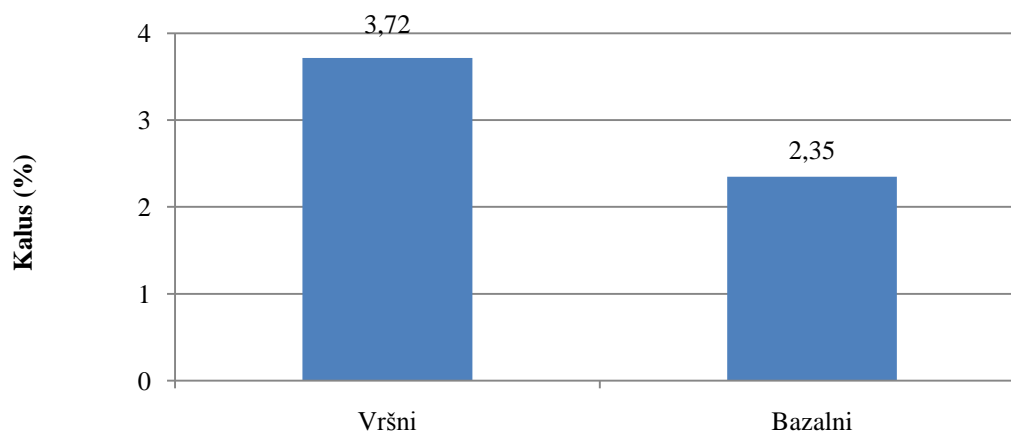
Slika 9: Prikaz deleža vršnih in bazalnih kostanjevih potaknjencev, ki so razvili samo kalus pri sortah 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.

Delež potaknjencev, ki so razvili le kalus, je bil največji pri sorti 'Bouche de Betizac' 5,45 %, sledi sorta 'Maraval' z 2,56 %, najmanj kalusa so razvili potaknjenci sorte 'Marsol' 1,92 % (slika 10).



Slika 10: Prikaz deleža potaknjencev, ki so razvili samo kalus, glede na sorto kostanja 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol', neodvisno od tipa poganjka. Prikazana so povprečja.

Vršni potaknjenci so pogosteje, v 3,72 % razvili zgolj kalus. Bazalnih potaknjencih s kalusom je bilo 2,35 % (slika 11).



Slika 11: Prikaz deleža potaknjencev, ki so razvili samo kalus glede na tip potaknjenca, neodvisno od sorte. Prikazana so povprečja.

4.3 RAZVOJ BAZALNEGA IN AKROBAZALNEGA KORENINSKEGA SISTEMA

Sorta 'Maraval' je razvila največji delež bazalnih potaknjencev z bazalnim razvojem koreninskega sistema (88,8 %). Vršni potaknjenci sorte 'Maraval' so se na ta način koreninili z manjšim deležem (22,2 %). Pri akrobazalni tvorbi koreninskega sistema je bila sorta najuspešnejša sorta 'Bouche de Betizac' in sicer je znašal delež bazalnih potaknjencev s tako razvitimi koreninami 100 %, kar tudi pomeni, da pri njih ni prišlo do standardnega odklona. (preglednica 1).

Preglednica 1: Oblika koreninskega sistema vršnih in bazalnih potaknjencev pravega kostanja sort 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol' (bazalni in akrobazalni razvoj korenin (%)). Prikazana so povprečja s ± standardno deviacijo, N=26.

Sorta	Tip potaknjenca	Bazalno koreninjenje (%)	Akrobazalno koreninjenje (%)
'Bouche de Betizac'	vršni	65 ± 35,7	35 ± 35,7
	bazalni	0 ± 0	100 ± 0
'Maraval'	vršni	22,2 ± 38,4	77,1 ± 38,5
	bazalni	88,8 ± 19,2	11,1 ± 19,2
'Marsol'	vršni	66,6 ± 57,7	33,3 ± 57,7
	bazalni	66,6 ± 57,7	33,3 ± 57,7

Če izvzamemo tipe potaknjencev in primerjamo bazalno koreninjenje le po sortah, smo največji delež bazalno razvitih korenin opazili pri potaknjencih sorte 'Marsol', 66,6 %, malce slabše so se odzvali potaknjenci sorte 'Maraval', 55,5 %, najmanj bazalno razvitih korenin, 32,5 % so imeli potaknjenci pri sorti 'Bouche de Betizac' (preglednica 2).

Preglednica 2: Oblika koreninskega sistema potaknjencev pravega kostanja po sortah 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol' (bazalni in akrobazalni razvoj korenin %). Prikazana so povprečja.

Sorta	Bazalno koreninjenje (%)	Akrobazalno koreninjenje (%)
'Bouche de Betizac'	32,53	67,46
'Maraval'	55,55	44,44
'Marsol'	66,66	33,33

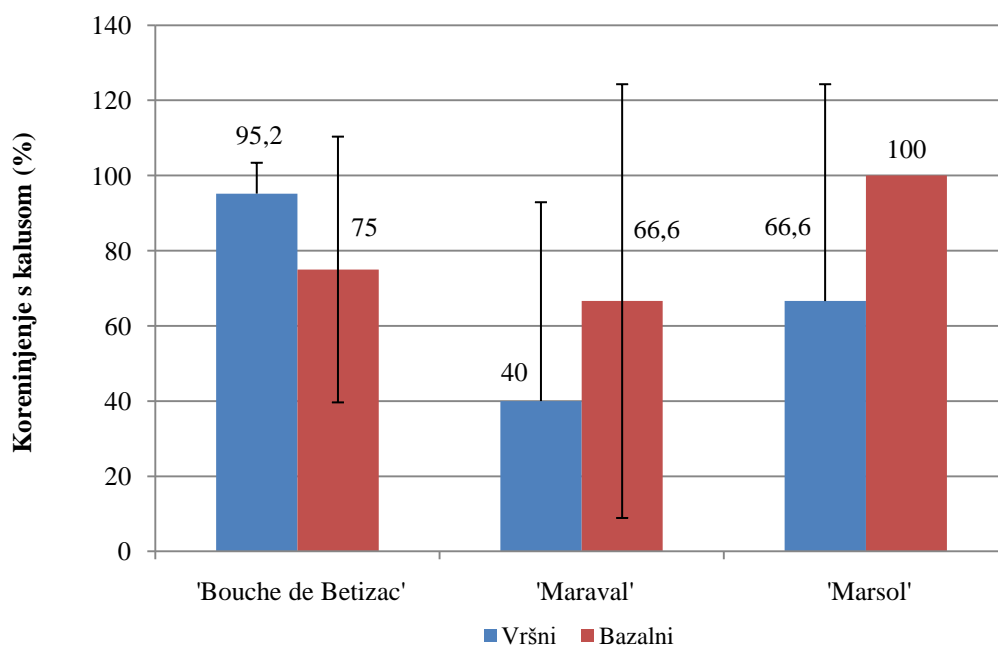
Ko primerjamo samo tipe potaknjencev in način, kako so tvorili korenine, so razlike zelo majhne. Pri bazalnem koreninjenju so bili vršni in bazalni potaknjenci dokaj izenačeni. Vršni potaknjenci so bili tako uspešni v 51,32 %, bazalni pa v 51,85 % (preglednica 3).

Preglednica 3: Oblika koreninskega sistema glede na tip potaknjenca pravega kostanja vršni in bazalni (bazalni in akrobazalni razvoj %). Prikazana so povprečja.

