

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Jošt KANDUS

**POMEN pH-VREDNOSTI SUBSTRATA ZA USPEŠNO
RAZMNOŽEVANJE ZELENIH POTAKNJENCEV
PRI KOSTANJU (*Castanea* sp.)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Jošt KANDUS

**POMEN pH-VREDNOSTI SUBSTRATA ZA USPEŠNO
RAZMNOŽEVANJE ZELENIH POTAKNJENCEV PRI KOSTANJU
(*Castanea sp.*)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE IMPACT OF THE pH-VALUE OF THE ROOT INITIATION
MEDIUM IN CHESTNUT (*Castanea sp.*) PROPAGATION WITH
CUTTINGS**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za sadjarstvo, Oddelka za agronomijo, Biotehniške fakultete in v plastenjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomske naloge imenovala doc. dr. Gregorja OSTERCA.

Komisija za oceno in zagovor:

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

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

Član: prof. dr. Franci ŠTAMPAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

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

Jošt KANDUS

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 634.53:631.535:631.415.2(043.2)
KG sadjarstvo / pravi kostanj / zeleni potaknjenci / koreninjenje / meglenje / pH-vrednost substrata
KK AGRIS F02
AV KANDUS, Jošt
SA OSTERC, Gregor (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2007
IN POMEN pH-VREDNOSTI SUBSTRATA ZA USPEŠNO RAZMNOŽEVANJE ZELENIH POTAKNJENCEV PRI KOSTANJU (*Castanea* sp.)
TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP XI, 37, [3] str., 11 pregl., 16 sl., 2 pril., 19 vir.
IJ sl
JI sl / en
AL V letu 2005 smo v plastenjaku Biotehniške fakultete proučevali vpliv pH-vrednosti substrata na ukoreninjenje potaknjencev evropskega pravega kostanja (*Castanea* sp.). Poskus smo zastavili kot dvofaktorski s tremi ponovitvami pri sorti 'Marsol' (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*). Poskusna faktorja sta bila pH-vrednost substrata ter dolžina potaknjencev ob potiku (15 cm in 50 cm). Terminalne potaknjence smo potikali v substrat (šota : pesek = 3 : 1) z dodatkom 2,0 g/l počasi delujočega gnojila Osmocote 3-4 M (16+11+11+3). Potikali smo enoletne potaknjence, rezane na sedem let starih matičnih rastlinah. Tretirali smo jih s hormonsko mešanico 0,5 % indol-3-maslene kisline (IBA). Meritve pH-vrednosti substrata smo opravljali s pH-metrom, v začetku na dva, kasneje na tri tedne. Uspešnost razmnoževanja smo ocenjevali oziroma merili na koncu rastle sezone. Najuspešneje so se koreninili kratki potaknjenci pri manjši pH-vrednosti. Ukoreninilo se je 25 % potaknjencev pri pH-vrednosti 3 in 4. Nasprotno so se dolgi potaknjenci najboljše koreninili pri večji pH-vrednosti: teh je bilo več kot 13 %. Med kratkimi potaknjenci je bilo na vsaki parceli več kot 10 % propadlih, medtem ko je bil pri dolgih potaknjencih večji odstotek propadlih le pri največji pH-vrednosti. Pri dolgih potaknjencih je bilo 20 % takšnih, ki so tvorili kalus, pri kratkih pa je bilo takšnih manj kot odstotek. Pri dolžini glavnega poganjka pravega prirasta ni bilo, ker je vrhnji poganjek večinoma propadel, tako da se je rast nadaljevala iz nižjega brsta. Pri jemanju vzorcev substrata smo v rastni sezoni ugotovili povečanje pH-vrednosti substrata.

KEY WORDS DOCUMENTATION

N Dn
DC UDC 634.53:631.535:631.415.2(043.2)
CX fruit-growing / chestnut / leafy cuttings / rooting / fog system / soil acidity / substrates growth
CC AGRIS F02
AU KANDUS, Jošt
AA OSTERC, Gregor (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2007
TI THE IMPACT OF THE pH-VALUE OF THE ROOT INITIATION MEDIUM IN CHESTNUT PROPAGATION WITH CUTTINGS
DT Graduation thesis (University studies)
NO XI, 37, [3] p., 11 tab., 16 fig., 2 ann., 19 ref.
LA sl
AL sl / en
AB In the year 2005, the effect of the pH-value of the rooting substrate on rooting of chestnut (*Castanea* sp.) leafy cuttings was studied in the plastic house of the Biotechnical Faculty. In a two-factor experiment (pH-value of the substrate and the length of the cuttings), with three replicates, the cultivar 'Marsol' (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*) was used. Initially the lengths of the cuttings were 15 cm and 50 cm. Terminal cuttings were inserted into a peat/sand substrate (3:1) with 2.0 g/l slow release fertilizer Osmocote 3-4 M (16+11+11+3). We used leafy cuttings, taken from seven years-old stock plants which were treated with 0.5 % indol-3-butyric acid (IBA) hormone mixture before putting into the substrate. The pH-values of the substrate were measured by means of a pH-measuring each two weeks and later each three weeks. The rooting was assessed at the end of the propagation season. The highest rooting success in short cuttings was observed at the pH-value 3 and 4 (25 %), while longer cuttings reached higher percentage of rooting at higher pH-values (more than 13 %). Among the short cuttings more than 10 % of the cuttings did not survive and less than 1 % formed callus. Longer cuttings showed better survival after rooting and 20 % formed callus. There was no growth of the main shoot, because its top deteriorated, so the growth continued from the lower bud. Regarding the pH-level, we found that the levels increased during the season.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	X
Seznam okrajšav	XI
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 NAMEN RAZISKAVE	2
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	2
2 PREGLED DOSEDANJIH OBJAV	3
2.1 IZVOR IN BOTANIČNE ZNAČILNOSTI KOSTANJA	3
2.2 RAZMNOŽEVANJE KOSTANJA	3
2.2.1 Razmnoževanje s potaknjenci	4
2.2.1.1 Razmnoževanje s potaknjenci pri različnih drevesnih vrstah	5
2.2.1.2 Razmnoževanje s potaknjenci pri kostanju	5
2.3 POMEN SUBSTRATA	6
2.3.1 Gnojenje substrata	6
2.3.2 pH-vrednost substrata	6
2.4 RASTNI REGULATORJI PRI KORENINJENJU POTAKNJENCEV	7
2.5 SISTEM OROŠEVANJA	8
2.6 TVORBA KALUSA	8
3 MATERIAL IN METODE	10
3.1 RASTLINSKI MATERIAL	10
3.2 METODE DELA	10
3.2.1 Zasnova poskusa	10
3.2.2 Matični material in priprava potaknjencev	10
3.2.3 Rastne razmere	11

3.3	MERITVE IN VREDNOTENJE REZULTATOV	12
3.3.1	Meritve	12
3.4	STATISTIČNA ANALIZA.....	18
4	REZULTATI	19
4.1	RAZMNOŽEVALNI REZULTATI	19
4.2	REZULTATI SPREMLJANJA pH-VREDNOSTI SUBSTRATA.....	30
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	31
5.1	RAZPRAVA.....	31
5.2	SKLEPI.....	34
6	POVZETEK	35
7	VIRI	36

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Pregl. 1: Deleži ukoreninjenih potaknjencev, ki so preživelih. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	19
Pregl. 2: Deleži potaknjencev z bazalno oziroma akrobazalno tvorbo korenin. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	20
Pregl. 3: Deleži ukoreninjenih potaknjencev s kalusom. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	21
Pregl. 4: Premer kalusa pri potaknjencih, ki so razvili tudi korenine. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	22
Pregl. 5: Deleži preživelih potaknjencev, pri katerih se je razvil le kalus. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	23
Pregl. 6: Premer kalusa pri potaknjencih, ki niso razvili korenin. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	24
Pregl. 7: Deleži ukoreninjenih potaknjencev, ki so propadli. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	25
Pregl. 8: Število glavnih korenin na kostanjev potaknjencev glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	26
Pregl. 9: Dolžina koreninskega šopa na kostanjev potaknjencev glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	27
Pregl. 10: Dolžina glavnega poganjka pri potaknjencih kostanja glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	28
Pregl. 11: Premer debla pri potaknjencih kostanja glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	29

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Tvorba kalusa na potaknjencu.	9
Slika 2: Kratki potaknjenci po potiku.	11
Slika 3: Preživel, ukoreninjen potaknjeneec.	15
Slika 4: Bonitetna shema za določanje stopnje koreninjenja (Mac Cartagh in Spethmann, 2000).	17
Slika 5: Delež preživelih ukoreninjenih potaknjencev kostanja, glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	19
Slika 6: Delež bazalno in akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev kostanja glede na različni dolžini potaknjencev. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	20
Slika 7: Delež ukoreninjenih potaknjencev kostanja s kalusom glede na različne dolžine potaknjencev. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	21
Slika 8: Premer kalusa pri kostanjevih potaknjencih glede na različni dolžini potaknjencev. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	22
Slika 9: Delež potaknjencev kostanja, pri katerih se je razvil le kalus glede na dolžino. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	23
Slika 10: Premer kalusa pri potaknjencih kostanja, ki niso razvili korenin glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	24
Slika 11: Delež ukoreninjenih, a propadlih potaknjencev kostanja glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	25
Slika 12: Število glavnih korenin na kostanjev potaknjeneec glede na različni dolžini potaknjencev. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	26
Slika 13: Dolžina koreninskega šopa pri potaknjencih kostanja glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	27

Slika 14	Dolžina glavnega poganjka pri potaknjencih kostanja glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	28
Slika 15	Premer debla potaknjencev kostanja glede na različni dolžini potaknjencev. Prikazana so povprečja \pm standardna napaka, N=30.	29
Slika 16	Gibanje pH-vrednosti substrata glede na datum jemanja vzorca v odvisnosti od dolžine potaknjencev ter pH-vrednosti substrata.	30

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Razpored parcel
- Priloga B: Prikaz bonitetne sheme

SEZNAM OKRAJŠAV

OKRAJŠAVA	POMEN
IBA	indol-3-maslena kislina
IAA	indol-3-očetna kislina
oz.	oziroma
sod.	sodelavci
pregl.	preglednica
inter.	interakcija
ANOVA	analiza variance
cm	centimeter
mm	milimeter
µm	mikrometer
mmol	milimol
µmol	mikromol

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Kostanj je ena tistih sadnih vrst, ki je zaradi bolezni, predvsem kostanjevega raka (*Cryphonectria parasitica* (Murrill) Barr), v drugi polovici 20. stoletja vse bolj odmirala. Kmalu je to postal resen problem v državah, v katerih je kostanj najbolj razširjen, denimo v Italiji, Franciji in Nemčiji. Že v zgodovini je veljal pravi kostanj za zelo pomemben vir prehrane, uporabljali pa so ga tudi v druge namene. Tudi današnji strokovnjaki opozarjajo na velik gospodarski pomen te rastline, pa naj gre za prehrano, les ali druge oblike uporabe. Zato ni čudno, da ga tako v svetu kot pri nas poskušamo ponovno saditi v večji meri. Ker uvrščamo kostanj, tako kot tudi ostale vrste iz družine bukovk (*Fagaceae*), med problematične oziroma zahtevne rastlinske rodove za razmnoževanje, potekajo po svetu številne raziskave.

Razmnoževanje je ključna dejavnost drevesničarstva. Uspešna razmnoževalna metoda je tista, pri kateri dobimo čim več kakovostnih novih sadik. Pri konvencionalnem načinu razmnoževanja dobimo na enoto pridelovalne površine razmeroma majhno število novih rastlin. V zadnjih letih se povečuje delež poskusov razmnoževanja z mikropotaknjenci, kjer je največji problem dolgotrajno gojenje rastlin – te potrebujejo veliko časa, da primerno zrastejo za prodajo – zato bi metoda razmnoževanja s potaknjenci s primernimi izboljšavami lahko postala tržno zanimivejša.

Razmnoževanje kostanja s potaknjenci obeta veliko, saj je cepljenje po obstoječi metodi problematično. Obstaja namreč nevarnost, da preko cepilne rane kostanjev rak okuži drevo. Z razmnoževanjem dreves na lastnih koreninah bi zmanjšali možnost okužbe kostanja s to glivično boleznijo. Prednost takšne metode razmnoževanja je tudi v obnovitvi sadike ob morebitni pozebi, saj se s tem ohrani sorta. Poleg tega smo v zadnjih letih priča vse pogostejšim pojavom inkompatibilnosti med podlago in cepičem, tudi v primerih, ko sta oba, tako podlaga kakor cepič, križanca istih izvornih vrst.

Uspeh razmnoževalne metode je odvisen od številnih faktorjev. Pred leti razmnoževanje z zelenimi potaknjenci ni bilo perspektivno, z optimiranjem sistema gojenja pa je ta metoda vedno bolj primerna. Na področju poznavanja osnovnih fizioloških zakonitosti lesnatih rastlin je veliko novih spoznanj, prav tako pa je napredovala tehnika oroševanja.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Zadnja leta se krepi znanje o pomenu pH-vrednosti substrata za ukoreninjenje potaknjencev. Raziskave s številnimi lesnatimi vrstami kažejo, da je koreninjenje potaknjencev boljše v kislem območju. Namen pričujoče raziskave je bil proučiti vpliv pH-vrednosti substrata na uspešnost ukoreninjenja ter rast in razvoj potaknjencev pri kostanjski sorti 'Marsol' (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*). V poskus smo vključili različno dolge potaknjence. Proučevali smo tudi rast in razvoj potaknjencev v razmnoževalni sezoni, saj je osnovni cilj vzgoja čim večjega števila kakovostnih sadik. Zanimal nas je tudi možen medsebojen vpliv pH-vrednosti substrata in dolžine potaknjencev ob potiku.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Pričakujemo, da bodo pri pravem kostanju rezultati koreninjenja boljši pri manjših pH-vrednostih substrata (kislo območje) in da se bodo uspešneje ukoreninili krajši potaknjenci.

