

**UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO**

Jerneja ČODERL

**PRIMERJAVA RAZLIČNIH RAZMNOŽEVALNIH
METOD PRI PRAVEM KOSTANJU (*Castanea* sp.)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

**UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO**

Jerneja ČODERL

**PRIMERJAVA RAZLIČNIH RAZMNOŽEVALNIH METOD PRI
PRAVEM KOSTANJU (*Castanea sp.*)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**COMPARISON OF PROPAGATION METHODS IN CHESTNUT
(*Castanea sp.*)**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana 2011

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstvo – agronomija. Opravljeno je bilo na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo Oddelka za agronomijo, Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Preučevana kostanjeva drevesa so posajena na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomske naloge imenovala izr. prof. dr. Gregorja OSTERCA in za somentorico diplomskega dela viš. znan. sod. dr. Anito SOLAR.

Komisija za oceno in zagovor:

- Predsednica: prof. dr. Katja VADNAL
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- Član: izr. prof. dr. Gregor OSTERC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- Članica: viš. znan. sod. dr. Anita SOLAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- Članica: izr. prof. dr. Zlata LUTHAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

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

Jerneja ČODERL

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 634.53:6311535:581.165.7(043.2)
KG	sadjarstvo / pravi kostanj / potaknjenci / cepljenje
KK	AGRIS F02
AV	ČODERL, Jerneja
SA	OSTERC, Gregor (mentor), SOLAR, Anita (somentorica)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2011
IN	PRIMERJAVA RAZLIČNIH RAZMNOŽEVALNIH METOD PRI PRAVEM KOSTANJU (<i>Castanea</i> sp.)
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	XI, 39, [5] str., 6 pregl., 19 sl., 42 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V raziskavi, ki smo jo opravili v letih 2005 in 2008, smo preučili rast in razvoj mladih dreves kostanjevih hibridov (<i>C. creanta</i> x <i>C. sativa</i>) in zgradbo štiriletne rodne veje. V meritve leta 2005 smo vključili osem dreves sorte 'Marsol'. Štiri so razmnožena s potaknjenci, štiri pa s cepljenjem na kaleče seme. Analizirali smo ves nadzemni del mladih dreves. Na njih smo izmerili spodnji in zgornji premer debla, višino debla, dolžino glavnega poganjka (N), število nodijev in dolžino internodijev na (N), število stranskih poganjkov prvega reda (N+1), drugega (N+2), tretjega (N+3) in četrtega reda (N+4), njihovo dolžino število nodijev in dolžino internodijev. V meritve 2008 smo vključili po dve drevesi potaknjencev in dve drevesi cepljenih kostanjev, na katerih smo naključno izbrali po dve rodni veji, zgrajeni iz štiriletnega nosilnega poganjka (N) z vsemi pripadajočimi triletnimi (N+1), dvoletnimi (N+2) in enoletnimi poganjki (N+3). Na rodni vejah smo izvedli naslednje meritve: število in dolžina vseh poganjkov, premer poganjkov (N), (N+1) in (N+2), število nodijev na teh poganjkih, zaporedno število nodija na katerem so se razvili ženski cvetovi (♀) in moška socvetja (♂), število (♀) in (♂), število ježic, število plodov v ježici in število listov na rodnem poganjku. Iz povprečnih vrednosti merjenih parametrov smo ugotovili, da je bil glavni poganjek pri potaknjencih dolg 142 cm, pri cepljenih kostanjih pa 69 cm. Mladi potaknjenci so imeli v prvih treh letih razvoja daljše poganjke z večjim številom nodijev in daljšimi internodiji kot cepljena drevesa, četrto leto pa je bilo razmerje obratno. Podobno razmerje smo ugotovili tudi za dolžino glavnega in stranskih tri (N+1) in dvoletnih (N+2) poganjkov v rodni veji. Potaknjenci so v povprečju razvili 1,2 ženska cveta (♀) in 1,5 ježice na poganjek, cepljeni kostanji pa 0,8 (♀) in 0,6 ježice na poganjek. Potaknjenci so imeli v eni ježici 0,6 normalno razvitih in 2,5 nerazvitih kostanjev, cepljena drevesa pa 0,5 normalnih in en zakrnel kostanj. Bujnost rasti glavnega in stranskih poganjkov je podobna pri mladih drevesih in v rodni veji, zato lahko iz razvoja v mladostni dobi sklepamo, kako bujno bodo rasla drevesa na začetku rodnosti. Za zanesljivejše sklepanje o razvoju in rodnosti odraslega kostanja pa so potrebne dolgotrajnejše arhitektonske analize.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 634.53:6311535:581.165.7(043.2)
CX fruit-growing / chestnut / leafy cutting / grafting
CC AGRIS F02
AU ČODERL, Jerneja
AA OSTERC, Gregor (supervisor), SOLAR, Anita (co-supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2011
TI Comparison of reproductive methods concerning chesnut (*Castanea* sp.)
DT Graduation thesis (University studies)
NO XI, 39, [5] p., 6 tab., 19 fig., 42 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Growth and development of young chestnut hybrids (*C. creanta* x *C. sativa*) and a construction of a four years-old fruiting branch were studied in years 2005 and 2008. Eight plants of the 'Marsol' cultivar were included in the trail. Four trees were propagated from leafy cuttings and another four by grafting on germinated seed. In 2005, the whole above-ground parts of young trees were analysed. We measured lower and upper trunk diameter, trunk height, length and number of nodes of the main shoot (N), length of its internodes, number of lateral shoots of the first (N+1), second (N+2), third (N+3) and fourth (N+4) order, their length, number of nodes and length of internodes. Two trees from leafy cuttings and two grafted trees were prospected in 2008, when two 4-years-old fruiting branches were randomly chosen per tree. Each branch was constructed of a 4-years-old parent shoot (N) with all corresponded 3-years-old (N+1), 2-years-old (N+2) and 1-year-old (N+3) lateral shoots. On the fruiting branches, we recorded: number and length of the shoots (N), (N+1), (N+2), their basal diameter and number of nodes, successive number of node which bore female flowers (♀) and male inflorescences (♂), number of (♀) and (♂), number of burrs, of fruits in each burr, and number leaves per fruiting shoot. The main shoot (N) measured 142 cm (cuttings), and 69 cm (grafted trees), respectively. In the first tree years of growth, young cuttings had longer shoots with more nodes and longer internodes compared to grafted trees, while the opposite ratio was observed in the fourth year of the development. Similar relationship between propagated method was found for the length of the main shoot (N) and 3-years-old and 2-years-old laterals in the fruiting branch. Each fruiting shoot bore 1.2 (♀) and 1.5 burrs in cuttings and 0.8 (♀) plus 0.6 burr in grafted trees. Vigour of the main shoot and laterals of the young chestnut was similar to those in the fruiting branch. From the intensity of the growth in young age we are able to predict this character for the fruiting period. Long-term architectural analyses are necessary for more reliable prediction of the growth and fruiting of the adult chestnut tree.