Tip potaknjenca	Bazalno koreninjenje (%)	Akrobazalno koreninjenje (%)
Vršni	51,32	48,67
Bazalni	51,85	48,15

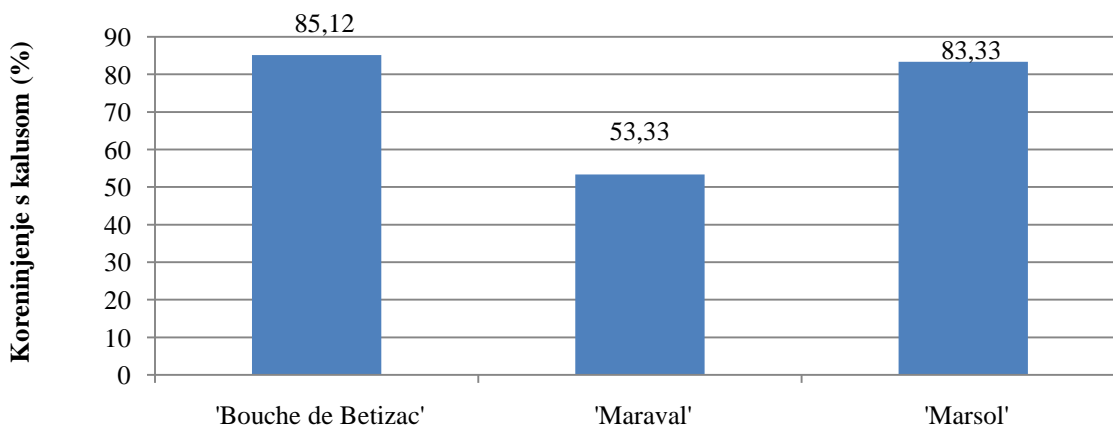
4.4 KORENINJENJE S KALUSOM

Vsi bazalni potaknjenci sorte 'Marsol' (100 %) so se koreninili s kalusom. Delež vršnih potaknjencev s kalusom je za tretjino manjši in predstavlja 66,6 %. Tudi pri sorti 'Maraval' je delež bazalnih potaknjencev ukoreninjenih s kalusom večji 66,6 %, delež vršnih s kalusom je bil nekoliko manjši 40 %. Pri sorti 'Bouche de Betizac' pride do spremembe. Bazalni potaknjenci so se koreninili s kalusom v manjšem deležu 75 %. Delež vršnih potaknjenci, ki so razvili korenine in kalus, je precej velik in znaša 95,2 % (slika 12).



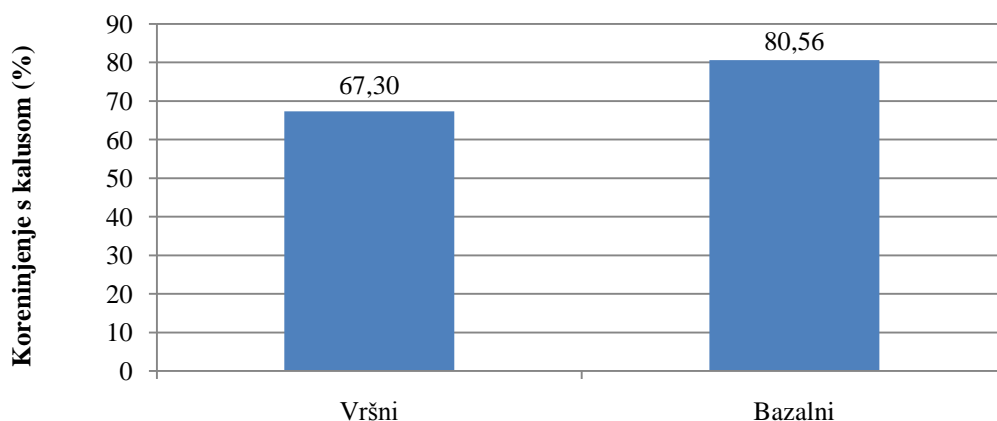
Slika 12: Prikaz deleža vršnih in bazalnih kostanjevih potaknjencev koreninjenih s kalusom pri sortah 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.

Delež potaknjencev, ki so se koreninili s kalusom je največji pri sorti 'Bouche de Betizac' 85,12 %, sledi sorta 'Marsol' 83,33 %, najmanjši delež predstavlja sorta 'Maraval' s 53,33 %.



Slika 13: Prikaz deleža potaknjencev koreninjenih s kalusom glede na sorto kostanja 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol', neodvisno od tipa poganjka. Prikazana so povprečja.

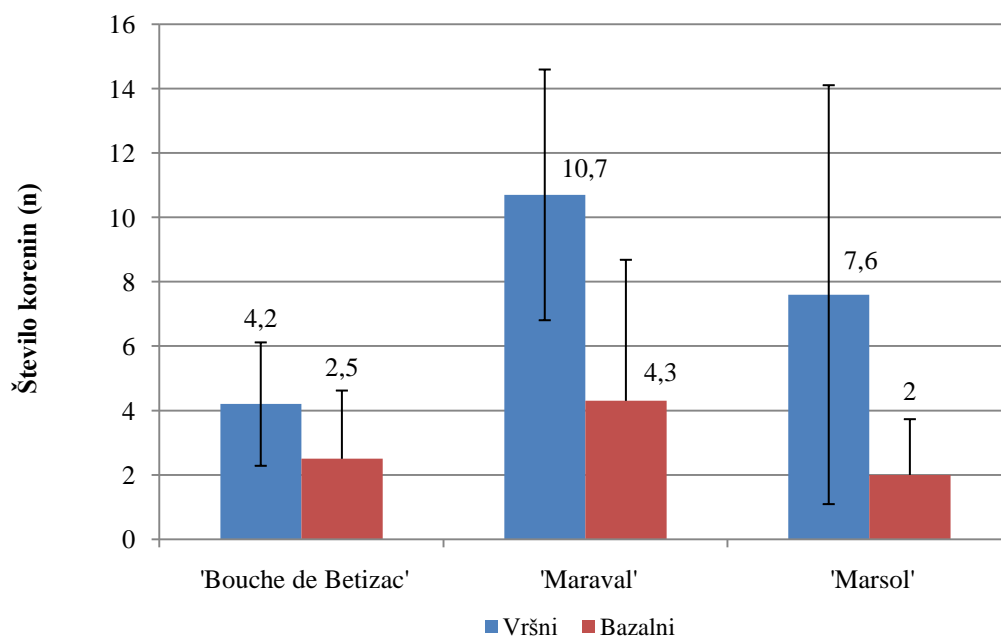
Delež bazalnih potaknjencev, ki so se koreninili in ob tem razvili tudi kalus je malenkostno večji 80,56 %. Vršni potaknjenci so se na ta način koreninili v 67,30 %.



Slika 14: Prikaz deleža potaknjencev koreninjenih s kalusom glede na tip potaknjenca vršni in bazalni, neodvisno od sorte. Prikazana so povprečja.