2 PREGLED DOSEDANJIH OBJAV

2.1 IZVOR IN BOTANIČNE ZNAČILNOSTI KOSTANJA

Evropski pravi kostanj (*Castanea sativa* Mill.) izvira iz predelov okrog Sredozemskega morja, v preteklosti se je razširil skoraj po vsej Evropi, do južne Skandinavije. Najbolje uspeva na blago nagnjenih in dobro osvetljenih južnih legah, ne prenaša močnih vetrov. Ne prenese visoke podtalnice in stalno mokrih tal, čeprav je velik porabnik vode. Lastnosti tal pomembno vplivajo na gojenje kostanja. Ustrezajo mu globoka strukturna in kislata tla s pH-vrednostjo med 4,0 in 6,0. Najprimernejša tla so nekarbonatna, ilovnato-peščena, na skrivalcih in flišu. Kostanj ne prenese kalcija (Štampar in sod., 2005).

Pridelava je večinoma še vedno tradicionalna (pobiranje plodov po gozdovih), vendar se počasi večja delež monokulturnih nasadov. Pri nas še nimamo uveljavljenih domačih sort, najbolj so razširjeni različni avtohtoni tipi, sejanci. Začela se je načrtna selekcija, pri čemer ni smiselno uvajanje neznanih tujih sort, ker je znano, da se kostanj slabše prilagaja pri prenašanju iz enega ravnega okolja v drugo. Preizkušanje tujih sort v naših krajih potrjuje razlike v primernosti gojenja nekaterih sort v našem okolju (Solar, 2004).

2.2 RAZMNOŽEVANJE KOSTANJA

Neposredno vegetativno (avtovegetativno) razmnoževanje ohranja enak genotip, na razlike med rastlinami vpliva le fenotip. Kloniranje, kakor tudi lahko imenujemo vegetativno razmnoževanje, vpliva na precejšnjo izenačenost gojenih rastlin, kar je zelo pomembno za drevesničarje. Vegetativno razmnoževanje se uporablja, kadar generativno ni mogoče. Dodajanje hormona ne povečuje le deleža ukoreninjenja, marveč tudi kakovost koreninskega sistema. Juvenilnost matične rastline je pomembnejša pri rastlinah, ki se težko razmnožujejo z metodo potaknjencev. Pomembna je tudi vitalnost matičnih rastlin, razmere za rast ter oskrba rastlin. Pri večjem matičnem drevesu je zaradi vpliva topofize toliko bolj pomembno mesto rezi potaknjencev. Zelo pomemben pa je tudi pravi čas rezi (Mac Cartaigh in Spethmann, 2000).

Med vegetativnimi načini razmnoževanja še vedno prevladuje cepljenje, kjer obstaja možnost okužbe z glivo kostanjevega raka, ki lahko prodre skozi odprte rane, če cepilna zveza med podlago in žlahtnim delom ni dobro zraščena. Edina prava alternativa obstoječi metodi je razmnoževanje s potaknjenci. Uspeh razmnoževanja je odvisen od številnih dejavnikov. Metoda je zanimiva predvsem zato, ker sadika raste na lastnih koreninah in zato nima spojnega mesta med cepičem in podlago, preko katerega bi lahko prišlo do okužbe. Prednost je tudi možnost regeneracije sadike iz korenin ob morebitni pezebi (Štampar in sod., 2005).

2.2.1 Razmnoževanje s potaknjenci

Potaknjenec je navadno del enoletnega, ali toletnega poganjka drevesastih ali grmičastih sadnih rastlin (Smole in Črnko, 2000). Režemo jih v različnih razvojnih obdobjih rastline. V zadnjih letih se je zelo pospešil razvoj metod razmnoževanja s potaknjenci. Pomembno je poznavanje fizioloških zakonitosti gojenih rastlin. Dodaten prispevek je bil dosežen z razvojem tehnik oroševanja. Danes poznamo več različnih sistemov oroševanja, ki lahko pripomorejo k boljšim rezultatom razmnoževanja. Tako je omogočeno širjenje tehnike razmnoževanja s potaknjenci tudi med, za razmnoževanje problematičnimi, rastlinskimi vrstami.

Možnost uporabe potaknjencev pri razmnoževanju sadnih rastlin je veliko večja kot kaže trenutna praksa. Razmnoževanje s potaknjenci je najenostavnejši način neposrednega vegetativnega razmnoževanja, vendar zaenkrat le pri rastlinah, ki se lažje ukoreninjajo. Največkrat se to metodo uporablja pri razmnoževanju oljke, ribeza, borovnic in tudi aktinidije. Njena prednost je v tem, da lahko gojimo veliko število novih rastlin na majhnem prostoru. Če jo primerjamo z mikrorazmnoževanjem, je to tudi cenovno ugodna metoda (Trobec in Osterc, 2004).

Uspešnost razmnoževanja je v največji meri odvisna od rastlinskega materiala, časa potika, notranjih in okoljskih dejavnikov. Vprašanje je, koliko lahko povečamo uspešnost metode z optimiziranjem pogojev, koliko pa je težja tvorba korenin vrstna oz. sortna značilnost. Rastline morajo jeseni zaključiti rast in nakopičiti dovolj ogljikovih hidratov, sicer prva prezimitev ne bo uspešna (Mac Cartaigh in Spethmann, 2000).

Trobec in Osterc (2004) navajata, da je razmnoževanje s potaknjenci uspešno, kadar čim več potaknjencev razvije adventivne korenine. Razlogi za neuspeh se večinoma nanašajo na neprimeren rastlinski material in neprimeren čas potika. Ne smemo zanemariti niti vpliva notranjih niti okoljskih dejavnikov. Kadar je velik delež potaknjencev s tvorbo kalusa pomeni, da bi bilo mogoče delež ukoreninjenja povečati z optimiziranjem metode ali s pomladitvijo matičnega materiala. Za matične rastline so primerne fiziološko mlade rastline, kar pomeni, da moramo v matičnem nasadu skrbeti za pomlajevanje matičnih rastlin (npr. metoda "rez nazaj").

Pri razmnoževanju se drevesničarji navadno poslužujejo metode, ki je najbolj rentabilna. Največkrat se tako uporablja razmnoževanje s cepljenjem (Osterc in sod., 2004). Zaradi številnih pomanjkljivosti, kot so na primer slabo zraščanje, možnost okužbe skozi cepilno mesto, inkompatibilnost cepiča s podlago, se iščejo tudi druge metode. Tehnika razmnoževanja rastlin z zelenimi potaknjenci je že dolgo poznana, vendar se v praksi zaradi preslabega poznavanja fizioloških zakonitosti rastlin, zaenkrat še ni zares uveljavila. Z izboljšavami oroševalnih sistemov je razmnoževanje s potaknjenci pri lesnatih rastlinskih vrstah postala zanimiva alternativa.

V zadnjih letih se večja število poskusov z uporabo mikrorazmnoževanja, ki bo ostala draga metoda. Primerna je za rastline, pri katerih cepljenje ni mogoče, zaradi česar lahko te sadike na trgu dosegajo visoke cene.

2.2.1.1 Razmnoževanje s potaknjenci pri različnih drevesnih vrstah

V zadnjih letih je znanje o razmnoževanju s potaknjenci močno napredovalo. Danes je možno tudi za razmnoževanje zelo problematične vrste brez posebnih težav komercialno razmnoževati s potaknjenci.

Osterc in Spethmann (2000) sta v poskusu s češnjevo podlago ugotovila razlike v odstotku ukoreninjenja med pH-vrednostima substrata 4,5 in 7,3. V prvem substratu se je ukoreninilo 42 % potaknjencev, v drugem pa 6 % več. Torej je imela večja pH-vrednost substrata močnejši vpliv, vendar v poskusu ni bilo statistično značilnih razlik med deležema ukoreninjenja.

Pri hruški so izvajali poskus, v katerem so proučevali vpliv dolžine potaknjencev, pH-vrednosti substrata in dodanega gnojila na ukoreninjenje potaknjencev (Mbabu in Spethmann, 2005). Dodano gnojilo in pH-vrednost substrata sta imela pomemben vpliv na ukoreninjanje in kasnejšo rast. Za rod *Quercus* je bilo ugotovljeno, da se najuspešnejše koreninijo pri pH-vrednosti 3,5 do 4,5 (Mlasowsky, 1996, cit. po Mbabu in Spethmann, 2005). Med rastno sezono so se povečale pH-vrednosti substratov na vseh parcelah. Potaknjenci hruške so se najboljše ukoreninili pri večji pH-vrednosti 5,7 ter 6,8; ukoreninjenje je bilo preko 50 %. Najboljše rezultate so dosegli pri 2 kg/m³ dodanega gnojila, kar je bila srednja vrednost v zastavljenem poskusu. Interakcije med pH-vrednostjo in gnojilom ni bilo. Dolžina potaknjencev ni vplivala na delež ukoreninjenih potaknjencev, vendar je bilo pomembno mesto rezi potaknjenca na matični rastlini; bazalni potaknjenci so dosegali precej boljši delež ukoreninjenja.

2.2.1.2 Razmnoževanje s potaknjenci pri kostanju

Pri nas so bili prvi rezultati razmnoževanja kostanja (*Castanea sativa*) z zelenimi potaknjenci objavljeni leta 1987 (Eleršek in sod., 1987). Potaknjence so potikali v mešanico šote in kremenčevega peska ter v čisti kremenčev pesek, ob uporabi različnih rastnih hormonov. Najboljše rezultate ukoreninjenja, prek 50 %, so dobili pri terminalnih potaknjencih, ki so jih potikali v mešanico kremenčevega peska in šote ter z uporabljenim rastnim hormonom 0,25 % indol-3-ocetno kislino (IAA). Zelo slabe rezultate so dosegli pri bazalnih potaknjencih, potikanih v kremenčev pesek.

Leta 2001 so proučevali razmnoževanje pri kostanjevih hibridih (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*) 'Marsol' in 'Maraval' v razmerah meglenja (Osterc in sod., 2001). Kot

matične rastline so služile pet let stare *in vitro* razmnožene matične rastline. Opazovali so razvoj korenin v razmnoževalni sezoni. Korenine so bile vidne že po treh tednih, nato je ostalo število glavnih korenin enako, večala se je le njihova dolžina. Uspeh koreninjenja po treh tednih je znašal 20 %, kar je malo, če ga primerjamo z drugimi drevesnimi vrstami. Kasneje so bili rezultati podobni, po šestih tednih je delež potaknjencev pri sorti 'Maraval' ostal enak, medtem ko se je pri sorti 'Marsol' dvignil na 50 %. Pozneje se je odstotek precej znižal, verjetno zaradi pretirane oskrbe z vodo. Ugotovili so, da je metoda s potaknjenci lahko perspektivna ob primerni optimizaciji.

Osterc in sod. 2004 so v dvoletnem poskusu prav tako proučevali kostanjeva hibrida 'Marsol' in 'Maraval', oba sta križanca japonskega in evropskega pravega kostanja. Končni rezultati so bili presenetljivi, saj je bil delež ukoreninjenih potaknjencev zelo različen, pri sorti 'Marsol' je znašal le 1 %, pri sorti 'Maraval' pa 12 %. Možno je, da je do tako velikih razlik prišlo zaradi neustreznih razmer za razmnoževanje.

2.3 POMEN SUBSTRATA

Substrat je vsaka snov, v kateri raste rastlina (Golob, 1989). Zelo pomembna je ustreznost zračnosti ter sposobnost zadrževanja primerne količine vode. Danes substratu ne pripisujejo več takega pomena kot nekdanj, pomembnejša sta gnojenje in pH-vrednost substrata (Mac Cartagh in Spethmann, 2000).

2.3.1 Gnojenje substrata

Z gnojenjem substrata so imeli včasih slabe izkušnje, saj so z uporabo hitro sproščujočih gnojil povzročali ožige na koreninah rastlin. Z uporabo gnojil s počasnim delovanjem so se izognili tej težavi ter omogočili močnejšo rast korenin, ki je pomembna tudi za rast in razvoj nadzemnih delov (Smole in Črnko, 2000).

Pri hruški so ugotovili, da gojenje sadik na lastnih koreninah prinaša nekatere prednosti, kot na primer boljšo prezimitev in manjšo občutljivost na veliko količino kalcijevega karbonata v substratu (Mbabu in Spethmann, 2005).

Za uspešno koreninjenje potaknjencev je nenazadnje pomembna tudi ustreznost temperatura substrata, ki se giblje med 20 in 25 °C (Sancin, 1990).