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
Okrajšave in simboli	XI
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 NAMEN RAZISKAVE	2
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 RAZVRSTITEV, IZVOR IN RAZŠIRJENOST KOSTANJA	3
2.2 EKOLOŠKE ZAHTEVE	4
2.2.1 Klimatske razmere in lege	4
2.2.2 Talne razmere in vodni režim	4
2.3 UPORABNOST	5
2.4 GOJENJE V NASADIH	5
2.5 MORFOLOŠKE IN FIZIOLOŠKE LASTNOSTI	6
2.6 VEGETATIVNO RAZMNOŽEVANJE KOSTANJA	8
2.7 ARHITEKTURA DREVES	10
2.7.1 Pomen in naloge rastlinske arhitekture	10
2.7.2 Osnovne strukture rastlin	11
2.7.3 Arhitektonske analize v sadjarstvu	12
2.7.4 Merski protokol pri rastlinski arhitekturi	14
3 MATERIAL IN METODE	16
3.1 RASTLINSKI MATERIAL	16
3.2 METODE DELA	16
3.2.1 Opis poskusa	16
3.2.2 Opravljene meritve	17
3.2.2.1 Lastnosti mladih kostanjevih dreves	17
3.2.2.2 Lastnosti izbranih poganjkov	17
3.2.3 Čas meritev	18
3.3 STATISTIČNA ANALIZA	19
4 REZULTATI	20
4.1 KVANTITATIVNE LASTNOSTI POGANJKOV V JUVENILNI DOBI (FAZI) LETO 2005	20