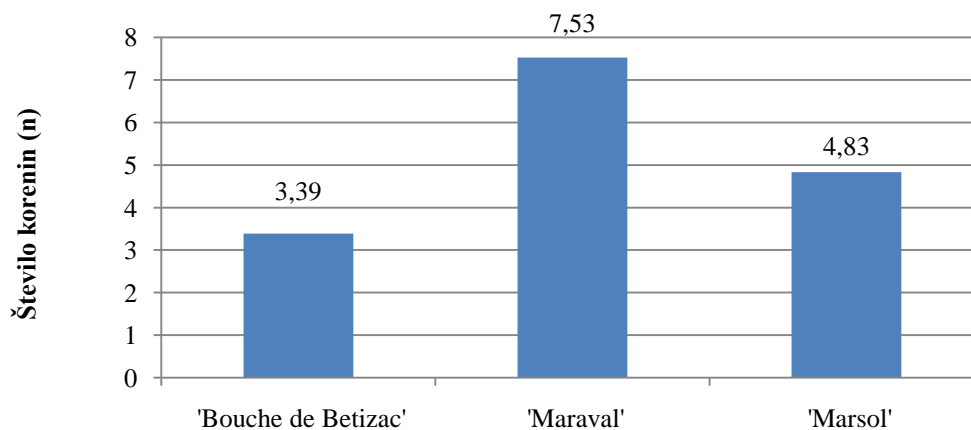
4.5 ŠTEVILO KORENIN

Največje število korenin so pri vseh sortah razvili vršni potaknjenci. Najuspešnejša je bila sorta 'Maraval' z 10,7 razvitimi koreninami na potaknjeneč. Nekaj manj jih je razvila sorta 'Marsol' 7,6, sorta 'Bouche de Betizac' jih je razvila najmanj 4,2. Bazalni potaknjenci so razvili manjše število glavnih korenin. Med njimi jih je 'Maraval' razvila največ 4,3, sledi 'Bouche de Betizac' z 2,5 razviti koreninami, 'Marsol' pa je v povprečju razvil 2 korenini na potaknjeneč. Do največje razpršenosti v populaciji je prišlo pri vršnih potaknjencih sorte 'Marsol' (slika 15).



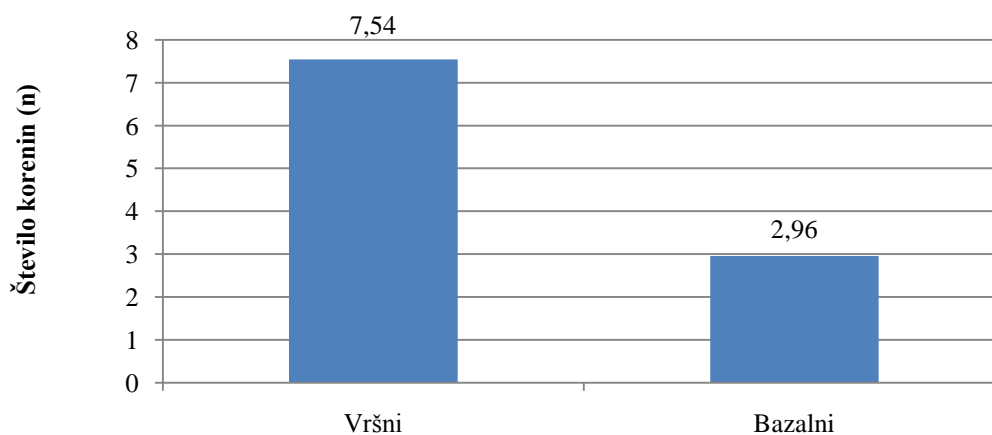
Slika 15: Prikaz števila razvitih glavnih korenin (n), vršnih in bazalnih kostanjevih potaknjencev pri sortah 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.

Iz slike 16 lahko razberemo, da je imela sorta velik vpliv na razvoj števila glavnih korenin. Največ glavnih korenin je razvila sorta 'Maraval', povprečno 7,53 korenin na potaknjenc, sorta 'Marsol' jih je razvila nekaj manj 4,83, najmanjše število glavnih korenin je razvila sorta 'Bouche de Betizac' 3,39.



Slika 16: Prikaz števila razvitih glavnih korenin (n) glede na sorto kostanja 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol', neodvisno od tipa poganjka. Prikazana so povprečja.

Tip potaknjenca je močno vplival na število razvitih glavnih korenin. Vršni potaknjenci so razvili največ glavnih korenin, v povprečju 7,54. Bazalni potaknjenci so bili v razvoj korenin veliko slabši, v povprečju so razvili 2,96 korenin na potaknjenc (slika 17).

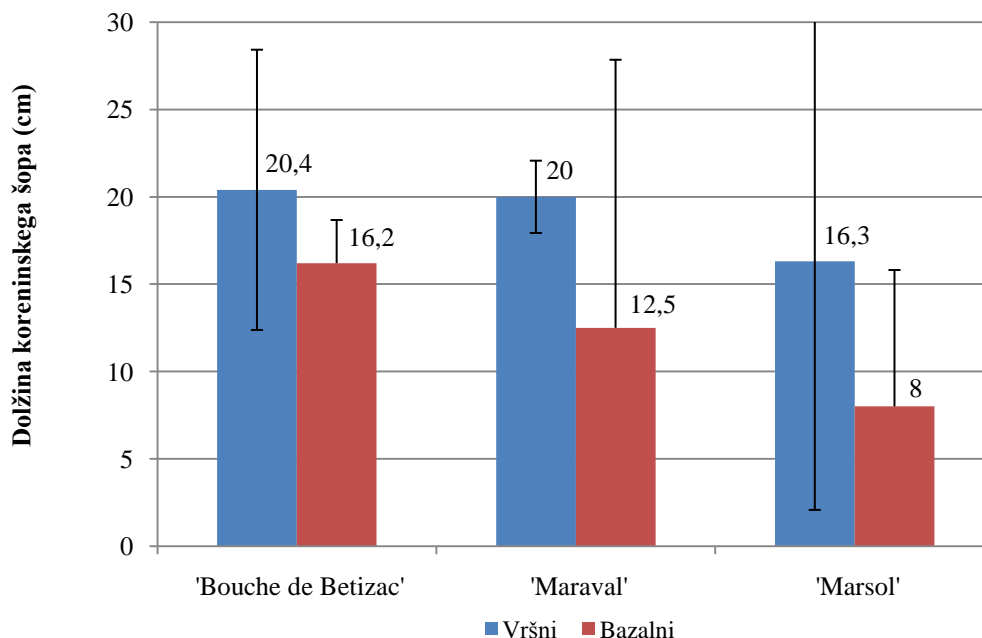


Slika 17: Prikaz števila razvitih glavnih korenin (n), glede na tip potaknjenca vršni in bazalni, neodvisno od sorte. Prikazana so povprečja.