2.3.2 pH-vrednost substrata

Pomena pH-vrednosti substrata za uspešno razmnoževanje različnih lesnatih vrst se zavedamo šele v zadnjem času. V raziskavi vpliva indol-3-maslene kisline na uspeh ukoreninjenja mikropotaknjencev pri dveh sortah jablan je bilo ugotovljeno, da sta ukoreninjenje in vsrkavanje IBA povezana z pH-vrednostjo substrata (Harbage in sod., 1998). Študija je pokazala, da pH vpliva na vsrkavanje H^3 -IBA, ne vpliva pa na metabolizem

IBA v tkivu potaknjencev. Prehod šibkih kislin v celice je odvisen od pH-vrednosti. Šibke kisline so pri manjši pH-vrednosti predvsem v povezani obliki, ki je bolj topna v lipidnih okoljih ter tako lažje prehaja skozi plazmatsko membrano (Rubery in Sheldrake, 1973, cit. po Harbage in sod., 1998). Poskus je bil zasnovan pri pH-vrednostih substrata od 3,0 do 7,0. Največje število korenin so opazili pri pH-vrednosti 4,0. Sorta 'Gala' se je v primerjavi s sorto 'Rdeči delišes' pri vseh pH-vrednostih bolje ukoreninjala. Vsrkavanje IBA je bilo pri sorti 'Gala' največje pri pH-vrednosti 4,0, medtem ko je bilo pri sorti 'Rdeči delišes' največje pri pH-vrednosti 4,0 in 5,0. Ugotovili so, da pH-vrednost substrata verjetno vpliva na formiranje korenin, tako da vpliva na vsrkanje IBA, ne pa tudi na metabolizem potaknjenca.

2.4 RASTNI REGULATORJI PRI KORENINJENJU POTAKNJENCEV

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).

Hormoni so snovi, ki po rastlini prenašajo sporočila. Nastajajo v določenih organih rastline in z mesta nastanka potujejo na mesto porabe. So nujno potrebni in delujejo v zelo majhnih koncentracijah (fitohormoni od μmol do mmol na liter), ter vplivajo na rast in razvoj ali diferenciacijo (Sinkovič, 2000).

V zadnjih desetletjih je raziskovalcem uspelo ugotoviti, kje nastajajo in kako delujejo rastlinski hormoni, določili pa so tudi njihovo kemijsko sestavo. Tako lahko sintetiziramo umetne snovi, ki inducirajo nekatere procese, in s tem dosežemo enake učinke kot z naravnimi hormoni, ki nastajajo v rastlinskih tkivih (Smole in Črnko, 2000). V splošnem delimo snovi na hormone, ki rast pospešujejo (promotorji) ter na hormone, ki rast zavirajo (inhibitorji).

Pri razmnoževanju s potaknjenci uporabljamo promotorje, da lažje spodbudimo nastanek in tvorbo korenin. V to skupino uvrščamo avksine, ki pomembno vplivajo na rast celic in na korenine. Najbolj znan, in tudi prvi odkrit avksin, je indol-3-očetna kislina (IAA), poleg tega uporabljamo še alfa naftil očetno kislino (NAA), indol-3-masleno kislino (IBA) in druge. Z zunanjo uporabo sintetičnih avksinskih pripravkov je mogoče izboljšati kakovost koreninskega sistema in izzvati nastanek korenin tudi pri potaknjencih, ki se brez dodanega hormona sploh ne bi ukoreninili, oziroma bi se ukoreninili v zelo redkih primerih. Dosedanji rezultati kažejo, da je za dosego dobrega koreninjenja težko določiti optimalno koncentracijo posameznega avksina. Razlike v uspešnosti razmnoževanja so med posameznimi leti veliko večje kot razlike, ki jih lahko povzročajo različne koncentracije avksinov (Mac Cartagh in Spethmann, 2000). Sklepamo, da je pri večini lesnatih vrst najbolje uporabiti 0,5 % koncentracijo avksina.

Pri lesnatih rastlinskih vrstah je, kot kažejo poskusi, vpliv različnih vrst avksinov na razvoj in kakovost koreninskega sistema različen. Indol-3-ocetna kislina (IAA) vpliva na intenzivnejši bazalni razvoj korenin, medtem ko indol-3-maslena kislina (IBA) vpliva na večji delež razvoja akrobazalnih korenin. Akrobazalni koreninski sistem velja za kakovostnejši način koreninjenja, zato se v praksi uporablja predvsem IBA. Rastlinske hormone lahko mešamo tudi z drugimi snovmi, in na ta način dobimo učinkovite pripravke. Namakanje potaknjenca v mešanico IBA in fungicida daje pogosto boljše rezultate kot zgolj uporaba IBA (Hartmann in sod., 1997)

2.5 SISTEM OROŠEVANJA

Oroševalni sistem je zelo pomemben za razmnoževanje zelenih potaknjencev, saj so ti po rezi izpostavljeni močnemu izhlapevanju. V zadnjem času je potekal razvoj sistema v smeri zmanjševanja vodnih kapljic. Prvi razvit sistem je bil sistem pršenja, v katerem je velikost kapljic med 50 in 100 μm . V tem sistemu lahko pade relativna zračna vlaga med oroševanju iz 100 % na zgolj 40 %, kar lahko za potaknjence predstavlja velik stres. Sistemi meglenja, ki so se razvili iz sistemov pršenja, obratujejo s precej manjšimi vodnimi kapljicami (okrog 50 μm in manj). V teh sistemih so nihanja relativne zračne vlage manjša, kar omogoča uspešno razmnoževanje, tudi za razmnoževanje problematičnejših, rastlinskih vrst. Zadnje razvit sistem je visokotlačni sistem meglenja. V tem sistemu s pomočjo tlačilke, ki pod visokim tlakom potiska vodo skozi šobe z majhnimi odprtini, zmanjšamo vodne kapljice (na 10 μm), kar omogoča še manjše nihanje relativne zračne vlage. Voda se razprši po prostoru v zelo gosto meglo, zato je relativna zračna vlaga ves čas blizu 100 %. Manjše kapljice ostanejo v zraku bistveno dalj časa kot večje, s tem vplivajo na zmanjšano izhlapevanje iz potaknjencev, kar poveča uspeh koreninjenja (Hartmann in sod., 1997).

Plastenjakov se med koreninjenjem potaknjencev ne sme zračiti, saj bi se listi lahko osušili. V vročih dneh lahko temperatura preseže 50° C, kar pa ob stalno vključenem meglilnem sistemu na rastlinah ne povzroča nobenih poškodb.

2.6 TVORBA KALUSA

Kalus je skupina nediferenciranih celic. Razvijejo se ob ranitvi poganjkov, celice se delijo izredno hitro, zlasti v bližini kambija in okoliških celic. Kalus na bazalnem delu zapre rano, iz njega se lahko razvijejo korenine, še pogosteje se korenine razvijejo nad njim. Kalus in korenine nastajajo neodvisno drug od drugega, kalus tako ni predstopnja razvoja korenin (Smole in Črnko, 2000).



Slika 1: Tvorba kalusa na potaknjencu.

Tvorba kalusa je odvisna tudi od samega substrata. V splošnem ločimo dve vrsti kalusa: kalus rane in močan, debel kalus (slika 1). Kalus rane je pozitiven pojav, saj nastane kot naravna reakcija na poškodbo rastline, oz. na ločitev rastlinskega dela od matične rastline. Močan, debel kalus je negativen pojav. Nastane kot posledica neugodnih, oz. neustreznih rastnih razmer v procesu koreninjenja. Povzročajo ga lahko prestar matični material, neustrezen termin rezi ali neustrezno oroševanje. Navadno velik delež kalusa pomeni, da lahko koreninjenje izboljšamo z optimiziranjem metode megljenja ali pa pomladitvijo matičnih rastlin. V poskusu je bilo ugotovljeno, da je razvoj kalusa odvisen od tipa potaknjenca, saj se je kalus tvoril močnejše pri bazalnih, kot pri terminalnih (vršnih) potaknjencih (Osterc in sod., 2004).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 RASTLINSKI MATERIAL

Poskus je potekal z drevesi hibrida evropskega pravega kostanja (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*), 'Marsol'.

'Marsol' je po izvoru francoska sorta, nastal je kot naravni križanec evropskega (*Castanea sativa* Mill.) in japonskega kostanja (*Castanea crenata* Sieb in Zucc.). Rast drevesa je bujna, pokončna, cveti zgodaj. Rodnost je glede na druge sorte srednje dobra, v ježici se razvijejo dva do trije plodovi, v glavnem so monoembrionalni, njihova testa se le malo zajeda v jedro (Solar, 2003).

3.2 METODE DELA

3.2.1 Zasnova poskusa

Poskus je bil zastavljen kot dvofaktorski na štiriindvajsetih parcelah. Poskusna faktorja sta bila pH-vrednost substrata in dolžina potaknjencev ob potiku. Potikali smo vršne potaknjence. Na posamezno parcelo smo potaknili 30 potaknjencev.

Praktični del poskusa je potekal v plastenjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani od 7. 6. 2005 do 27. 12. 2005. Na tleh plastenjaka so bili sestavljeni leseni okvirji, na dnu katerih je bila plast peska, ki je služila kot drenaža. Pesek je bil prekrit z vrtnarsko folijo, na katero smo dali substrat. Poskus je bil zastavljen znotraj štirih okvirjev. V vsakem okvirju je bil substrat z drugačno pH-vrednostjo, vsak okvir pa je bil predeljen na šest parcel. Vsako parcelo smo označili po metodi naključnega izbora, s po tremi ponovitvami za določen tip potaknjenca. Platenjak je imel avtomatsko regulirano meglenje, ki smo ga aktivirali takoj ob začetku potika.

3.2.2 Matični material in priprava potaknjencev

Potaknjenci smo rezali v drevesnici Biotehniške fakultete v Mariboru, na sedemletnih *in vitro* razmnoženih matičnih rastlinah sorte 'Marsol'. Rezali smo jih v zgodnjih jutranjih urah na dan potika. Poganjki, ki smo jih uporabili za poskus, so bili v polietilenskih vrečah v najkrajšem možnem času prepeljani v Ljubljano.

Potikali smo samo vršne potaknjence, ki so izvirali iz vršnega dela enoletnih matičnih rastlin. 7. 6. 2005 smo potikali kratke potaknjence. Najprej smo vse poganjke prikrajšali na enako dolžino 15 cm, nato smo jim odstranili spodnje liste. Tik pred potikom potaknjencev v substrat smo bazalne dele potaknjencev tretirali s hormonom, ki spodbuja razvoj korenin. Uporabili smo IBA prašek. V substrat smo potaknjence potikali dobrih 5 cm globoko in jih enakomerno razporedili po parceli (slika 2).



Slika 2: Kratki potaknjenci po potiku.

Dolge potaknjence smo potikali 7. 7. 2005. Rezani so bili iz istih matičnih rastlin, kot kratki potaknjenci. Potaknjence smo za potik pripravili z enakim postopkom, kot kratke potaknjence, le da smo vse poganjke prikrajšali na enako dolžino (50 cm).

3.2.3 Rastne razmere

Visokotlačni sistem meglenja

V plastenjaku je nameščen sistem visokotlačnega meglenja, proizvajalca Plantfog (Avstrija), ki je bil avtomatsko intervalno uravnan. Tlačilka je pod visokim tlakom 60 do 65 barov potiskala vodo skozi šobe, s premerom manjšim od 10 μm in s tem ustvarjala gosto meglo. Meglilni sistem je bil vključen od dneva potika do septembra. Platenjaka v času poskusa nismo zračili. V vročih dneh so bili intervali meglenja dolgi 25 sekund z 1,5 do 2 minutnimi premori. Ponoči je bil meglilni sistem izklopljen. Zaradi meglenja je bila v plastenjaku stalna visoka zračna vlaga, zato visoka temperatura preko dneva ni povzročala poškodb na rastlinah.

Substrat

Postavitev poskusa je temeljila na različnih mešanica substrata. Osnova za pripravo parcel sta bila namešana šota in kremenčev pesek v volumskem razmerju 3:1. Granulacija kremenčevega peska je bila 0,7 do 1,4 mm. V substrat smo vmešali še 2,5 g/l počasi delujočega gnojila Osmocote 3-4 M (16+11+11+3). Na pH-vrednost substrata nista vplivala ne kremenčev pesek in ne gnojilo, tako da je imel substrat pH-vrednost 3,0, tako kot šota. Želena pH-vrednost smo izračunali na podlagi pH-krivulje. Tako v prvi okvir nismo dodali apna, v drugi okvir smo dodali 0,88 g apna, da smo dosegli pH-vrednost 3,5, v tretji okvir smo dodali 1,13 g apna, da smo dosegli pH-vrednost 4,0, v četrti okvir pa smo dodali 1,87 g apna in s tem dosegli pH-vrednost 5,0. Nato smo substrat znotraj posameznega okvirja temeljito premešali ter kasneje še dobro navlažili, da ne bi potaknjencev izsušili.

Rastni regulatorji

Pred potikom smo potaknjence za kratek čas pomočili v hormonsko mešanico 0,5 % indol-3-maslene kisline (IBA) in 10 % Euparena (fungicid s sinergističnim delovanjem na ukoreninjenje) na osnovi smukca.

Zaščita pred boleznimi in škodljivci

Visoka temperatura skupaj z visoko relativno zračno vlago zavira razvoj različnih bolezni in škodljivcev, zato pri razmnoževanju s potaknjenci z metodo meglenja z njimi ni večjih težav (Smole in Črnko, 2000). V poskusu nismo uporabili nobenega fitofarmacevtskega sredstva.

3.3 MERITVE IN VREDNOTENJE REZULTATOV

3.3.1 Meritve

V času rastne dobe od potika do sredine oktobra smo jemali vzorce substrata za zamrznitev iz vseh parcel na dva, kasneje pa na tri tedne. Kasneje smo v laboratoriju določali pH-vrednosti. Želeli smo ugotoviti, kako se bo pH-vrednost substrata spreminjala v času ukoreninjanja potaknjencev. Po prehodu v mirovanje smo na potaknjencih opravili še vrednotenje potaknjencev, ter na osnovi dobljenih rezultatov ugotovili uspešnost razmnoževanja pri različnih pH-vrednostih.