4.2	KVANTITATIVNE LASTNOSTI POGANJKOV V ZAČETKU OBDOBJA RODNOSTI DREVES LETO 2008	26
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	31
5.1	RAZPRAVA	31
5.2	SKLEPI	32
6	POVZETEK	35
7	VIRI	37
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Povprečna vrednost in standardni odklon za višino debla pri potaknjencih in cepljenih drevesih sorte 'Marsol' leta 2005.	20
Preglednica 2: Povprečna vrednost s standardnim odklonom za število nodijev glavnega poganjka (N) pri potaknjencih in cepljenih kostanjih sorte 'Marsol' leta 2005. Različne črke označujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$ (ANOVA).	22
Preglednica 3: Povprečno število nodijev s standardnim odklonom za poganjke prvega (N+1), drugega (N+2), tretjega (N+3) in četrtega reda (N+4) pri potaknjencih in cepljenih kostanjih sorte 'Marsol' leta 2005. Različne črke označujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$ (ANOVA). NP: ni podatkov	24
Preglednica 4: Ženski cvet na zaporedni nodij pri potaknjencih in cepljenih drevesih sorte 'Marsol' leta 2008 s standardnim odklonom.	28
Preglednica 5: Moški cvet na zaporedni nodij pri potaknjencih in cepljenih drevesih kostanjev sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka.	28
Preglednica 6: Število razvitih in nerazvitih plodov na ježico, pri potaknjencih in cepljenih drevesih sorte 'Marsol' leta 2008, s standardnim odklonom. Različne črke označujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$ (ANOVA).	30

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Razširjenost kostanja (Zavod ..., 2010)	1
Slika 2: Listi pravega kostanja (Kotar in Brus 1999)	6
Slika 3: Žensko socvetje (levo) in moška socvetja sredi junija (desno) (Kotar in Brus, 1999)	7
Slika 4: Zaprta ježica (levo) in odprta, odpadla ježica (desno) (Foto: Čoderl, 2008)	8
Slika 5: Shema mladega kostanjevega drevesa sorte 'Marsol'	17
Slika 6: Shema štiriletne rodne veje kostanja, sorte 'Marsol'	18
Slika 7: Povprečne vrednosti za spodnji premer debla pri potaknjencih in cepljenih drevesih in zgornji premer debla pri potaknjencih in cepljenih drevesih sorte 'Marsol' leta 2005. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilne razlike pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike, kjer črk ni, ni razlike.	21
Slika 8: Povprečna dolžina glavnega poganjka (N) pri potaknjencih in cepljenih kostanjevih drevesih sorte 'Marsol' leta 2005. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilne razlike pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike.	21
Slika 9: Povprečna dolžina internodijev glavnega poganjka (N) potaknjencev in cepljenih kostanjevih dreves sorte 'Marsol' leta 2005. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilna razlika pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike.	22
Slika 10: Povprečno število stranskih poganjkov prvega (N+1), drugega (N+2), tretjega (N+3) in četrtega (N+4) reda pri potaknjencih in cepljenih kostanjevih dreves sorte 'Marsol' leta 2005. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilna razlika pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike, kjer črk ni, ni statistično značilne razlike.	23
Slika 11: Povprečna dolžina stranskih poganjkov prvega (N+1), drugega (N+2), tretjega (N+3) in četrtega (N+4) reda pri potaknjencih in cepljenih kostanjevih dreves sorte 'Marsol' leta 2005. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilna razlika pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike, kjer črk ni, ni statistično značilne razlike.	24
Slika 12: Povprečna dolžina internodijev za poganjke prvega (N+1), drugega (N+2), tretjega (N+3) in četrtega (N+4) reda pri potaknjencih in cepljenih kostanjevih dreves sorte 'Marsol' leta 2005. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilna razlika pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne	