4.6 DOLŽINA KORENIN

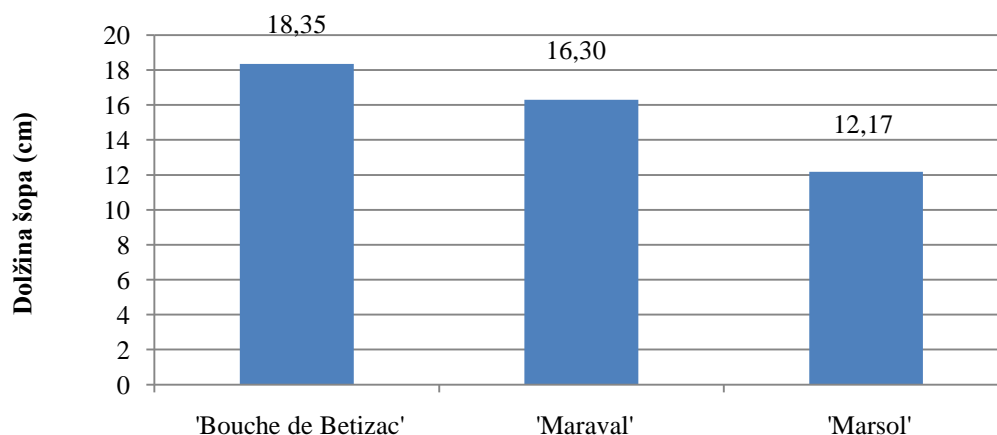
Vršni potaknjenci sort 'Bouche de Betizac' in 'Maraval' so razvili najdaljši koreninski šop. Njihove korenine so bile v povprečju dolge 20 cm. Tudi pri sorti 'Marsol' so daljše korenine razvili vršni potaknjenci, te so bile dolge 16,3 cm. Bazalni potaknjenci so razvili

krajši koreninski šop. Med njimi so najdaljšega razvili potaknjenci sorte 'Bouche de Betizac' 16,2 cm, sledi sorta 'Maraval' z dolžino 12,5 cm. Najkrajši koreninski šop so tvorili bazalni potaknjenci sorte 'Marsol' z dolžino 8 cm. Pri vršnih potaknjencih sorte 'Maraval' je znotraj populacije prišlo do najmanjših odklonov (slika 18).



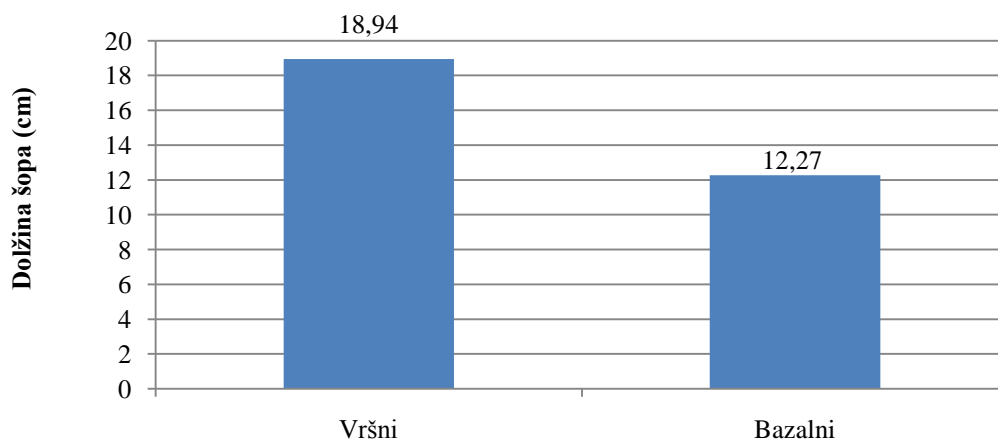
Slika 18: Prikaz dolžine koreninskega šopa (cm), vršnih in bazalnih kostanjevih potaknjencev pri sortah 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.

Med sortami ni bilo velike razlike v dolžini koreninskega šopa. Najdaljši je bil pri sorti 'Bouche de Betizac' 18,35 cm, sorta 'Maraval' je razvila 16,30 cm dolg koreninski šop, najkrajši je bil pri sorti 'Marsol', z dolžino 12,17 cm (slika 19).



Slika 19: Prikaz dolžine koreninskega šopa (cm), glede na sorto kostanja 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol', neodvisno od tipa poganjka. Prikazana so povprečja.

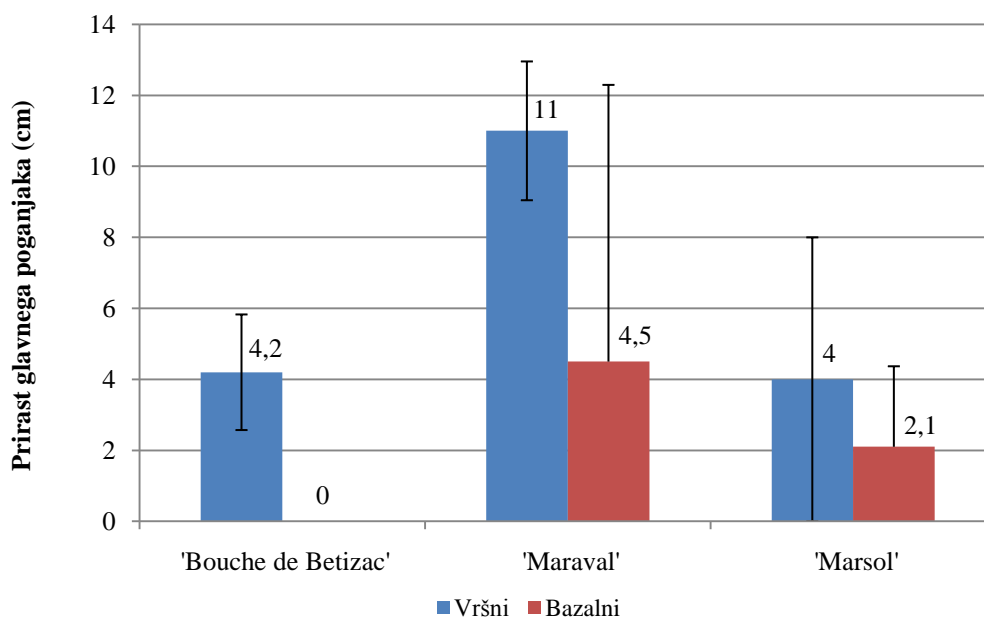
Tip potaknjenca je imel zelo velik vpliv na dolžino koreninskega šopa. V povprečju so vršni potaknjenci z 18,94 cm dolgimi koreninami razvili daljši šop od bazalnih potaknjencev, katerih šop je v povprečju meril 12,27cm (slika 20).



Slika 20: Prikaz dolžine koreninskega šopa (cm), glede na tip potaknjenca vršni in bazalni, neodvisno od sorte. Prikazana so povprečja.

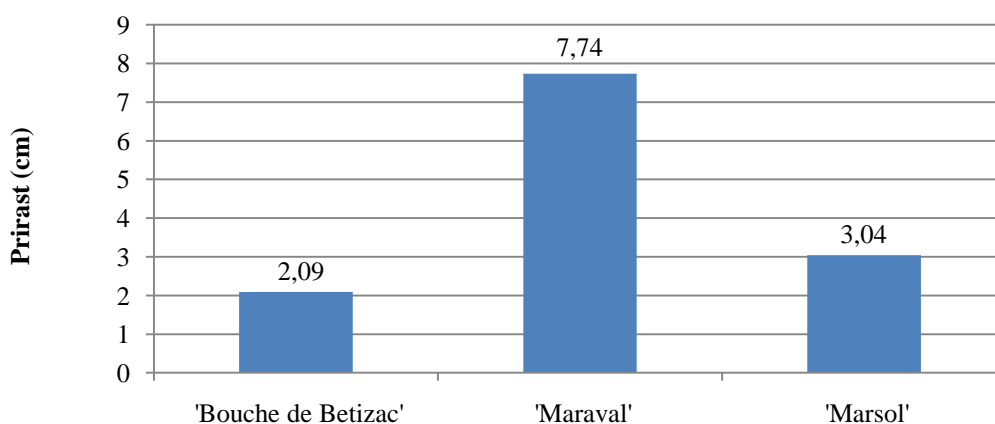
4.7 PRIRAST GLAVNEGA POGANJKA

Največji prirast glavnega poganjka je opaziti pri vršnih potaknjencih. Pri sorti 'Maraval', so ti povprečno zrasli 11 cm, krajše so odgnali potaknjenci sorte 'Bouche de Betizac' 4,2 cm ter potaknjenci sorte 'Marsol' 4 cm. Tudi pri bazalnih potaknjencih so glavni poganjki naredili največji prirast pri sorti 'Maraval', s povprečno dolžino 4,5 cm. Pri sorti 'Marsol' so bili za polovico krajši, merili so 2,1 cm. Sorta 'Bouche de Betizac' pa pri bazalnih potaknjencih ni odgnala glavnega poganjka. Največji standardni odklon se je pojavil pri bazalnih potaknjencih sorte 'Maraval' (slika 21).