Določanje pH-vrednosti

Meritve pH-vrednosti substrata smo opravljali s pH-metrom. Najprej je bilo potrebno s tehtanjem in stresanjem določiti volumsko gostoto substrata, da smo lahko določili, koliko substrata moramo zatehtati. Vzorec smo nato prelili z 1 M vodno raztopino kalcijevega klorida (CaCl_2). Iz vsake parcele smo ob vsaki meritvi vzeli dovolj velik vzorec zemlje, da smo lahko opravili dve ponovitvi meritev s pH-metrom. S tem smo zmanjšali možnost napake, ki bi bila posledica napačnega odčitavanja. Pred vsako meritvijo smo pH-meter dobro sprali z bidestilirano vodo.

Vrednotenje rezultatov

Uspešnost vegetativnega razmnoževanja s potaknjenci smo ocenili po koncu rastne dobe (priloga B). Pri vsakem potaknjencu smo najprej določili ali je preživel ali propadel. Nato smo na podlagi bonitetnih razredov določili stopnjo koreninjenja tako za preživele, kot tudi za propadle potaknjence (slika 4). Določili smo:

- način koreninjenja:

S pomočjo sheme za določanje oblike koreninjenja smo vse potaknjence razvrstili v šest bonitetnih razredov.

- preživel potaknjenci:

Potaknjence, ki so preživel, smo nadalje razdelili na ukoreninjene, ter neukoreninjene s kalusom.

- ukoreninjeni potaknjenci:

Število ukoreninjenih potaknjencev smo preračunali v delež ukoreninjenih potaknjencev, ki so preživel, tako da smo število ukoreninjenih potaknjencev delili s številom vseh potaknjencev.

Žive ukoreninjene potaknjence smo razdelili na potaknjence z bazalnim razvojem korenin (bonitetni razred 3 in 5) in na akrobazalno ukoreninjene potaknjence (4 in 6). Poleg tega smo iste potaknjence razvrstili še na tiste, ki so razvili zgolj korenine (5 in 6) ter na ukoreninjene, ki so razvili tudi kalus (3 in 4).

- bazalno ukoreninjeni potaknjenci:

Delež potaknjencev z bazalnim razvojem korenin smo izračunali tako, da smo število bazalno ukoreninjenih potaknjencev delili s številom ukoreninjenih potaknjencev.

- akrobazalno ukoreninjeni potaknjenci:

Delež potaknjencev z akrobazalnim razvojem korenin smo izračunali tako, da smo število akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev delili s številom ukoreninjenih potaknjencev.

- ukoreninjeni potaknjenci s kalusom:

Delež potaknjencev, ki so poleg kalusa razvili tudi korenine, smo izračunali tako, da smo število ukoreninjenih potaknjencev s kalusom in koreninami delili s številom ukoreninjenih potaknjencev.

- premer kalusa pri potaknjencih, ki so poleg kalusa razvili tudi korenine:

Premer kalusa smo izmerili s pomičnim merilom na najširšem mestu. Premer kalusa na potaknjencu v posamezni parceli (ponovitvi) pri tistih, ki so poleg kalusa razvili tudi korenine, smo izračunali tako, da smo sešteli premere kalusov pri potaknjencih v posamezni parceli (ponovitvi), ki so poleg kalusa razvili korenine, in seštevek delili s številom potaknjencev, ki so poleg kalusa razvili tudi korenine.

- potaknjenci s kalusom:

Izračunali smo še delež potaknjencev, ki so sicer preživeli, a razvili le kalus (bonitetni razred 2) tako, da smo število preživelih potaknjencev, ki so razvili le kalus, delili s številom vseh potaknjencev.

- premer kalusa pri potaknjencih, ki niso razvili korenin:

Zaradi kasnejše obdelave podatkov smo izračunali tudi povprečni premer kalusa na potaknjencu v posamezni parceli (ponovitvi), ki ni razvil korenin, tako, da smo sešteli premere kalusov potaknjencev, ki niso razvili korenin, ter jih nato delili s številom preživelih potaknjencev brez razvitih korenin.

- propadli potaknjenci:

Pri propadlih potaknjencih smo izločili tiste, ki so se pred propadom ukoreninili.

- ukoreninjeni potaknjenci:

Delež propadlih, a ukoreninjenih potaknjencev smo izračunali tako, da smo število ukoreninjenih, a propadlih delili s številom vseh potaknjencev.

Naslednje parametre smo spremljali le pri preživelih, ukoreninjenih potaknjencih.



Slika 3: Preživel, ukoreninjen potaknjenc.

- število glavnih korenin:

Število korenin smo določili s štetjem glavnih korenin, ki izraščajo neposredno iz potaknjenca. Zaradi kasnejše obdelave podatkov smo izračunali tudi povprečno število glavnih korenin na potaknjenc tako, da smo sešteli število korenin vseh potaknjencev v posamezni parceli (ponovitvi) ter jih nato delili s številom preživelih potaknjencev.

- dolžina koreninskega šopa:

Dolžino koreninskega šopa smo določili tako, da smo izmerili dolžino najdaljše korenine. Zaradi kasnejše obdelave podatkov smo izračunali tudi povprečno dolžino koreninskega šopa na potaknjenc tako, da smo sešteli dolžino korenin vseh potaknjencev v posamezni parceli (ponovitvi) ter jo nato delili s številom preživelih potaknjencev.

- dolžina glavnega poganjka:

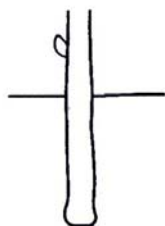
Dolžino glavnega poganjka smo določili tako, da smo izmerili dolžino od koreninskega vratu do vrha potaknjenca. Zaradi kasnejše obdelave podatkov smo izračunali tudi povprečno dolžino glavnega poganjka na potaknjenelec tako, da smo sešteli dolžine poganjkov vseh potaknjencev v posamezni parceli (ponovitvi) ter jih nato delili s številom preživelih potaknjencev.

- premer debla:

Premer debla smo izmerili s pomičnim merilom tik nad koreninskim vratom. Zaradi kasnejše obdelave podatkov smo izračunali tudi povprečni premer debla na potaknjenelec tako, da smo sešteli premere debel vseh potaknjencev v posamezni parceli (ponovitvi) ter jih nato delili s številom preživelih potaknjencev.

Spremljali smo tudi dolžino in število stranskih poganjkov, vendar meritev nismo opravili, ker se poganjki niso razvili.

Bonitetni razred 1:



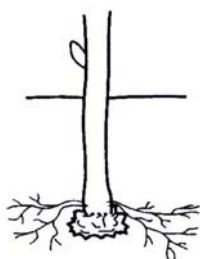
potaknjeneč brez kalusa in korenin

Bonitetni razred 2:



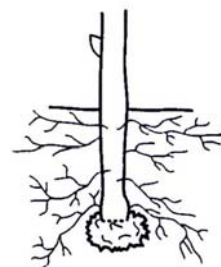
potaknjeneč s kalusom

Bonitetni razred 3:



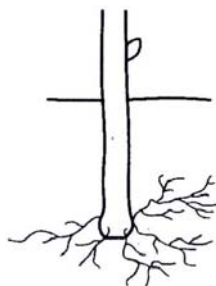
potaknjeneč s kalusom in
bazalnim razvojem korenin

Bonitetni razred 4:



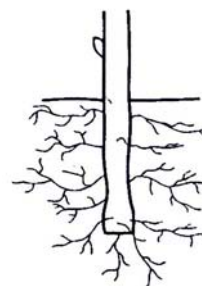
potaknjeneč s kalusom in
akrobazalnim razvojem korenin

Bonitetni razred 5:



potaknjeneč brez kalusa in
z bazalnim razvojem korenin

Bonitetni razred 6:



potaknjeneč brez kalusa in
z akrobazalnim razvojem korenin

Slika 4: Bonitetna shema za določanje stopnje koreninjenja (Mac Cartaigh in Spethmann, 2000).

3.4 STATISTIČNA ANALIZA

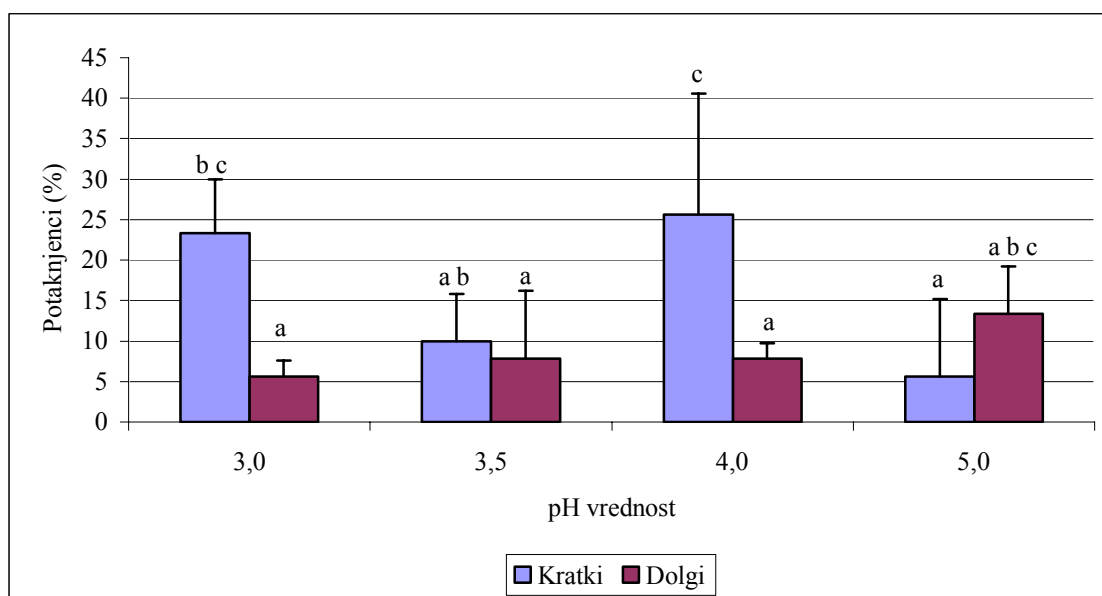
Vse povprečne vrednosti, ki smo jih izračunali z računalniškim programom Excel, smo obdelali s programom Statgraphics Plus 4.0.

Statistično obdelavo podatkov smo obdelali s pomočjo analize variance (ANOVA) za dvofaktorski poskus. Zanimalo nas je, med katerimi obravnavanimi parametri so statistično značilne razlike. Primerjavo povprečnih vrednosti smo ovrednotili s pomočjo Duncanovega preizkusa pri stopnji tveganja 5 %. Pri rezultatih obravnavanj navajamo povprečne vrednosti. Različne črke na grafih prikazujejo statistično značilne razlike med posameznimi obravnavanji pri $\alpha < 0,05$.

4 REZULTATI

4.1 RAZMNOŽEVALNI REZULTATI

Delež preživelih ukoreninjenih potaknjencev je bil večji pri manjši pH-vrednosti pri kratkih potaknjencih, medtem ko je bil pri dolgih potaknjencih delež večji pri večji pH-vrednosti. Pri dolgih potaknjencih ni bilo statistično značilnih razlik med posameznimi variantami, večje razlike so bile opazne med kratkimi potaknjenci (slika 5). Največji delež koreninjenja, 25,6 % smo dosegli pri kratkih potaknjencih pri pH-vrednosti 4,0, pri dolgih potaknjencih pa pri pH-vrednosti 5,0 (13,4 %).



Slika 5: Delež preživelih ukoreninjenih potaknjencev kostanja, glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

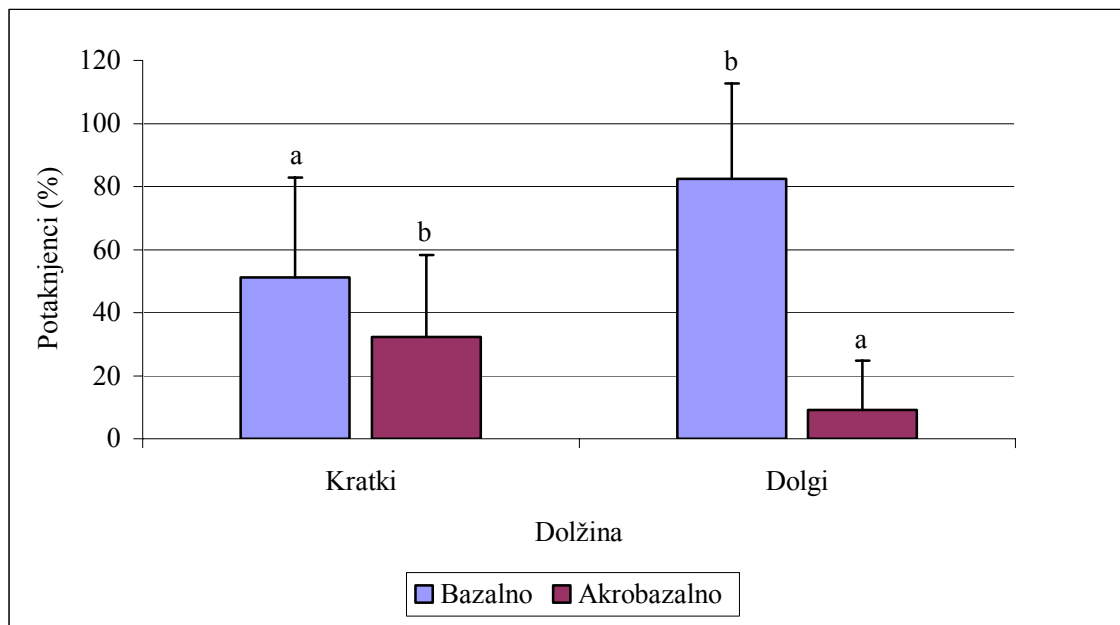
V preglednici 1 so zbrani podatki o koreninjenju preživelih potaknjencev. Statistično značilne razlike so bile pri interakciji dolžine potaknjencev ter pH-vrednosti substrata.