	črke pomenijo statistično značilne razlike, kjer črk ni, ni statistično značilne razlike.	25
Slika 13:	Povprečno število poganjkov (N), (N+1), (N+2) in (N+3) pri potaknjencih in cepljenih kostanjih sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka.	26
Slika 14:	Povprečna dolžina poganjkov (N), (N+1), (N+2) in (N+3) pri potaknjencih in cepljenih drevesih kostanja sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka.	27
Slika 15:	Premjer poganjkov (N), (N+1) in (N+2) pri osnovi, pri potaknjencih in cepljenih drevesih kostanja sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka.	27
Slika 16:	Povprečno število nodijev poganjkov (N), (N+1), (N+2) in (N+3) pri potaknjencih in cepljenih drevesih kostanja sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilna razlika pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike, kjer črk ni, ni statistično značilne razlike.	28
Slika 17:	Povprečno število ženskih cvetov pri potaknjencih in cepljenih kostanjih sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka.	29
Slika 18:	Povprečno število ježic na rodnem poganjku (N+3) pri potaknjencih in cepljenih kostanjih sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilna razlika pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike.	29
Slika 19:	Povprečno število listov rodnega poganjka potaknjencev in cepljenih dreves kostanja sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka.	30

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Primer izpolnjenega merilnega kartona za mlado kostanjevo drevo

PRILOGA B: Primer izpolnjenega merilnega kartona za štiriletno rodno vejo

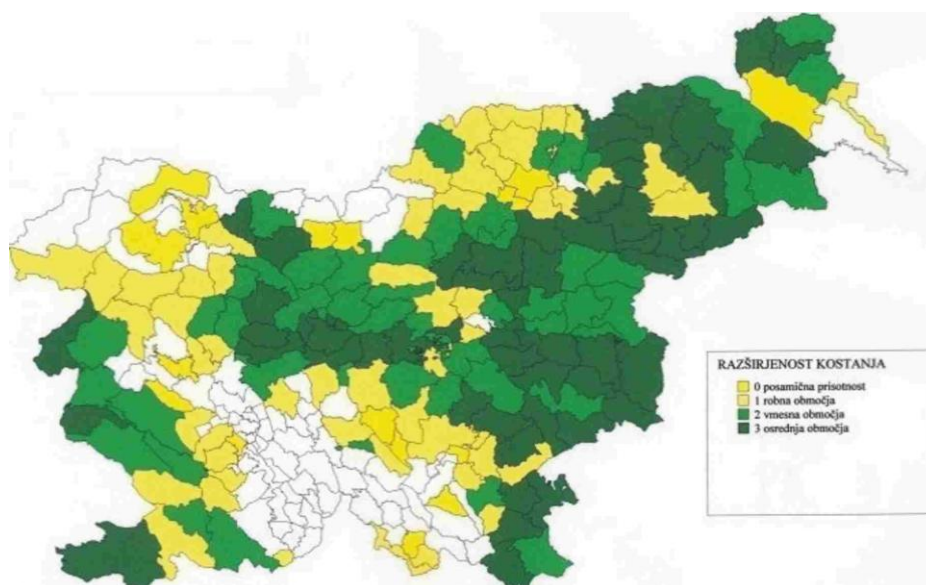
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

oz.	oziroma
sod.	sodelavci
npr.	na primer
angl.	angleško
cit.	citirano
(♀)	ženski cvet
(♂)	moško socvetje

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Pravi kostanj (*Castanea* sp.) sodi v družino bukovk (Fagaceae) in najbolje uspeva v milem podnebju, kjer ni močnih vetrov in poznega mraza, suše ali čezmernih padavin. Raste do nadmorske višine 800 m. Evropski, pravi ali navadni kostanj (*Castanea sativa*), izvira iz predelov okrog Sredozemskega morja, med Portugalsko in Kaspijskim jezerom. V preteklosti se je razširil daleč zunaj meja svojega naravnega območja. Danes raste v vseh Mediteranskih deželah, na ozemlju nekdanje Jugoslavije, na Madžarskem, v Švici, Nemčiji, Belgiji, na Nizozemskem, v Veliki Britaniji; na severu Evrope seže vse do južne Skandinavije. Velika rastišča so še v Turčiji in severni Tuniziji ter Alžiriji. V Sloveniji so rastišča evropskega pravega kostanja razširjena na treh večjih območjih. Prvo območje zajema Koprsko, Goriška Brda, dolino Soče in Vipavsko dolino. Ti kraji so znani po debeloplodnih maronih. Drugo območje evropskega pravega kostanja je vzhodna Slovenija, ki se razprostira od Goriškega na skrajnem severovzhodu do Bele Krajine na jugovzhodu. Tu rastejo kostanji z zelo raznolikimi plodovi, od debelih do najbolj drobnih plodov. Tretje območje evropskega pravega kostanja v Sloveniji pa je v osrednji Sloveniji, ki zajema Ljubljansko kotlino z zaledjem (slika 1). Tudi za to območje je značilna velika raznolikost v kakovosti plodov (Štampar in sod., 2005).