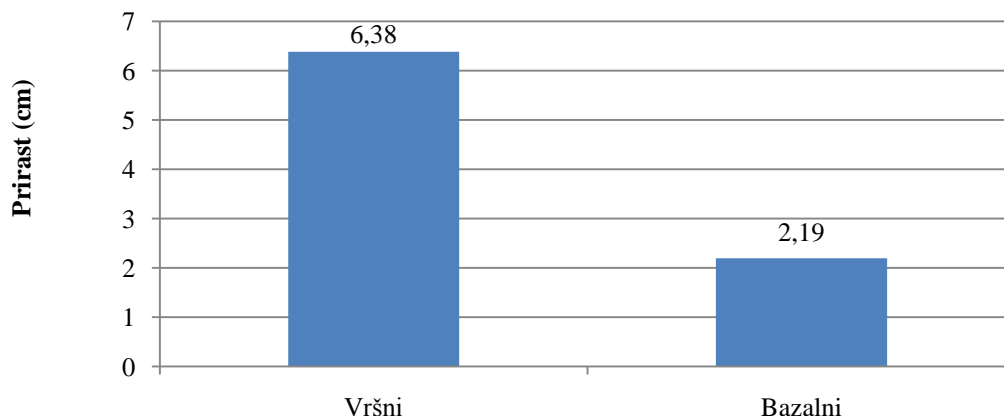
Slika 21: Prikaz prirasta glavnega poganjka (cm), vršnih in bazalnih kostanjevih potaknjencev pri sortah 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s \pm standardno deviacijo, N=26.

Na prirast glavnega poganjka je imela sorta kostanja velik vpliv. Najdaljše glavne poganjke so razvili potaknjenci sorte 'Maraval', s povprečno dolžino 7,74 cm. Pri ostalih dveh sortah je bil prirast veliko krajši. Pri potaknjencih sorte 'Marsol' je bila dolžina odgnanega glavnega poganjka 3,04 cm, pri sorti 'Bouche de Betizac' so poganjki v povprečju merili zgolj 2,09 cm (slika 22).



Slika 22: Prikaz prirasta glavnega poganjka (cm), glede na sorto kostanja 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol', neodvisno od tipa poganjka. Prikazana so povprečja.

Tip potaknjenca je imel velik vpliv na prirast glavnega poganjka. Pri vršnih potaknjencih so le ti v povprečju zrasli za 6,38 cm, pri bazalnih potaknjencih je bil prirast krajši 2,19 cm (slika 23).



Slika 23: Prikaz prirasta glavnega poganjka (cm), glede na tip potaknjenca vršni in bazalni, neodvisno od sorte. Prikazana so povprečja.

4.8 ŠTEVILO STRANSKIH POGANJKOV IN NJIHOVA RAST

Bazalni potaknjenci so razvili stranske poganjke le pri sorti 'Bouche de Betizac'. Povprečno so razvili po 1,5 stranskih poganjkov, z dolžino 6,5 cm. Vršni potaknjenci, so pri isti sorti povprečno razvili 0,7 stranskega poganjka, ki je meril 4,6 cm (preglednica 4).

Preglednica 4: Število stranskih poganjkov (n) ter prirast stranskih poganjkov (cm), vršnih in bazalnih potaknjencev pravega kostanja sort 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja s ± standardno deviacijo, N=26.

Sorta	Tip potaknjenca	Število stranskih poganjkov (n)	Prirast stranskih poganjkov (cm)
'Bouche de Betizac'	vršni	0,7 ± 0,45	4,6 ± 1,62
	bazalni	1,5 ± 0,7	6,5 ± 2,12
'Maraval'	vršni	1,1 ± 0,46	10,3 ± 3,37
	bazalni	0 ± 0	0 ± 0
'Marsol'	vršni	0,6 ± 1,15	2 ± 3,46
	bazalni	0 ± 0	0 ± 0

Če pogledamo po sortah vidimo, da so največ stranskih poganjkov razvili potaknjenci sorte 'Bouche de Betizac' v povprečju po 1,13 poganjka na potaknjencec, z dolžino 5,57 cm (preglednica 5).

Preglednica 5: Število stranskih poganjkov (n) ter prirast stranskih poganjkov (cm), potaknjencev pravega kostanja sort 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Prikazana so povprečja.

Sorta	Število stranskih poganjkov (n)	Prirast stranskih poganjkov (cm)
'Bouche de Betizac'	1,13	5,57
'Maraval'	0,57	5,18
'Marsol'	0,33	1

Iz preglednice 6 je razvidno, da so vršni potaknjenci uspešnejši pri razvoju stranskih poganjkov. Na potaknjenec se je povprečno razvilo 0,86 stranskega poganjka, ki je bil zelo dolg, saj je meril 5,66 cm. Bazalni potaknjenci pa so razvili 0,50 stranskega poganjka na potaknjenec, z dolžino 2,17 cm.

Preglednica 6: Število stranskih poganjkov (n) ter prirast stranskih poganjkov (cm) glede na tip potaknjenca pravega kostanja vršni in bazalni. Prikazana so povprečja.

Tip potaknjenca	Število stranskih poganjkov (n)	Prirast stranskih poganjkov (cm)
Vršni	0,86	5,66
Bazalni	0,50	2,17

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Čeprav gre z vidika razmnoževanja za težavnejšo vrsto, je evropski pravi kostanj (*Castanea sativa* Mill.) možno uspešno razmnoževati z zelenimi potaknjenci. To velja tudi za hibridne sorte med evropskim in japonskim pravim kostanjem, pri čemer je bila v preteklosti že razvita metoda za uspešno razmnoževanje te drevesne vrste z zelenimi potaknjenci (Osterc, 2008; Osterc in sod., 2008). Ugotovili smo, da se pojavljajo velike razlike v uspešnosti razmnoževanja med sortami. Vršni potaknjenci so se večinoma boljše razmnoževali kot bazalni, vendar je vpliv sorte v preteklosti na rezultate močnejši (Osterc in sod., 2004).

V želji po optimizaciji metode smo poskus zasnovali s tremi hibridnimi sortami pravega kostanja 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Zanimal nas je vpliv posameznega dela poganjka (vršni, bazalni) na sposobnost razmnoževanja.

V letih 2001 in 2002 so Osterc in sod. (2004) v poskusu primerjali vršne in bazalne potaknjence sort 'Maraval' in 'Marsol'. V obeh letih so se pokazale velike razlike v uspešnosti koreninjenja obeh sort, a v nobenem letu niso ugotovili bistvene razlike med vršnimi in bazalnimi potaknjenci pri sortah. Pri 'Maraval' so se vršni potaknjenci koreninili z 12 %, bazalni pa z 11 %. Pri 'Marsol' pa ne vršni, ne bazalni niso presegli 2,5 % koreninjenja.