Preglednica 1: Deleži ukoreninjenih potaknjencev, ki so preživel. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

pH-vrednost	3,0		3,5		4,0		5,0		ANOVA		
	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	dolžina	pH	inter.
Preživel potaknjenci	23,3 ±6,7	5,6 ±2,0	10,0 ±5,8	7,8 ±8,4	25,6 ±15,0	7,8 ±1,9	5,6 ±9,6	13,4 ±5,8	NS	NS	*

* označuje statistično značilne razlike, NS označuje, da statistično značilnih razlik ni bilo.

Delež bazalno ukoreninjenih potaknjencev je bil pri dolgih potaknjencih z 82,5 % večji kot pri kratkih potaknjencih (51,1 %), medtem ko je bil delež akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev z 32,3 % večji pri kratkih potaknjencih kot pri dolgih potaknjencih (9,2 %).



Slika 6: Delež bazalno in akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev kostanja glede na različni dolžini potaknjencev. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

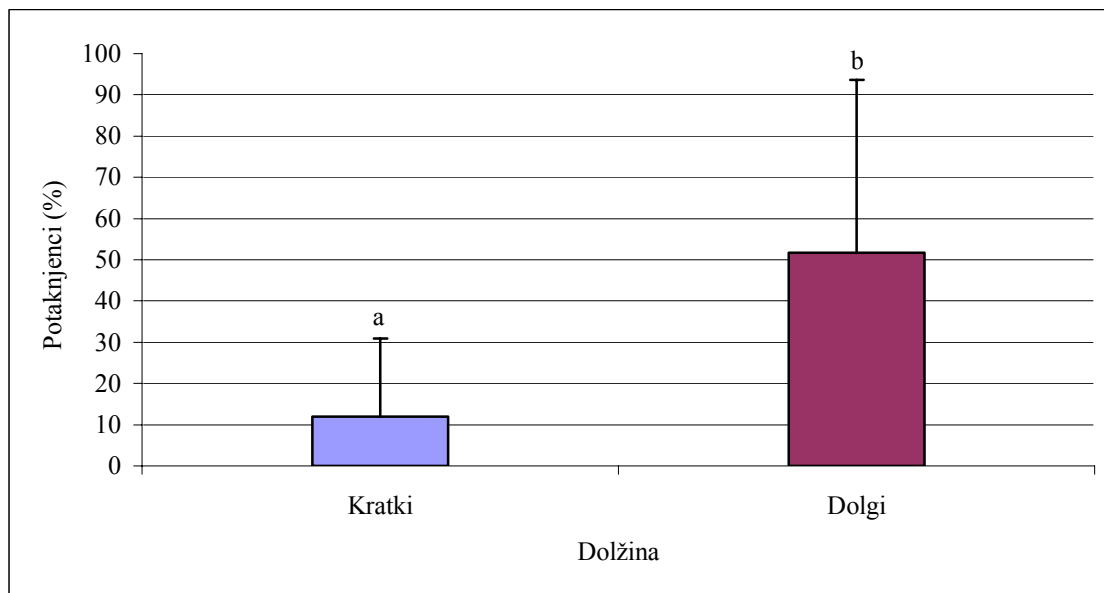
V preglednici 2 so prikazani deleži potaknjencev, ki so se ukoreninili. Razvrščeni so glede na bazalno oz. akrobazalno tvorbo korenin. Tako pri bazalno, kot tudi akrobazalno ukoreninjenih potaknjencih so bile statistično značilne razlike le med obema dolžinama.

Preglednica 2: Deleži potaknjencev z bazalno oziroma akrobazalno tvorbo korenin. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

pH-vrednost	3,0		3,5		4,0		5,0		ANOVA		
	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	dolžina	pH	inter.
Bazalno koreninjenje	50,1 ±14,7	83,3 ±28,9	66,7 ±28,9	60,0 ±52,9	54,2 ±18,2	100,0 ±0,0	33,3 ±57,7	86,7 ±11,5	*	NS	NS
Akrobazalno koreninjenje	49,9 ±14,7	16,7 ±28,9	33,3 ±28,9	6,7 ±11,5	45,8 ±18,2	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0	13,3 ±11,5	*	NS	NS

* označuje statistično značilne razlike, NS označuje, da statistično značilnih razlik ni bilo.

Delež ukoreninjenih potaknjencev s kalusom je bil ne glede na pH-vrednost precej večji pri dolгих potaknjencih (51,7 %). Pri kratkih potaknjencih je bilo takšnih le 12 % (slika 7).



Slika 7: Delež ukoreninjenih potaknjencev kostanja s kalusom glede na različne dolžine potaknjencev. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

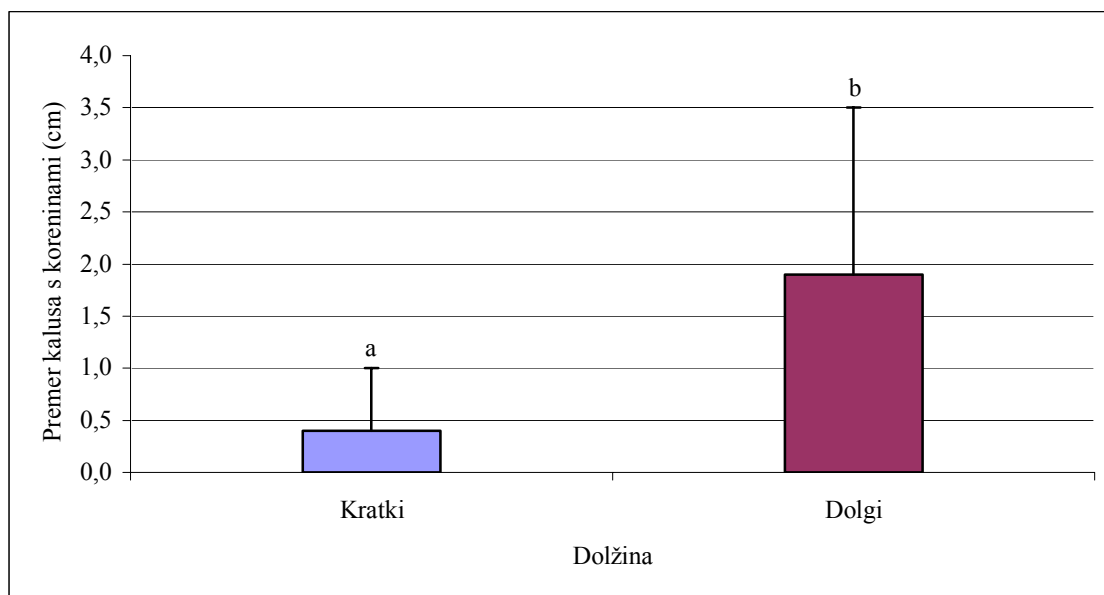
Pri ukoreninjenih potaknjencih, ki so razvili tudi kalus se je statistično značilna razlika pokazala le med dolžinama (preglednica 3).

Preglednica 3: Deleži ukoreninjenih potaknjencev s kalusom. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

pH-vrednost	3,0		3,5		4,0		5,0		ANOVA		
	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	dolžina	pH	inter.
Potaknjenci s kalusom	8,5 ±7,5	50,0 ±50,0	8,3 ±14,4	26,7 ±46,2	11,1 ±19,2	50,0 ±50,0	20,0 ±34,6	80,0 ±20,0	*	NS	NS

* označuje statistično značilne razlike, NS označuje, da statistično značilnih razlik ni bilo.

Dolgi potaknjenci so tvorili bistveno večji kalus kot kratki potaknjenci. Povprečen premer kalusa pri potaknjencih, ki so razvili tudi korenine, je bil pri dolgih potaknjencih 1,9 cm pri kratkih pa le 0,4 cm (slika 8).



Slika 8: Premer kalusa pri kostanjevih potaknjencih glede na različni dolžini potaknjencev. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

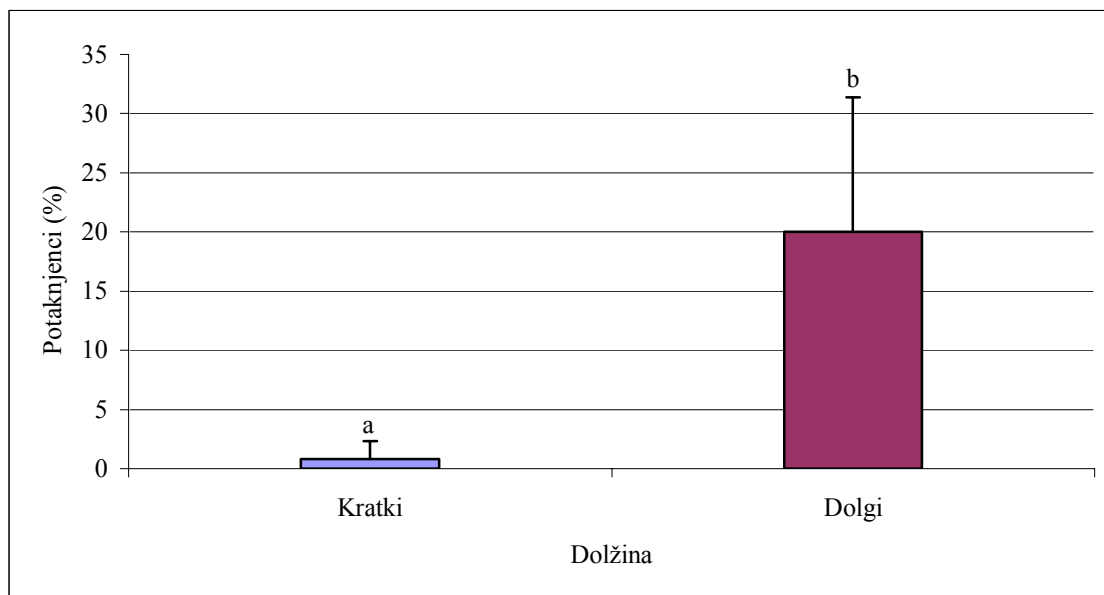
Pri premeru kalusa na potaknjencih, ki so razvili tako korenine kot tudi kalus, so bile statistično značilne razlike le med dolžinama. Dolgi potaknjenci so tvorili kalus z večjim premerom pri večjih pH-vrednostih substrata (preglednica 4).

Preglednica 4: Premer kalusa pri potaknjencih, ki so razvili tudi korenine. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

pH-vrednost	3,0		3,5		4,0		5,0		ANOVA		
	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	dolžina	pH	inter.
Premer kalusa +korenin	1,0 ±0,9	1,1 ±1,1	0,0 ±0,0	1,0 ±1,8	0,4 ±0,7	2,3 ±2,0	0,0 ±0,0	3,3 ±0,6	*	NS	NS

* označuje statistično značilne razlike, NS označuje, da statistično značilnih razlik ni bilo.

Interakcija pri tvorbi kalusa ni bila statistično značilna. Predvsem se je kalus tvoril pri dolgih potaknjencih (20 %). Pri kratkih potaknjencih je bilo takšnih, ki so tvorili le kalus manj kot odstotek (slika 9).



Slika 9: Delež potaknjencev kostanja, pri katerih se je razvil le kalus glede na dolžino. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

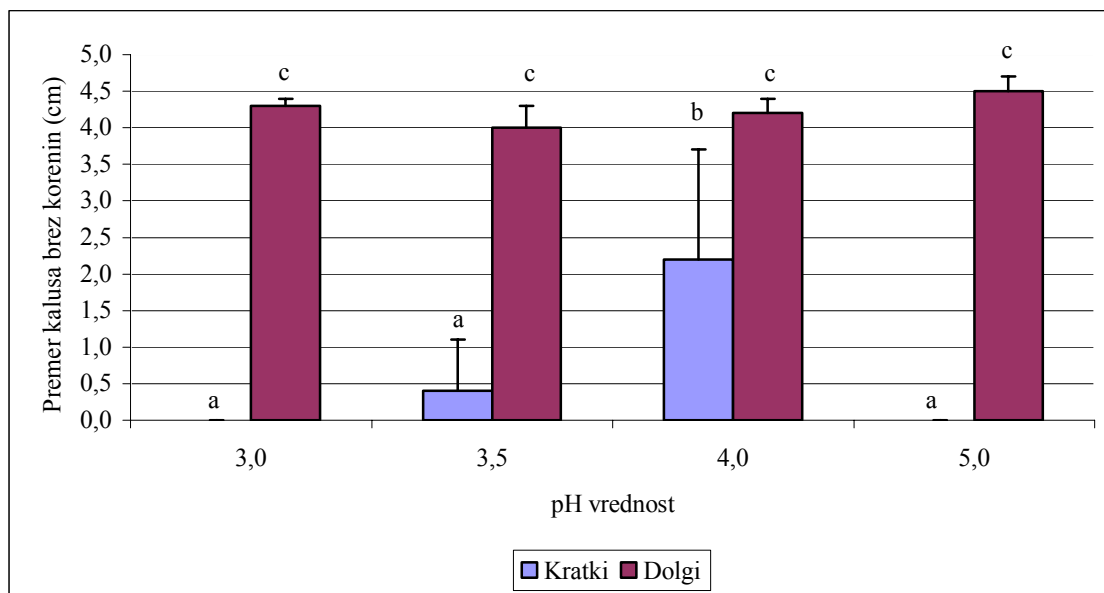
V preglednici 5 so zbrani podatki o tvorbi kalusa pri preživelih potaknjencih, ki niso tvorili korenin. Statistično značilne razlike so se pojavile med dolžinama potaknjencev. Pri kratkih potaknjencih se je kalus tvoril le na parceli s pH-vrednostjo 4,0 (3,3 %).