Slika 1: Razširjenost kostanja (Zavod ..., 2010)

Pravi kostanj je bil pri nas in v Evropi v preteklosti veliko bolj razširjen, kot je danes, saj sta velik del kostanja uničili bolezni kostanjev rak in črnilovka. Zelo nevarna je gliva *Cryphonectria parasitica* Murr., ki povzroča kostanjev rak. Prvotno se je kot parazit pojavila na Kitajskem in Japonskem na sorodnikih evropskega pravega kostanja in tam ni povzročal veliko škode. Leta 1904 se je pojavila na severnoameriškem kostanju (*Castanea*

dentata Borkh.) in v nekaj letih tam uničil velik kostanjevih gozdov. Leta 1938 so bolezen opazili v Italiji, od tam pa se je razširila po vsej Evropi in po letu 1950 tudi v Slovenijo. Pri nas so se gozdovi pravega kostanja zmanjšale za polovico.

Pravi kostanj je v Sloveniji iz leta v leto pomembnejša sadna vrsta, ki je z vidika razmnoževanja problematična sadna vrsta. Največjo težavo predstavlja kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica*). Kostanjev rak je glivična bolezen, ki okuži rastline predvsem preko ran. Proces cepljenja je zato pri kostanjih problematična razmnoževalna metoda, saj pušča na drevesu cepilne rane. V zadnjih letih se intenzivno razmišlja o uporabi drugih metod razmnoževanja.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

O alternativni cepljenju se v zadnjih letih razmišlja o drugih metodah razmnoževanja, npr. o razmnoževanju z zelenimi potaknjenci. Pred širšo uporabo te metode v praksi je potrebno to metodo optimirati. Pri tem ni dovolj, da proučimo le razmnoževalne rezultate, pomembno je ugotoviti, kako rastline po sajenju v nasad rastejo, kakšen volumen drevesa razvijejo, kako hitro zaključijo z juvenilnim obdobjem ter preidejo v rodno obdobje. Namen te raziskave je spremljati arhitektonski razvoj dreves in s tem povezano rodnost. Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo v vzorčnem nasadu kostanjev spremljali rast in razvoj dreves sorte 'Marsol', razmnoženih s potaknjenci in cepljenih na kaleče seme ter premerjali arhitektonski razvoj mlade sadike in sadike na začetku obdobja rodnosti.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Delovna hipoteza je, da ima razmnoževalna metoda določen vpliv na rast in arhitektonsko zgradbo mladega drevesa in rodne veje. Želeli smo ugotoviti, ali obstaja razlika v rasti pri kostanjih, razmnoženih s potaknjenci in med tistimi, ki so bili razmnoženi s cepljenjem na kaleče seme. Zanimalo nas je tudi, ali je mogoče iz arhitektonskega razvoja kostanja v juvenilni fazi sklepati na njegov razvoj v obdobju rodnosti.

2 PREGLED OBJAV

2.1 RAZVRSTITEV, IZVOR IN RAZŠIRJENOST KOSTANJA

Evropski pravi kostanj (*Castanea sativa* Mill.) sodi v družino bukovk (Fagaceae), ki je razširjena na srednjih zemljepisnih širinah, predvsem na severni in manj na južni polobli in v tropih. V to družino je vključenih 8 rodov in okoli 1000 vrst (predvsem dreves), od katerih so najbolj znane bukve (*Fagus*), hrasti (*Quercus*) in kostanji (*Castanea*). Ti trije rodovi tudi prevladujejo v listnatih in mešanih gozdovih Severne Amerike, Evrope in Azije.