V našem poskusu je tip potaknjenca kazal velik vpliv na uspešnost koreninjenja, saj so se v največjem deležu najboljše koreninili vršni potaknjenci, pri sortah 'Bouche de Betizac' in 'Maraval' z 21,8 %. Bazalni potaknjenci so dali slabše rezultate. Pri sorti 'Maraval' so se koreninili v 11,5 %, pri sorti 'Bouche de Betizac' pa le z 5,7 %. Potaknjenci sorte 'Marsol' so se koreninili najslabše, kjer so bili bazalni potaknjenci s 5,12 % uspešnejši od vršnih potaknjencev (3,8 %).

Številni avtorji navajajo možen pojav velikih razlik pri razmnoževalnih rezultatih med posameznimi kloni pri lesnatih rastlinah (Spethmann, 1997; Osterc, 1998). Spethmann (1997) ugotavlja, da so te razlike še posebno velike v primeru, ko razmere razmnoževanja niso optimalne. V dosedanjih raziskavah so pri poskusih razmnoževanja kostanja s potaknjenci večkrat primerjali koreninjenje sort 'Marsol' in 'Maraval', pri čemer je bilo koreninjenje sorte 'Marsol' težavnejše (Krulc, 2006; Patkanj, 2010). To dejstvo smo ponovno potrdili tudi z našo raziskavo, kjer so se potaknjenci sorte 'Marsol' koreninili daleč najslabše. Tako vršni kot bazalni potaknjenci so se pri sorti 'Marsol' slabo koreninili. Sorta 'Bouche de Betizac' je dala dobre rezultate in je primerljiva s sorto 'Maraval'. Največji delež koreninjenja smo dosegli z njunimi vršnimi potaknjenci. Vzrok res izjemno slabemu koreninjenju potaknjencev sorte 'Marsol', je dodatno predstavljalo verjetno še izjemno vroče vreme v času rezi in priprave potaknjencev, kar je pomenilo za potaknjence dodaten stres.

Osterc in sod. (2004) so ugotovili, da je bil v poskusih z razmnoževanjem kostanja v letih 2001 in 2002 razvoj kalusa močno povezan z tipom potaknjenca. V obeh letih so bazalni

potaknjenci pri obeh sortah tvorili močnejši kalus, kot vršni potaknjenci. Tudi v našem primeru so bazalni potaknjenci pri sortah 'Maraval' in 'Marsol' ob koreninah nekaj močnejše razvijali kalus kot vršni potaknjenci. Pri sorti 'Bouche de Betizac' pa je bilo to močnejše izraženo pri vršnih potaknjencih. Če primerjamo potaknjence, ki so razvili zgolj kalus, je delež celo malce večji pri vršnih potaknjencih. Ti rezultati dokazujejo, da je pravi kostanj, kar se tiče razvoja korenin, izrazito težavna vrsta in potaknjenci vedno razvijejo več kalusa (Osterc in Rusjan, 2013).

Dosedanji poskusi s potaknjenci s sorto 'Marsol' kažejo, da ti potaknjenci razvijejo najmočnejše bazalni koreninski sistem (Krulc, 2006; Kanduš, 2007; Patkanj, 2010), medtem ko so se potaknjenci sorte 'Maraval' koreninili tudi akrobazalno. Tudi v našem poskusu, je bil delež potaknjencev z bazalnim načinom razvoja korenin pri sorti 'Marsol' precej večji kot z akrobazalnim načinom koreninjenja. Zanimivi so rezultati pri sorti 'Bouche de Betizac', pri kateri se je bazalno ukoreninilo 32,54 % potaknjencev, akrobazalno pa kar 67,46 %. Ta sorta je očitno tudi nagnjena k akrobazalnemu načinu razvoja korenin.

Zanimivi so tudi rezultati, ki smo jih pridobili s posameznim tipom potaknjenca. Vršni potaknjenci sorte 'Maraval' so se boljše koreninili akrobazalno 77,1 %, bazalno pa v 22,2 %. Sorta 'Bouche de Betizac' se je obnašala drugače, saj so se vršni potaknjenci, bazalno koreninili v 65 %, akrobazalno je razvilo korenine 35 % ukoreninjenih potaknjencev. Vsi Bazalni potaknjenci (100 %) sorte 'Bouche de Betizac' so razvili le akrobazalni koreninski sistem. Vršni in bazalni potaknjenci sorte 'Marsol' so se bazalno koreninili v 66,6 % in akrobazalno pa v 33,3 %.

Spethmann (1997) trdi, da se slabši rezultati koreninjenja odražajo tudi v manjšem številu in krajših glavnih koreninah. Pri mnogih lesnatih rastlinah daje prednost terminalnim potaknjencem, hkrati pa opozarja, da v nekaterih primerih lahko dosežemo boljše rezultate tudi z bazalnimi potaknjenci.

Podobno tudi Osterc in sod. (2004) v svoji raziskavi v letih 2001 in 2002 pridejo do ugotovitev, da se razlike med sortama, ki se kažejo pri rezultatih koreninjenja, odražajo tudi pri rezultatih števila glavnih korenin in dolžine koreninskega šopa. Leta 2001 so potaknjenci sorte 'Maraval' razvili razmeroma dolge glavne korenine, pri čemer so bazalni potaknjenci razvili krajše (11 cm) kot vršni (33 cm). Leta 2002 so potaknjenci pri sorti 'Maraval' razvili več glavnih korenin kot potaknjenci pri sorti 'Marsol'.

Krulc (2006) je poročala, da so potaknjenci pri sorti 'Marsol' razvili 0,5 korenine, dolge 3,3 cm, pri sorti 'Maraval' pa 2,8 korenin z dolžino 8,2 cm.

Patkanj (2010) pride do drugačnih ugotovitev, saj potaknjenci sorte 'Marsol' v njeni raziskavi razvijejo več korenin na potaknjencec; v povprečju 6,2 korenin, ki so merile 15,7 cm. Pri sorti 'Maraval' je zasledila manj korenin (4,1) dolgih (14,4cm).

Potaknjenci pri sorti 'Maraval' so tudi v našem poskusu razvili največ korenin, 7,53 na potaknjencec, z dolžino 16,30 cm. Po številu korenin (4,8) na potaknjencec, sledi sorta 'Marsol', a je njen koreninski šop z 12,17 cm najkrajši. Najmanj glavnih korenin so razvili

potaknjenci pri sorti 'Bouche de Betizac' (3,4) vendar so bile te z dolžino 18,35 cm tudi najdaljše.

Glede na tip potaknjenca so v našem poskusu boljše rezultate izkazovali vršni potaknjenci, ki so se tudi najbolj ukoreninili. Ne glede na sorto so v povprečju razvili 7,5 korenin z dolžino 18,94 cm na potaknjencec. Bazalni potaknjenci so razvili samo po 2,96 korenin, dolgih 12,27 cm. Sorta je imela veliko vpliv pri nastanku števila korenin, ne pa tudi v povezavi z njihovo dolžino, saj se povprečne dolžine pri sortah razlikujejo za 6 cm.