Preglednica 5: Deleži preživelih potaknjencev, pri katerih se je razvil le kalus. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

pH-vrednost	3,0		3,5		4,0		5,0		ANOVA		
	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	dolžina	pH	inter.
Potaknjenci s kalusom	0,0 ±0,0	23,3 ±17,3	0,0 ±0,0	23,3 ±15,3	3,3 ±0,0	18,9 ±6,9	0,0 ±0,0	14,4 ±6,9	*	NS	NS

* označuje statistično značilne razlike, NS označuje, da statistično značilnih razlik ni bilo.

Dolgi potaknjenci so precej nagnjeni k tvorbi kalusa, pri premeru so bile glede na različne pH-vrednosti substrata razlike minimalne (med 4,0 cm in 4,5 cm). Med kratkimi potaknjenci je bil premer kalusa z 2,2 cm največji pri pH-vrednosti substrata 4,0. Potaknjencev, ki bi razvili kalus brez tvorbe korenin, pri pH-vrednosti 3,0 in 5,0 ni bilo (slika 10).



Slika 10: Premer kalusa pri potaknjencih kostanja, ki niso razvili korenin glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

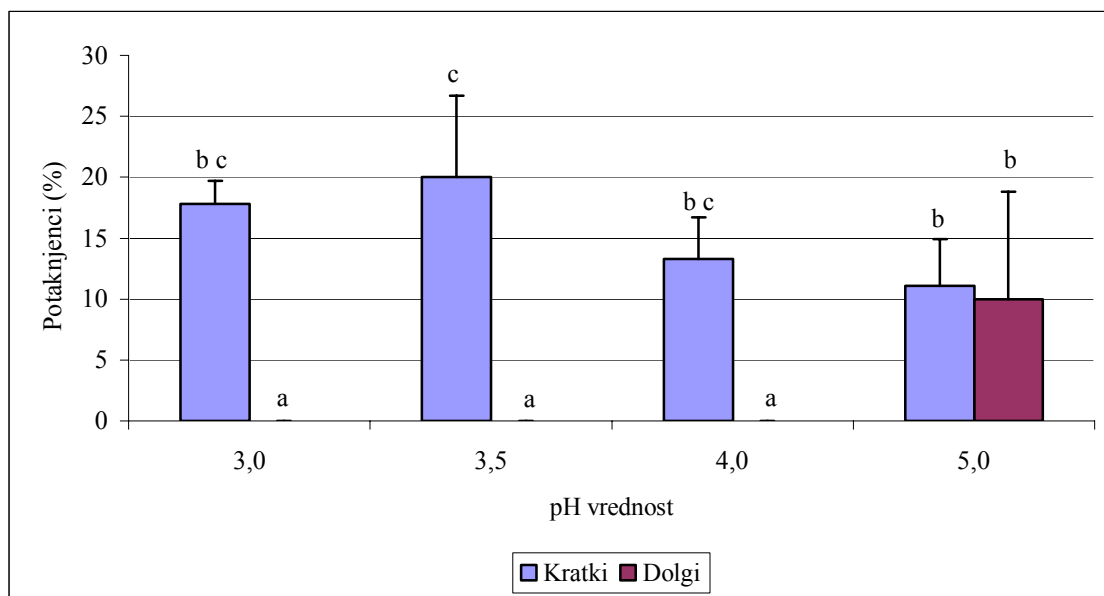
V preglednici 6 je prikazan premer kalusa pri potaknjencih, ki niso razvili korenin. Pri premeru kalusa na potaknjencih, ki niso razvili korenin, je bila interakcija statistično značilna. Največji kalus se je s 4,5 cm tvoril na parceli s pH-vrednostjo 5,0 pri dolgih potaknjencih.

Preglednica 6: Premer kalusa pri potaknjencih, ki niso razvili korenin. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

pH-vrednost	3,0		3,5		4,0		5,0		ANOVA		
	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	dolžina	pH	inter.
Premer kalusa	0,0 ±0,0	4,3 ±0,1	0,4 ±0,7	4,0 ±0,3	2,2 ±1,5	4,2 ±0,2	0,0 ±0,0	4,5 ±0,2	NS	NS	*

* označuje statistično značilne razlike, NS označuje, da statistično značilnih razlik ni bilo.

Razlike med ukoreninjenimi potaknjenci, ki so kasneje propadli so prikazane na sliki 11. Med dolgimi potaknjenci ni bilo propadlih, razen na parceli z največjo pH-vrednostjo (10 %). Največ potaknjencev je propadlo pri kratkih potaknjencih v substratu s pH-vrednostjo 3,5 (20 %).



Slika 11: Delež ukoreninjenih, a propadlih potaknjencev kostanja glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

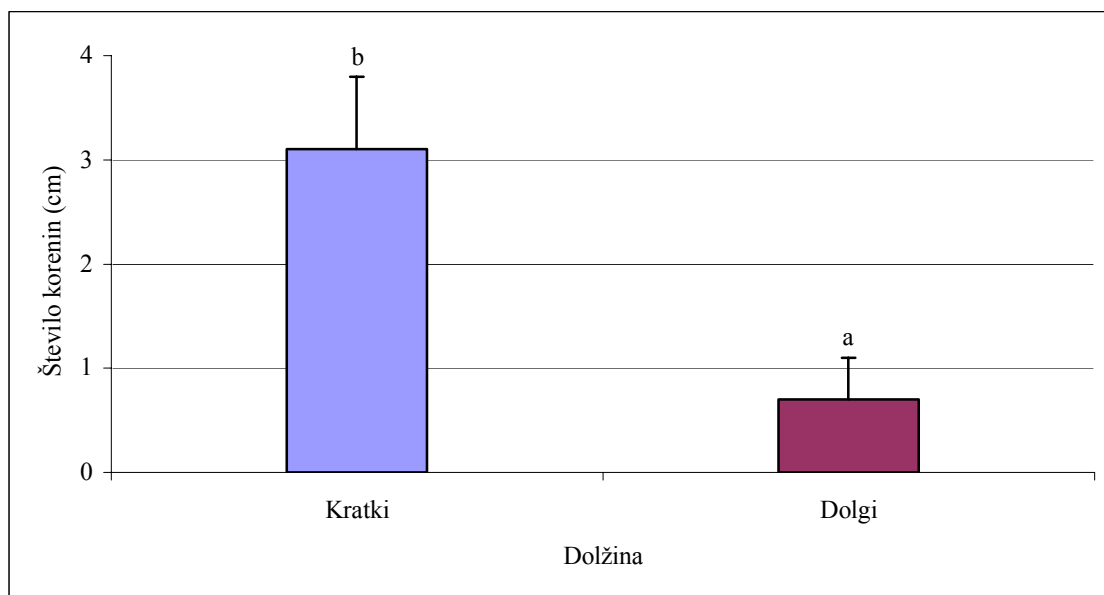
Statistično značilne razlike so se pokazale tudi pri interakciji propadlih ukoreninjenih potaknjencev (preglednica 7).

Preglednica 7: Deleži ukoreninjenih potaknjencev, ki so propadli. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

pH-vrednost	3,0		3,5		4,0		5,0		ANOVA		
	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	dolžina	pH	inter.
Propadli potaknjenci	17,8 ±1,9	0,0 ±0,0	20,0 ±6,7	0,0 ±0,0	13,3 ±3,4	0,0 ±0,0	11,1 ±3,8	10,0 ±8,8	NS	NS	*

* označuje statistično značilne razlike, NS označuje, da statistično značilnih razlik ni bilo.

Število razvitih korenin na potaknjenc (slika 12) je bilo pri kratkih potaknjencih statistično značilno večje (3,1 korenine na potaknjenc), kot pri dolgih potaknjencih (0,7 korenine na potaknjenc).



Slika 12: Število glavnih korenin na kostanjev potaknjenc glede na različni dolžini potaknjencev. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

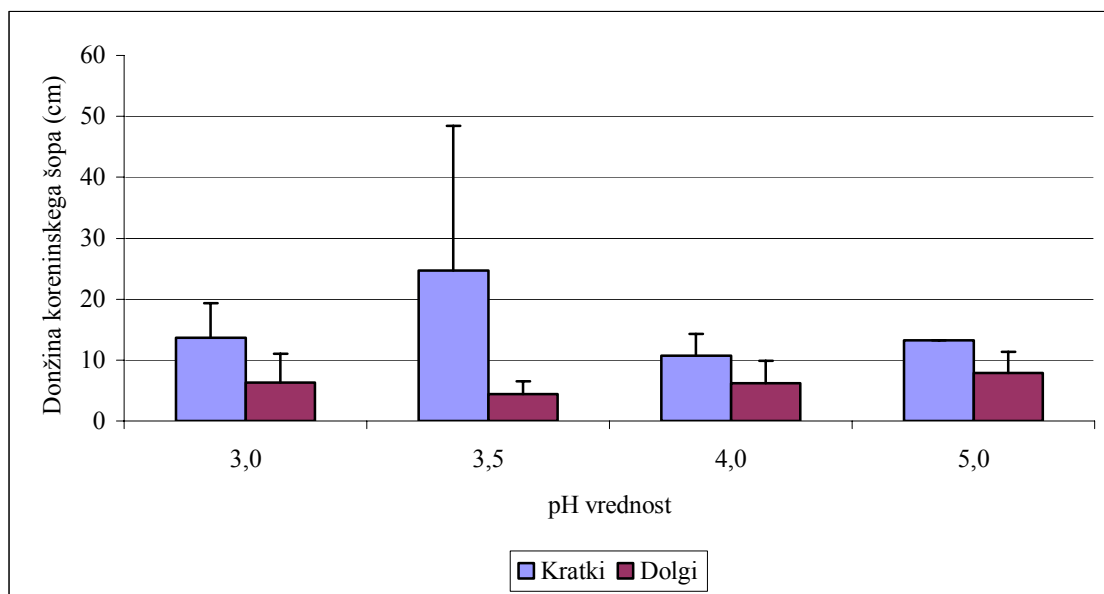
Preglednica 8 prikazuje rezultate meritev po posameznih parcelah, za število glavnih korenin. Pri številu razvitih korenin na potaknjenc so se statistično značilne razlike pokazale med dolžinama potaknjencev. Kratki potaknjenci so razvili večje število glavnih korenin pri nižji pH-vrednosti, dolgi potaknjenci pa pri večji pH-vrednosti.

Preglednica 8: Število glavnih korenin na kostanjev potaknjenc glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

pH-vrednost	3,0		3,5		4,0		5,0		ANOVA		
	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	dolžina	pH	inter.
Št. glavnih korenin	3,6 ±0,8	0,4 ±0,3	2,8 ±0,8	0,9 ±0,4	3,0 ±0,2	0,5 ±0,1	2,6 ±0,0	1,0 ±0,6	*	NS	NS

* označuje statistično značilne razlike, NS označuje, da statistično značilnih razlik ni bilo.

Pri kratkih potaknjencih je bil koreninski šop s 24,7 cm najdaljši pri pH-vrednost 3,5, pri dolgih potaknjencih pa je bil ravno pri tej pH-vrednosti z 2,9 cm najkrajši.



Slika 13: Dolžina koreninskega šopa pri potaknjencih kostanja glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

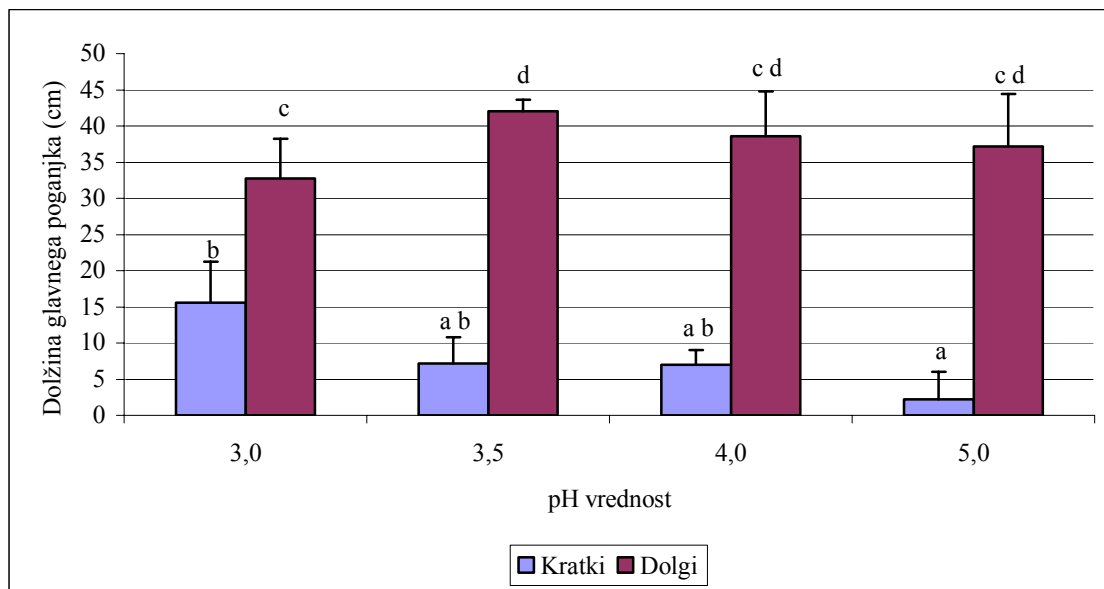
Pri dolžini koreninskega šopa so kratki potaknjenci dosegali precej boljše rezultate kot dolgi potaknjenci, vendar statistično značilnih razlik ni bilo (preglednica 9).