Rod *Castanea* zajema poleg evropskega pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill.) tudi nekaj pomembnejših azijskih in ameriških vrst. Pomembnejše in v literaturi največkrat omenjene azijske vrste so predvsem: *C. mollissima* B1., *C. crenata* Sieb in Zucc, *C. davidii* Dode., *C. henryi* Rehd. in Wils, ameriške: *C. dentata* Borkh., *C. americana*, *C. pumila*, Mill., *C. aschii* Sudw., *C. floridana* Ashe., *C. alnifolia* Nutt., *C. ozarkensis* Ashe. Pomembni so tudi križanci *C. sativa* x *C. crenata*, *C. sativa* x *C. pumila*, *C. sativa* x *C. dentata* (Sancin, 1988; Podjavoršek, 1999).

Kitajski pravi kostanj (*Castanea mollissima* Blume) je do 20 m visoko drevo, ki raste na severu in zahodu Kitajske in deloma tudi v Koreji. Razširjen je tudi drugod po Aziji in Ameriki ter Evropi. Japonski pravi kostanj (*C. crenata* Sieb et Zucc.) je manjše, do 15 m, visoko drevo in raste na japonskih gorskih predelih (Anić in sod., 1959). Ti dve azijski vrsti uporabljajo za križanja z evropskim in tudi ameriškim pravim kostanjem z namenom pridobivanja križancev, ki bi bili odporni na kostanjev rak in črnilovko. Obe azijski vrsti imata veliko naravno odpornost proti tema dvema boleznima (Sanchez in sod., 1997).

Ameriški pravi kostanj (*C. dentata* Borkh.) je do 30 m visoko drevo, ki raste predvsem na vzhodnem delu Severne Amerike. Pred letom 1900 je bil ena najpomembnejših gozdnih vrst v Ameriki. Kostanjev rak je v pičlih 50 letih uničil 25% kostanjevih gozdov Severne Amerike (Serres in sod., 1990).

Evropski pravi kostanj izvira iz okolice Sredozemskega morja od Portugalske do Kaspijskega morja (Solar, 2001a). Razširjen je v južni Evropi (Turčiji, Balkanu, Italiji, Portugalskem, Franciji in Nemčiji), zahodni Aziji in severozahodni Afriki (Anić in sod., 1959; Eleršek, 2001).

V Sloveniji raste pravi kostanj samoniklo v vseh toplejših gričevnatih legah. Večja rastišča so na primorskem flišu, v Beli Krajini ter jugo in severovzhodnih predelih Slovenije (Kotar in Brus, 1999). Tu raste avtohtoni tip domačega kostanja do nadmorske višine okrog 800 m, kjer je značilna celinska klima (Solar, 2001a).

V Sloveniji imamo nekaj manj kot 11 ha intenzivnih nasadov kostanja (Štampar, 2004). Leta 2002 so bile v Sadni izbor za Slovenijo uvrščene 4 perspektivne sorte evrojaponskega kostanja (*C. castanea* x *C. crenata*). To so sorte 'Marsol', 'Maraval', 'Bouche de betizac' in

'Precoce migoule' (Godec in sod., 2003). Leta 2007 pa sta bili v Sadni izbor dodani še sorti 'Sobota' in 'Garronerosso'.

2.2 EKOLOŠKE ZAHTEVE

2.2.1 Klimatske razmere in lege

Kostanj je vrsta, ki je ekološko zahtevnejša in dobro uspeva le v toplejšem podnebju z daljšo rastno dobo 6 – 7 mesecev. Ustrezajo mu območja z vlažno klimo (obilne padavine in visoka zračna vlaga), toplimi poletji, milo zimo, veliko svetlobe, kjer ni močnih vetrov, zgodnjih in poznih pozeb, previsokih temperatur in dolgih sušnih obdobj. Uvrščamo ga med polsencozdržne drevesne vrste na toplih rastiščih. V krajih izven njegove naravne razprostranjenosti potrebuje za rast in razvoj več svetlobe (Kotar in Brus, 1999).

Kostanju najbolj ustreza mediteranska in zmerna kontinentalna klima s srednjo letno temperaturo 11 – 15 °C. V času dormance prenese tudi do -26 °C. Uspešno ga je mogoče gojiti do nadmorske višine 700 m. Višje plodovi ne dozorevajo, razen če ni v bližini večjega vodnega vira, ki pozitivno vpliva na temperaturna nihanja, povečuje zračno vlažnost in jakost osvetlitve (Solar, 2001a).