V naši raziskavi je največji prirast nadzemnih delov imela sorta 'Maraval' ki se je tudi najbolj ukoreninila. Sorta 'Marsol' je imela najšibkejšo rast in se je tudi najslabše ukoreninila. Vršni potaknjenci pri vseh sortah so bili dosti uspešnejši pri prirastu glavnega poganjka. Pri sortah 'Maraval' in 'Marsol' so imeli vršni potaknjenci tudi večji prirast stranskih poganjkov. Bazalni potaknjenci pri sortah 'Maraval' in 'Marsol' stranskih poganjkov niso razvili, so pa odgnali glavnega, ki je bil krajši. S tem ti rezultati potrjujejo druge raziskave, da se uspeh ukoreninjenja odraža tudi na razvoju nadzemnih delov potaknjenca (Spethmann, 1997; Osterc in sod., 2004). Sorta 'Bouche de Betizac' se je, tako kot že večkrat v naši raziskavi, obnašala drugače. Prirast glavnega poganjka je bil pri vršnih potaknjencih čisto primerljiv s sorto 'Marsol', vendar pa so se prav ti potaknjenci ukoreninili najboljše oz. so se ukoreninili v enakem deležu kot vršni potaknjenci sorte 'Maraval'.

Sistem meglenja se je izkazal kot dobra metoda pri razmnoževanju pravega kostanja, saj smo dokaj uspešno razmnožili predvsem vršne potaknjence sort 'Bouche de Betizac' in 'Maraval'. Kot v vseh dosedanjih raziskavah, je sorta 'Marsol' dala slabe rezultate.

Morda bi dosegli boljše rezultate ukoreninjenja, če bi bile temperature v razmnoževalni sezoni manjše, še posebej problematičen je bil izredno vroč dan, ko smo potaknjence pripravljali in potikali v substrat. Upoštevati je treba dejstvo, da je bilo poletje 2015 izredno vroče in da so se temperature junija in avgusta večkrat povzpele čez 30 °C nekajkrat celo čez 35 °C. Dobro bi bilo, da bi podobno zasnovane poskuse delali tudi v prihodnje. Na ta način bi lahko dejansko ugotovili vplive posameznega leta na rezultate. Ker je variacijska vrednost znotraj parcel izredno velika, bi bilo dobro premisliti, da bi prihodnje poskuse zasnovali z več ponovitvami in z manjšim številom potaknjencev znotraj ene ponovitve. V analize bi bilo potrebno vključiti tudi parametre kot sta nadaljnja rast potaknjencev in prezimitev prve zime. Tako bi našli optimalne razmere za razmnoževanje pravega kostanja s zelenimi potaknjenci. Ti bi nam lahko boljše pojasnili, zakaj je kostanj tako problematična vrsta za ukoreninjenje in zakaj pri ukoreninjenju prihaja do velikih razlik. Bolj optimizirana metoda bi nam dala bolj izenačene rezultate. Vse to bi se odražalo pri lažjem in boljšem načrtovanju drevosničarske proizvodnje.

5.2 SKLEPI

Kot smo predvidevali, glede na rezultate razmnoževanja z zelenimi potaknjenci pri drugih rastlinskih vrstah, ima posamezni del poganjka (vršni, bazalni) pomemben vpliv tudi pri razmnoževanju pravega kostanja (*Castanea* sp.).

Z raziskavo smo ugotovili:

Vršni potaknjenci sort 'Bouche de Betizac' in 'Maraval' so se najboljše koreninili, pri sorti 'Marsol' pa so se nekoliko boljše koreninili bazalni potaknjenci. Bazalni potaknjenci sorte 'Maraval' niso razvili potaknjencev, ki so tvorili samo kalus, pri sorti 'Bouche de Betizac' pa so razvili največ potaknjencev s kalusom. Bazalni potaknjenci sorte 'Marsol' so razvili največji delež ukoreninjenih potaknjencev s kalusom, pri sorti 'Maraval' pa najmanjšega. Vršni potaknjenci so se s kalusom najboljše ukoreninili pri sorti 'Bouche de Betizac', pri sorti 'Maraval' pa najslabše. Vsi bazalni potaknjenci sorte 'Bouche de Betizac' so razvili akrobazalni koreninski sistem, pri sorti 'Maraval' pa so bazalni potaknjenci v največjem deležu razvili bazalni koreninski sistem.

Vršni potaknjenci so pri vseh sortah tvorili več korenin in daljši koreninski šop kot bazalni potaknjenci. Vršni potaknjenci imajo pri vseh treh sortah tudi večji prirast glavnega poganjka. Pri sorti 'Maraval' so odgnali najdaljši glavni poganjek. Bazalni potaknjenci sorte 'Bouche de Betizac' v rastni sezoni glavnega poganjka sploh niso odgnali. Prirast stranskih poganjkov in njihovo število je bilo večje pri vršnih potaknjencih v primerjavi z bazalnimi potaknjenci pri sortah 'Maraval' in 'Marsol'. Pri sorti 'Bouche de Betizac' so bili pri številu in dolžini stranskih poganjkov uspešnejši bazalni potaknjenci.

Močan vpliv na razmnoževalne rezultate je, tako kot smo tudi domnevali z našo hipotezo, imela tudi sorta pravega kostanja:

Najuspešnejše so se koreninili potaknjenci sorte 'Maraval'. Najmočnejši razvoj kalusa smo opazili pri potaknjencih sorte 'Bouche de Betizac'. Potaknjenci sorte 'Maraval' so se v najnižjem deležu koreninili s kalusom. Potaknjenci sorte 'Marsol' so razvili koreninski sistem večinoma bazalno, potaknjenci sorte 'Bouche de Betizac' pa večinoma akrobazalno. Največ korenin so razvili potaknjenci sorte 'Maraval'. Prirast glavnega poganjka je bil največji pri potaknjencih sorte 'Maraval'. Število in prirast stranskih poganjkov je bilo najmočnejše pri potaknjencih sorte 'Bouche de Betizac'.

6 POVZETEK

Z vidika razmnoževanja je pravi kostanj (*Castanea* sp.) ena izmed najbolj zahtevnih rastlinskih vrst. Pri metodah razmnoževanja s semenom in cepljenjem prihaja do velikih težav, nekompatibilnosti cepiča s podlago, slabim zaraščanjem po cepljenju in možnostjo okužbe dreves s kostanjevim rakom preko cepilnega mesta. Da bi se izognili težavam, iščemo alternativne metode. V zadnjih letih se je za dobro izkazala metoda razmnoževanja z zelenimi potaknjenci v rastlinjakih s sistemom meglenjem (fog – system). Na ta način lahko na relativno majhnem prostoru iz omejene količine matičnega materiala pridelamo veliko število novih rastlin. Cene tako pridelanih sadik so zaradi krajše proizvodnje nižje, večja je izenačenost sadilnega materiala. Za namen izboljšanja metode smo v okviru diplomskega dela izvedli poskus. Želeli smo proučiti vpliv posameznega dela poganjka oziroma tipa potaknjenca na razmnoževanje.

01. 07. 2015 smo na Biotehniški fakulteti v Ljubljani v rastlinjaku s sistemom meglena zasnovali dvofaktorski poskus. Potikali smo vršne in bazalne potaknjence treh hibridnih sort pravega kostanja in sicer 'Bouche de Betizac', 'Maraval' in 'Marsol'. Dolžina potaknjencev ob potiku je bila 12 cm. Poskus je bil zastavljen s tremi ponovitvami na osemnajstih parcelah.

Najbolje so se koreninili vršni potaknjenci sort 'Bouche de Betizac' in 'Maraval' (21,8 %). V enakem deležu 5,1 % so razvili tudi samo kalus, ki pa je bil najmočnejše prisoten pri bazalnih potaknjencih sorte 'Bouche de Betizac' (5,7 %).