Preglednica 9: Dolžina koreninskega šopa na kostanjev potaknjencec glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

pH-vrednost	3,0		3,5		4,0		5,0		ANOVA		
	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	dolžina	pH	inter.
Koreninski šop	13,7 ±5,6	6,3 ±4,7	24,7 ±23,7	4,4 ±2,1	10,7 ±3,6	6,2 ±3,7	13,2 ±0,0	7,9 ±3,4	NS	NS	NS

* označuje statistično značilne razlike, NS označuje, da statistično značilnih razlik ni bilo.

Pri kratkih potaknjencih je bil glavni poganjek z 15,6 cm najdaljši pri najmanjši pH-vrednosti, pri dolgih potaknjencih pa z 42 cm pri pH-vrednosti 3,5 (slika 14).



Slika 14: Dolžina glavnega poganjka pri potaknjencih kostanja glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

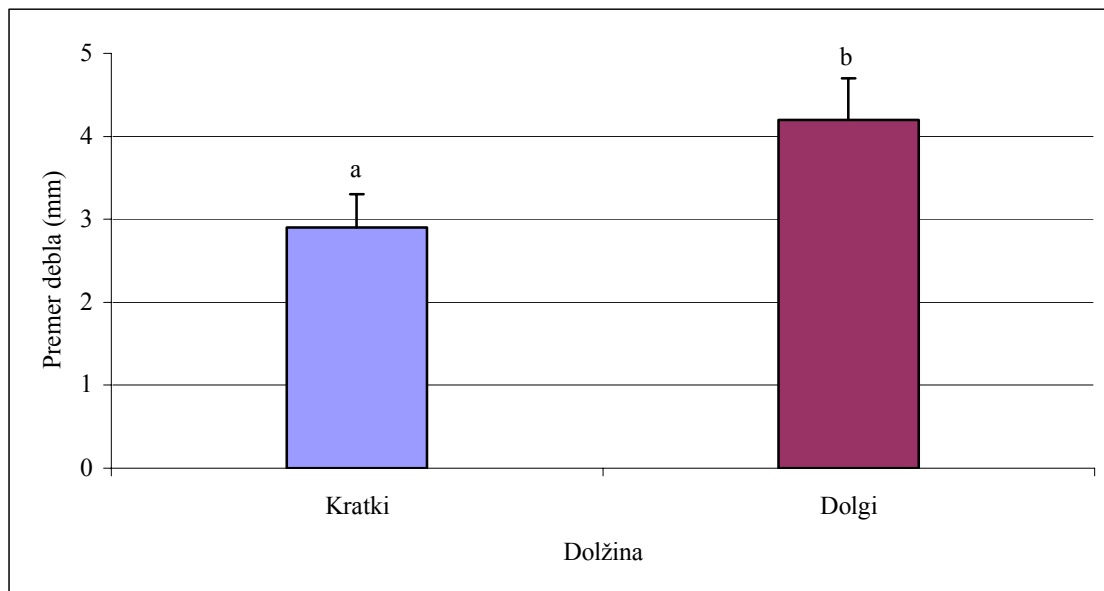
Rezultati meritev glavnega poganjka so zbrani v preglednici 10. Pri dolžini glavnega poganjka so se statistično značilne razlike pokazale pri interakciji.

Preglednica 10: Dolžina glavnega poganjka pri potaknjencih kostanja glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

pH-vrednost	3,0		3,5		4,0		5,0		ANOVA		
	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	dolžina	pH	inter.
Glavni poganjek	15,6 ±5,6	32,7 ±5,5	7,2 ±3,6	42,0 ±1,6	7,0 ±2,0	38,6 ±6,2	6,6 ±0,0	37,2 ±7,2	NS	NS	*

* označuje statistično značilne razlike, NS označuje, da statistično značilnih razlik ni bilo.

Premer debela pri interakciji ni kazal statistično značilnih razlik. Povprečen premer debela je znašal pri kratkih potaknjencih 2,9 mm, pri dolgih potaknjencih pa 4,2 mm (slika 15).



Slika 15: Premer debela potaknjencev kostanja glede na različni dolžini potaknjencev. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

Pri premeru debela so se statistično značilne razlike pokazale med dolžinama potaknjencev (preglednica 11). Najmanjši premer pri kratkih potaknjencih (2,6 mm) je bil pri največji pH-vrednosti substrata, ravno nasprotno je bil pri dolgih potaknjencih premer najmanjši (3,8 mm) pri najmanjši pH-vrednosti.

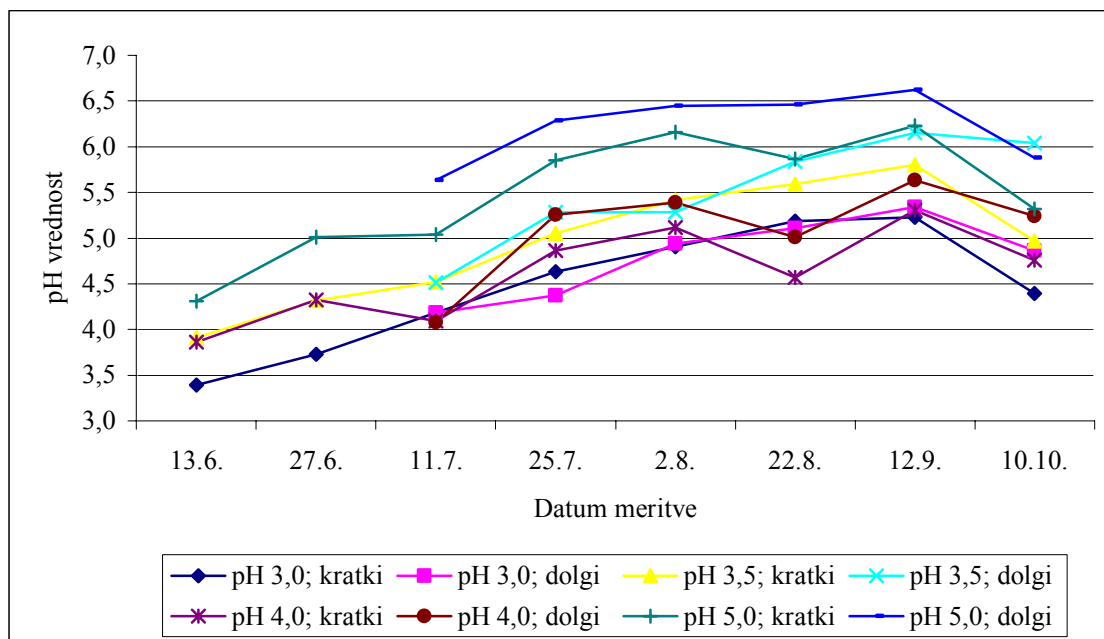
Preglednica 11: Premer debela pri potaknjencih kostanja glede na različne pH-vrednosti substrata. Prikazana so povprečja ± standardna napaka, N=30.

pH-vrednost	3,0		3,5		4,0		5,0		ANOVA		
	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	kratki	dolgi	dolžina	pH	inter.
Premer debela	3,1 ±0,3	3,8 ±0,4	2,7 ±0,2	4,5 ±0,1	3,2 ±0,5	4,3 ±0,2	2,6 ±0,0	4,3 ±0,8	*	NS	NS

* označuje statistično značilne razlike, NS označuje, da statistično značilnih razlik ni bilo.

4.2 REZULTATI SPREMLJANJA pH-VREDNOSTI SUBSTRATA

Preko rastne dobe smo spremljali spreminjanje pH-vrednosti substrata. V povprečju je pH-vrednost substrata v rastni dobi naraščala. Pri neenakomernem naraščanju krivulj je verjetno prišlo do odstopanj zaradi nenatančnega določanja volumske gostote substrata pri stresanju. Sicer se je tekom ravnega leta pH-vrednost substrata na vseh parcelah dvignila, le pri zadnji meritvi je vrednost padla.



Slika 16: Gibanje pH-vrednosti substrata glede na datum jemanja vzorca v odvisnosti od dolžine potaknjencev ter pH-vrednosti substrata.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Delež ukoreninjenih potaknjencev je bil pri kratkih potaknjencih v povprečju 16,1 %, pri dolgih potaknjencih pa 8,7 %. Z vidika drevesničarske pridelave veliko obetajo dolgi potaknjenci, ker hitreje dosežejo željeno višino. Analiza rezultatov je pokazala, da so se kratki potaknjenci bolje koreninili pri manjši pH-vrednosti, medtem ko so dolgi potaknjenci bolje uspevali pri večji pH-vrednosti. Delež ukoreninjenih kratkih potaknjencev bi bil še veliko boljši, če ne bi bilo potaknjencev, ki so se ukoreninili, a so kasneje propadli. Pri dolgih potaknjencih ni bilo veliko takih, ki bi razvili korenine in kasneje propadli, zelo velik pa je bil delež potaknjencev s kalusom.

V dosedanjih raziskavah so pri poskusih razmnoževanja kostanja s potaknjenci večkrat primerjali koreninjenje sort 'Marsol' in 'Maraval', pri čemer je bilo koreninjenje sorte 'Marsol' večinoma bolj problematično. Kot navaja Krulc (2006), je bilo koreninjenje sorte 'Marsol' pri dolgih potaknjencih 25,8 %, medtem ko so se kratki koreninili le z 0,8 %. Ugotovljeno je bilo, da je bil delež ukoreninjenja med različnima sortama veliko bolj izenačen, kot pa med različnima dolžinama znotraj ene sorte, kar je precej drugače od predhodnih rezultatov, pa tudi rezultatov te diplomske naloge. Z vidika razvoja korenin je tvorba kalusa opredeljena negativno, oziroma kaže na težavnejše koreninjenje (Osterc, 2002). Kakovost koreninskega sistema ocenjujemo po številu glavnih korenin, njihovo število se kasneje težko poveča. Poskus je potrdil, da imajo potaknjenci, pri katerih so se razvili tako kalus kot tudi glavne korenine, v povprečju manj glavnih korenin. Število glavnih korenin je zelo pomembno, ker mora potaknjenev v rastni sezoni razviti dovolj obsežen koreninski splet, da lahko načrpa in obnovi zaloge hranil, kar mu zagotavlja lažjo prezimitev prve zime.

Delež ukoreninjenih potaknjencev je bil večji pri manjši pH-vrednosti za kratke potaknjence, medtem ko je bil pri dolgih potaknjencih delež večji pri večji pH-vrednosti. Statistično značilne razlike so bile pri interakciji preživelih ukoreninjenih potaknjencev.

Pri bazalno ukoreninjenih potaknjencih so bile statistično značilne razlike le med dolžinama. Delež bazalno ukoreninjenih potaknjencev je bil večji pri dolgih potaknjencih. Pri akrobazalno ukoreninjenih potaknjencih so bile statistično značilne razlike prav tako le med dolžinama, kjer je bil delež akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev večji pri kratkih potaknjencih.

Pri ukoreninjenih potaknjencih s kalusom se je statistično značilna razlika pokazala le med dolžinama. Delež ukoreninjenih potaknjencev s kalusom je bil pri dolgih potaknjencih v povprečju 51,7 % pri kratkih potaknjencih pa 12 %, pri čemer se je kalus razvil v glavnem pri večji pH-vrednosti. Na razvoj kalusa verjetno vpliva tudi tretiranje s hormonsko mešanico, saj dolgi potaknjenci verjetno vsebujejo več endogenega avksina, možno je tudi,

da ga sami toliko več sintetizirajo. V raziskavi (Harbage in sod., 1998), so pri mikropotaknjencih jablane prišli do zaključka, da pH-vrednost substrata verjetno vpliva na formiranje korenin tako, da vpliva na vsrkanje IBA, ne vpliva pa na metabolizem potaknjenca. V nadaljnje raziskave bi morda vključili natančnejše analize materiala, ki ga nameravamo potakniti.

Pri premeru kalusa na potaknjencih, ki so razvili tudi korenine, so bile statistično značilne razlike le med dolžinama. Kratki potaknjenci so tvorili manjši premer kalusa, prav tako se je kalus pojavljal na bistveno manjšem številu potaknjencev, kot pri dolgih potaknjencih.

Pri potaknjencih s kalusom a brez korenin je bilo pri kratkih potaknjencih takšnih manj kot odstotek. Z 20 % se je kalus tvoril predvsem pri dolgih potaknjencih. Statistično značilne razlike so se pojavile med dolžinama potaknjencev.

Pri premeru kalusa na potaknjencih, ki niso razvili korenin, je bila interakcija statistično značilna. Pri najmanjši in največji pH-vrednosti se kratki potaknjenci s kalusom in brez korenin sploh niso razvili. Med dolgimi potaknjenci ni bilo velikih razlik pri premeru kalusa, samo število potaknjencev s kalusom pa je bilo pri večji pH-vrednosti skoraj polovico manjše.