Za nizke temperature je občutljiv zlasti zgodaj spomladi. Ker cveti razmeroma pozno (junij – julij), ga le te ne prizadenejo. Težje prenaša hitre temperaturne spremembe med dnevom in nočjo. V času cvetenja mu najbolj ustrezajo temperature med 15 in 18 °C (Sancin, 1988). Škodijo mu zimski mraz, če temperatura pade pod -20 °C, in poletne suše.

Odporen je proti vetrovom in viharjem (Kotar in Brus, 1999). Najbolje uspeva na rahlo nagnjenih in dobro osvetljenih južnih legah, ki niso izpostavljene premočnim vetrovom (Solar, 2001a).

2.2.2 Talne razmere in vodni režim

Raste na globokih, strukturnih tleh, saj razvije globoke in razrasle korenine. Zato potrebuje vsaj do 2 m globoka tla. Kostanj je kalcifobna rastlina in ne prenaša apna v tleh. Velika količina kalcijevega karbonata predstavlja omejujoči dejavnik za gojenje te sadne vrste. Najbolj mu ustrezajo kislila tla s pH reakcijo med 4,0 – 6,0 (Solar, 2001a). Za rast potrebuje zmerno sveža, globoka in zračna tla z visoko vsebnostjo kalija. Dobro uspeva na glinastih tleh s silikatno podlago (Kotar in Brus, 1999). Na apnenčastih tleh raste le, če so le-ta prekrita z debelo plastjo rdečih prsti (na Primorskem). Dobro uspeva na flišu. V gozdovih je kostanj v združbi z gradnom, z rdečim borom in smreko, manj z bukvijo. V grmovni plasti prevladuje borovnica, v pritlični pa mahovi (Mlakar, 1990). Gojenje kostanja je v gozdarskem smislu v Sloveniji najbolj uspelo v acidofilnih (kisljih) bukovih gozdovih, še posebej v vlažnejših oblikah združb s sajenjem in panjevskim gojenjem (Gregorič in sod., 1975).

Kostanj je velik porabnik vode, ne prenaša pa visoke podtalnice ali prevlažnih tal, v katerih se vlaga neprestano zadržuje (Solar, 2001a). Za rast in optimalni razvoj potrebuje od 1000 do 1500 mm padavin letno.

2.3 UPORABNOST

Kostanj je zanimiva in danes dokaj pozabljena drevesna vrsta, ki ima široko uporabnost. Uporabne ima vse rastlinske dele: cvetove, plodove, listje, les in lubje.

Cvetovi so dobra čebelja paša (Bulatović, 1983; Mlakar, 1990). Kostanjev med je svetlo rumen, zelo močnega vonja in je trpko, sladko-grenkega okusa. Pomaga pri boleznih jeter in čiru na želodcu (Katalinić, 1973).

Plodovi se uporabljajo za prehrano ljudi (kot nadomestek za krompir in moko) in živali (prašičev, perutnine, goveda). So zelo hranljivi, saj vsebujejo veliko ogljikovih hidratov do 47 % (od tega je največ škroba), vitaminov (predvsem vitamin C) in mineralov (kalija, fosforja, magnezija, kalcija). Plod kostanja vsebuje prav toliko ogljikovih hidratov kot koruza (Bulatović, 1983). V zdravilstvu se uporablja tudi olje iz plodov.

Lubje se uporablja v zdravilstvu kot antipiretik in antidiarik (sredstvo proti vročini in driski) (Petauer, 1993). Lubje in les se uporabljata za pridobivanje tanina. Lubje vsebuje do 12,5% tanina, les pa do 16% (Anić in sod., 1959). Tudi listi delujejo blago antidiaroično. Prav tako delujejo ugodno na dihala (proti oslovskemu kašlju) in za zdravljenje revme. Odpadlo liste so včasih uporabljali za steljo domačim živalim (Petauer, 1993).

Zelo uporaben je les kostanja, saj je trden in trajen. Uporablja se v gradbeništvu in sicer za parket, lesene konstrukcije, manjše mostove, ostrešja, podporne stebre, za pohištvo, v sodarstvu, v rezbarstvu, za kurjavo, železniške pragove, za pridobivanje celuloze, tanina in vinogradniško kolje (Petauer, 1993; Kotar in Brus, 1999; Grecs, 2002).