Največ bazalno razvitih korenin so imeli bazalni potaknjenci sorte 'Maraval' (88,8 %), vršni potaknjenci sort 'Bouche de Betizac' in 'Marsol' imajo skoraj enak delež tako razvitih korenin (66 %). Akrobazalni koreninski sistem so v največjem deležu razvili vršni potaknjenci sorte 'Maraval' (77,1 %) ter bazalni potaknjenci sorte 'Bouche de Betizac' 100 %.

Največ korenin s kalusom so razvili bazalni potaknjenci sorte 'Marsol' (100 %) in vršni potaknjenci sorte 'Bouche de Betizac' (95,2 %). Koreninjenje brez kalusa je najbolj uspešno pri vršnih (60 %) in bazalnih (33,3 %) sorte 'Maraval'.

Vršni potaknjenci so odgnali največ glavnih korenin in tvorili tudi najdaljši koreninski šop. Največ korenin so tvorili pri sorti 'Maraval' povprečno 10,7 na potaknjencec. Najdaljše korenine z 20,4 cm pa so naredili pri sorti 'Bouche de Betizac'.

Največji prirast glavnega poganjka so naredili vršni potaknjenci. Najdaljšega sorta 'Maraval' in sicer 11 cm.

Bazalni potaknjenci sorte 'Bouche de Betizac' so v povprečju odgnali največ stranskih poganjkov 1,5 na potaknjencec z dolžino 6,5 cm.

7 VIRI

- Davis T. D., Haissig B. E., Sankhla N. 1988. Adventitious root forming in cutting. Vol.2. Portland, Oregon, Discorides Press: 315 str.
- Eleršek L., Jurc D., Grzin J. 1987. Vegetativno razmnoževanje pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill). Gozdarski vestnik, 45: 72-76
- Godec B., Hudina M., Usenik V., Fajt N., Koron D., Solar A., Ambrožič T. B., Vesel V., Vrhovnik I., Kodrič I. 2011. Sadni izbor za Slovenijo 2010. Ljubljana, Orbis: 215 str.
- Gutman B. 2003. Vpliv različnih substratov na vznik in razvoj sadik nekaterih okrasnih enoletnic . Diplomsko delo. Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 88 str.
- Hartmann H. T., Kester D. E., Davies F. T., Geneve L. R. 1997. Plant propagation principles and practices. 6. Izdaja, New Jersey, US., Upper Saddle River, Prentice hall: 700 str.
- Kanduš J. 2007. Pomen pH-vrednosti substrata za uspešno razmnoževanje zelenih potaknjencev pri kostanju (*Castanea* sp.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 37 str.
- Kotar M., Brus R. 1999. Naše drevesne vrste. Ljubljana, Slovenska matica: 320 str.
- Krulc K. 2006. Problematika stresa v fazi koreninjenja zelenih potaknjencev pravega kostanja (*Castanea* sp.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 42 str.
- Naše okolje. 2015. Agencija RS za okolje.
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/NA%20OKOLJE%20-%20Avgust%202015.pdf> (12.12.2015).
- Mac Cartaigh D., Spethmann W. 2000. Krüssmanns Gehölzvermehrung. Berlin, Parey Buchverlag: 441 str.
- Osterc G. 2001. Fenomen fiziološkega staranja lesnatih rastlin kot dejavnik razmnoževanja s potaknjenci. Sodobno kmetijstvo, 34: 430-434
- Osterc G. 2004. Pomen mikrorazmnoževanja pri masovnem razmnoževanju lesnatih (sadnih) rastlin: Vodilna metoda drevesničarske proizvodnje v prihodnje? V: Zbornik referatov 1. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško 24.-26. marec. 2004. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 593-599
- Osterc G. 2008. Pomen dolgih potaknjencev pri proizvodnji kostanjevih sadik. V: Zbornik referatov 2. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško 31. Januar – 2. Februar. 2008. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 335- 349

- Osterc G., Štefančič M., Solar A., Štampar F. 2008. Stecklingsvermehrung der Esskastanie (*Castanea* sp.): Realität der Utopie? Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 180: 89-93
- Osterc G., Rusjan D. 2013. Drevesničarstvo in trsničarstvo : Gojenje lesnatih rastlin in trsnih cepljenk. Ljubljana, Kmečki glas: 112
- Osterc G., Trobec M., Solar A., Štampar F. 2004. Možnost razmnoževanja pravega kostanja s potaknjenci. V: Zbornik referatov 1. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško 24-26. marec. 2004. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 331-336
- Osterc G., Spethmann W. 1998. Kirschen- und Apfelunterlagen durch Stecklinge vermehren? Deutsche Baumschule, 10: 18-21
- Osterc G., Štefančič M., Solar A., Štampar F. 2007a. Potential involvement of flavonoids in the rooting response of chestnut hybrid (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*) clones. Australian Journal of Experimental Agriculture, 47: 96-109
- Osterc G., Štefančič M., Solar A., Štampar F. 2007b. The effect of severance date on rooting ability of chestnut cuttings and associated changes in phenolic content during adventitious root formation. Phytion Annales Rei Botanicae, 46: 285-294
- Patkanj J. 2010. Vpliv različne sestave substrata na koreninjenje in rast zelenih potaknjencev pri kostanju (*Castanea* sp.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 30 str.
- Rekordno topel julij 2015. 2015. ARSO, Državna meteorološka služba.
<http://www.arso.gov.si/novice/datoteke/034324-Splet%20rekordno-topel-julij2015.pdf>
(12.12.2015).
- Smole J., Črnko J. 2000. Razmnoževanje sadnih rastlin. Ljubljana, Kmečki glas: 141 str.
- Spethmann W. 1997. Avtovegetative Gehölzvermehrung. V: Die Baumschule, Krüssmann G. (UR.). Berlin, Parey Verlag: 382-449
- Šiftar A. 1992. In vitro growth rejuvenilized shoots from plants taken with grafting on the germinated seeds of chestnuts. Acta Horticulture, 300: 141-143
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2014. Sadjarstvo. 3. dopolnjena izdaja. Ljubljana, Kmečki glas: 415 str.
- Trobec M., Osterc G. 2004. Vloga razmnoževanja s potaknjenci pri razmnoževanju sadnih rastlin. V: Zbornik referatov 1. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško 24.-26. marec. 2004. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 695-700

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Gregorju Ostercu za mentorstvo in strokovno pomoč pri izvedbi poskusa, ter za vse napotke in nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi domačim za podporo in razumevanje.

Priloga A

Razpored parcel

Številka parcele	Hibrid	Tip potaknjenca	Številka ponovitve
1	'Bouche de Betizac'	vršni	1
2	'Marsol'	vršni	2
3	'Maraval'	bazalni	3
4	'Bouche de Betizac'	bazalni	1
5	'Maraval'	vršni	3
6	'Marsol'	vršni	1
7	'Bouche de Betizac'	bazalni	2
8	'Marsol'	vršni	3
9	'Bouche de Betizac'	bazalni	3
10	'Maraval'	bazalni	1
11	'Marsol'	bazalni	1
12	'Bouche de Betizac'	vršni	2
13	'Maraval'	vršni	2
14	'Maraval'	bazalni	2
15	'Marsol'	bazalni	2
16	'Marsol'	bazalni	3
17	'Maraval'	vršni	1
18	'Bouche de Betizac'	vršni	3