Med potaknjenci, ki so se ukoreninili, a kasneje propadli, je bilo takšnih pri kratkih potaknjencih približno 15 %, medtem ko je bilo pri dolgih potaknjencih 10 % propadlih le pri največji pH-vrednosti. Statistično značilne razlike so se pokazale pri interakciji.

Pri številu korenin so se statistično značilne razlike pokazale med dolžinama potaknjencev. Sicer je bil pri kratkih potaknjencih najboljši rezultat dosežen pri najnižji pH-vrednosti, kjer je imel v povprečju vsak potaknjeneč več kot tri korenine, pri dolgih potaknjencih pa je bil najboljši rezultat (ena korenina) pri največji pH-vrednosti.

Pri dolžini koreninskega šopa statistično značilnih razlik ni bilo. Pri kratkih potaknjencih je bil najboljši rezultat (24,7 cm) dosežen pri pH-vrednosti 3,5. Pri dolgih potaknjencih pa je bil ravno tu rezultat najslabši (4,4 cm), medtem ko je bil najboljši (7,9 cm) dosežen pri pH-vrednosti 5,0.

Glede dolžine glavnega poganjka so se statistično značilne razlike pokazale pri interakciji. V rastni sezoni pravega prirasta ni bilo, ker je vrhnji poganjek večinoma propadel, tako da se je rast nadaljevala iz nižjega brsta. Prav tako si je moral potaknjeneč za nadaljnjo rast najprej načrpati dovolj hranilnih snovi, zaradi česar je moral najprej razviti primeren koreninski sistem. Pri kratkih potaknjencih je bil glavni poganjek najdaljši (15,6 cm) pri pH-vrednosti 3,0, pri dolgih potaknjencih (42,0 cm) pa pri pH-vrednosti 3,5.

Pri premeru debla so se statistično značilne razlike pokazale med dolžinama potaknjencev. Sicer velikih razlik znotraj enake dolžine potaknjencev tukaj ni bilo. Kot smo pričakovali,

je bil povprečen premer debla pri kratkih potaknjencih manjši (2,9 mm), kot pri dolgih potaknjencih (4,2 mm). Najmanjši premer je bil pri kratkih potaknjencih pri največji pH-vrednosti substrata, ravno nasprotno je bil najmanjši premer pri dolgih potaknjencih pri najmanjši pH-vrednosti.

Razloge za takšna odstopanja rezultatov pri kratkih potaknjencih lahko iščemo v manjših vsebnostih rezervnih snovi v samih potaknjencih, nihanja dobljenih vrednosti pa si lahko razlagamo tudi z različno reakcijo potaknjenca na dejavnike okolja. Z vidika razmnoževanja so morda primernejši dolgi potaknjenci, ker lahko pri koreninjenju pričakujemo manjša nihanja med leti s tem pa tudi enakomernejši izplen sadik.

Zakaj je prišlo do razlik pri deležu ukoreninjenja kratkih in dolgih potaknjencev, bi bilo potrebno preveriti z nadaljnjimi poskusi, pri katerih bi poleg naših dveh faktorjev vključili še kakšnega. Proučiti bi bilo potrebno, kakšna je optimalna dolžina potaknjenca, da bi iz rastlinskega materiala, ki ga imamo na voljo, dobili optimalen izplen sadik. Zanimivo je, da se pri koreninjenju kratki potaknjenci obnašajo podobno kot mikropotaknjenci v raziskavi, ki so jo opravili Harbage in sod. (1998), medtem ko so se dolgi potaknjenci bolje koreninili pri večji pH-vrednosti. Pri raziskavi stresa v fazi koreninjenja (Krulc, 2006) je bilo na podlagi meritev fenolnih snovi v listih potaknjencev ugotovljeno, da je stres v tej fazi pri potaknjencih predvsem pri dolgih potaknjencih minimalen. V nadaljnje raziskave bi vključili spremljanje fenolov v bazi potaknjencev. Z analizo dobljenih rezultatov bi morda lažje razložili, zakaj prihaja do razlik v koreninjenju med kratkimi in dolgimi potaknjenci.

Pomembno je mesto rezi na matični rastlini. Pri rezultatih je lahko prišlo do odstopanj tudi zato, ker so bili potaknjenci rezani na različnih matičnih rastlinah ter na različnih mestih znotraj ene rastline. Vse snovi v rastlinskem tkivu pa niso enakomerno zastopane po celi rastlini.

Meglilni sistem se je oskrboval z mehčano vodo, a je v njej verjetno vseeno ostalo toliko kalcija, da je bil to glavni razlog za dvig pH-vrednosti substrata. Vzorce substrata smo jemali na površini substrata, tako da se je pri zadnji meritvi verjetno že pokazal vpliv spiranja kalcija nižje v substrat, zaradi česar smo dobili manjše pH-vrednosti.

Pri raziskavi so se potrdile domneve (Smole in Črnko, 2000), da pri metodi megljenja ni večjih težav z boleznimi in škodljivci, ker jim visoka vlaga ne ustreza. Do pojava bolezni v poskusu ni prišlo, tako da tudi zaščita rastlin ni bila potrebna.

5.2 SKLEPI

Kot smo domnevali, ima pH-vrednost substrata pomemben vpliv na ukoreninjanje potaknjencev kostanja. Rezultati poskusa v sistemu meglenja so pokazali, da je bilo koreninjenje kratkih potaknjencev uspešnejše pri manjši pH-vrednosti substrata, dolgi potaknjenci pa so se uspešneje koreninili pri večji pH-vrednosti substrata.

Metoda meglenja se je pri razmnoževanju kostanja pokazala kot dobra, vendar bi jo bilo koristno še dopolniti.

Poudariti je potrebno, da lahko potaknjenelec reagira drugače, kadar spreminjamo samo en parameter, kot takrat, ko spreminjamo več različnih parametrov hkrati.

Mogoče je, da so pri kratkih potaknjencih zaradi manjših zalog hranil imeli na ukoreninjenje večji vpliv drugi zunanji dejavniki, kot pri dolgih potaknjencih.

Ob potiku smo se odločili za precej veliko razliko med dolžinama kratkih in dolgih potaknjencev. Morda bi bili rezultati bolj nazorni, če bi dodali še kakšno drugo dolžino potaknjencev. Zanimivo bi bilo, če bi več let zapored zastavili enako zasnovane poskuse ter spremljali rezultate. Tako bi lahko ugotovili, kakšen je dejansko vpliv posameznega leta na rezultate.

Pomembno bi bilo ugotoviti, zakaj prihaja do takih razlik pri deležih ukoreninjenja v različnih letih poskusov, saj je za drevesničarja zelo pomembno, da lahko načrtuje število potaknjencev, ki jih mora potakniti, da bo imel na koncu primeren obseg izplena, potrebnega za prodajo.

Končni izplen sadik v drevesničarski pridelavi ni odvisen le od deleža ukoreninjenih potaknjencev, temveč tudi od utrjevanja, torej prezimitve prve zime. Pomembno je ali si je potaknjenelec načrpal dovolj snovi, da lahko spomladi uspešno nadaljuje z rastjo.

6 POVZETEK

Z vidika razmnoževanja prištevamo pravi kostanj (*Castanea* sp.) med bolj problematične rastlinske rodove. Metode razmnoževanja s semeni ali s cepljenjem so lahko problematične zaradi težav kot so slabo zaraščanje, možnost okužbe skozi cepilno mesto, nekompatibilnosti cepiča s podlago. Razmnoževanje kostanja s potaknjenci se je v predhodnih poskusih pokazalo kot zanimiva alternativa obstoječima metodama. Zato smo v okviru diplomske naloge izvedli poskus v plastenjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani, kjer smo želeli proučiti vpliv pH-vrednosti substrata na ukoreninjenje zelenih potaknjencev kostanja sorte 'Marsol'.

Potaknjence smo pridobili iz sedem let starih matičnih rastlin. Praktični del poskusa je potekal od 7. 6. 2005 do 27. 12. 2005. Zastavili smo dvofaktorski poskus, potikali smo samo vršne potaknjence. Poskusna faktorja sta bila dolžina potaknjencev ob potiku (15 cm, 50 cm) in pH-vrednost (3,0; 3,5; 4,0; 4,5) substrata ob potiku. Poskus je bil zastavljen s tremi ponovitvami na štiriindvajsetih parcelah.

Najbolje so se koreninili kratki potaknjenci pri manjši pH-vrednosti. Ukoreninilo se je 25 odstotkov potaknjencev pri pH-vrednosti 3 in 4, medtem ko so bili rezultati slabši pri pH-vrednosti 3,5 in 5. Nasprotno so se dolgi potaknjenci najboljše koreninili pri večji pH-vrednosti, teh je bilo več kot 13 %.

Na parcelah s kratkimi potaknjenci je več kot 10 % potaknjencev propadlo, medtem ko je bil pri dolgih potaknjencih večji odstotek propadlih le pri največji pH-vrednosti. Pri dolgih potaknjencih je bilo 20 % takšnih, ki so tvorili kalus, pri kratkih pa je bilo takšnih za manj kot odstotek.

Premer kalusa je bil pri kratkih potaknjencih bistveno manjši, kot pri dolgih potaknjencih, hkrati pa se je pojavljal na bistveno manjšem številu potaknjencev.

Rezultati kakovosti koreninskega šopa so sovpadali z rezultati pri samem koreninjenju potaknjencev.

Prirasta glavnega poganjka ni bilo, ker je vrhnji poganjek večinoma propadel, potaknjenec pa je pričel z rastjo iz nižjega brsta.

Med letom smo jemali vzorce substrata in tako spremljali pH-vrednost substrata v času rastle sezone. Ugotovili smo povečanje pH-vrednosti v sezoni, verjetno zaradi vode, s katero je bil oskrbovan meglilni sistem. Do padca pH-vrednosti pri zadnji meritvi je verjetno prišlo zaradi izključenega meglilnega sistema.

7 VIRI

- Arteca R. N. 1996. Plant growth substances: principles and applications. New York, Chapman & Hall: 332 str.
- Eleršek L., Jurc D., Grzin J. 1987. Vegetativno razmnoževanje pravega kostanja. Ljubljana, Gozdarski vestnik, 45, 2: 72-76.
- Golob I. 1989. Razmnožujmo okrasne rastline. Ljubljana, Kmečki glas: 197 str.
- Harbage J. F., Stimart D. P., Auer C. 1998. pH Affects 1H-indole-3-butyric acid uptake but not metabolism during the initiation phase of adventitious root induction in apple microcuttings. Journal of the American Society for Horticultural Science. 123,1: 6-10
- Hartmann H. T., Kester D. E., Davies F. T., Geneve L. R. 1997. Plant propagation. Principles and Practices. New Jersey, Prentice Hall: 770 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.
- Mac Cartaigh D., Spethmann W. 2000. Krüssmanns Gehölzvermehrung. Berlin, Parey Buchverlag: 441 str.
- Mbabu P., Spethmann W. 2005. Effect of Length of Cuttings, Substrate pH and Mineral nutrition on Rooting of *Pyrus communis* Cultivars. European Journal of Horticultural Science, 70 (4): 189-194
- Osterc G. 2002. Drevesničarstvo: Študijsko gradivo pri predavanjih 2001/2002. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo (neobjavljeno, osebni vir)
- Osterc G., Solar A., Štampar F. 2001. Chestnut propagation with leafy cuttings: preliminary results. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, 77, 2: 201-204
- Osterc G., Spethmann W. 2000. The effect of the Mineral nutrition and pH of the rooting substrate on rooting and mineral content of cherry rootstock greencuttings. Phyton, 40, 4: 153-155
- 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. mar. 2004. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 331-336
- Sancin V. 1990. Velika knjiga o oljki. Trst, Založništvo tržaškega tiska: 319 str.
- Sinkovič T. 2000. Uvod v botaniko. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 176 str.

- Smole J., Črnko J. 2000. Razmnoževanje sadnih rastlin. Ljubljana, Kmečki glas: 141 str.
- Solar A. 2003. Kostanj. V: Sadni izbor za Slovenijo 2002. Godec B. (ur.). Krško, Revija SAD: 126-128
- Solar A. 2004. Rastlinska arhitektura. Študijsko gradivo pri predmetu Sadjarstvo. Maribor, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo (neobjavljeno, osebni vir)
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 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. mar. 2004. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 695-700

ZAHVALA

Najprej se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Gregorju OSTERCU za mentorstvo in strokovno pomoč pri praktičnem in teoretičnem delu diplomske naloge.

Najlepše se zahvaljujem tudi celotni katedri za Sadjarstvo in vsem, ki so kakorkoli pripomogli pri nastajanju diplomske naloge in me spremljali v času študija.

Priloga A

Razpored parcel

Kratki; 3,0; 3	Kratki; 3,0; 2	Kratki; 3,0; 1
Dolgi; 3,0; 2	Dolgi; 3,0; 3	Dolgi; 3,0; 1
Dolgi; 3,5; 2	Kratki; 3,5; 1	Dolgi; 3,5; 3
Kratki; 3,5; 3	Kratki; 3,5; 2	Dolgi; 3,5; 1
Kratki; 4,0; 3	Dolgi; 4,0; 1	Kratki; 4,0; 1
Dolgi; 4,0; 3	Dolgi; 4,0; 2	Kratki; 4,0; 2
Kratki; 5,0; 3	Kratki; 5,0; 1	Dolgi; 5,0; 2
Dolgi; 5,0; 1	Dolgi; 5,0; 3	Kratki; 5,0; 2

Legenda:

Dolžina potaknjenca; pH-vrednost substrata; ponovitev poskusa