2.4 GOJENJE V NASADIH

Včasih je pridelava kostanjevih plodov temeljila na pobiranju kakovostnih plodov v kostanjevih gozdovih, danes pa ga pridelujejo predvsem v monokulturnih nasadih, ki zahtevajo intenzivno oskrbo.

Drevesa gojimo lahko s pravokotno, kvadratno ali trikotno razporeditvijo dreves. Minimalna razdalja sajenja je 9 x 9 m. Pri kvadratni razporeditvi je to 123 dreves/ha pri trikotni pa 145 dreves/ha (Solar, 2001b). Bolje je, če ga sadimo na razdalje 10 x 10 m. To je 70 – 100 dreves/ha, ker kostanj potrebuje veliko prostora za rast. Gojitvene oblike, ki se uporabljajo, so izboljšana piramida in kotlasta krona z 2 – 4 ogrodnimi vejami (Štampar, 2002).

V prvih letih po sajenju je potrebna obdelava in zastiranje tal okoli posamezne sadike. V juvenilni dobi drevo potrebuje dvakrat letno gnojenje z dušikom. V obdobju rodnosti

potrebuje poleg dušika še veliko kalija in magnezija (Solar, 2001b). V rodnih nasadih redčimo krošnjo, izrezujemo polomljene in odmrle veje, da dosežemo dobro osvetlitev in tvorbo asimilatov (Štampar, 2002).

2.5 MORFOLOŠKE IN FIZIOLOŠKE LASTNOSTI

Kostanj je dolgoživa drevesna vrsta, ki zlahka doseže 200 – 600 in tudi 1000 let (Sancin 1988). Kostanjevo drevo zraste do višine 30 – 40 m. V prvih letih po kalitvi raste razmeroma počasi, v starosti 10 – 50 let je priraščanje hitro, potem se upočasni, vendar traja vse do starosti več sto let. V dobrih razmerah doseže prsni premer debla do 3 m. To je največkrat ravno in čokato. Skorja je v mladosti gladka in tanka ter olivne barve, v starosti 20 let in več pa vzdolžno razbrazdana in rjavosiva (Fabčič, 1997).

Listi so enostavni, ozki, suličasti in nazobčani, 12 – 20 cm dolgi in 3 – 6 cm široki. Zgoraj so temno zeleni in gladki, spodaj svetlo zeleni do belkasti, goli ali nekoliko dlakavi. Na otip so nekoliko usnjati. Listni peclji so dolgi od 0,5 - 2,5 cm (slika 2) (Kotar in Brus, 1999).



Slika 2: Listi pravega kostanja (Kotar in Brus, 1999)

Brsti so majhni, koničasto jajčasti, rdečerjavi, goli ali nekoliko puhasti in pokriti z 2 – 3 luskolisti. Poganjki so bleščeči, rdečerjavi in pokriti s številnimi lenticelami (Mlakar, 1990; Kotar in Brus, 1999). Poganjki imajo premenjalno nameščene brste v 5 vrstah. Končni brst je posamičen in večji od stranskih. Brstenje se začne ob koncu marca oz. v začetku aprila, odvisno od sorte. Vegetativni cikel od brstenja do zorenja plodov traja od 140 do 190 dni (Sancin, 1988).

Koreninski sistem kostanja je močno razvejan in seže globoko v tla. Glavna korenina seže tudi do 6 m v globino. V zemlji najprej razvije močno vertikalno korenino, pozneje pa še močne stranske korenine (Kotar in Brus, 1999). Glavnina korenin je pri kostanju, ki je razmnožen s semenom v območju od 0,5 m do 2,7 m, pri rastlini, ki je razmnožena s koreninskimi poganjki pa od 0,2 do 1,2 m (Babnik, 1992).

Kostanj je enodomna rastlina, rodni les je enoletni. Moški in ženski cvetovi se razvijajo ločeno na isti rastlini (Solar, 2001a) (slika 3). Cvetovi so 12 – 20 cm dolgi pokončni klasi (mačice), ki zrastejo iz pazduh listov. V klasu rastejo enospolni cvetovi v nepravih kobulih. Večina klasov nosi samo moške cvetove. Moški kobul je sestavljen iz 7 cvetov. Posamezen moški cvet ima 8 – 12 prašnikov in drobno okrnjeno plodnico (Kotar in Brus, 1999). Ženski cvetovi se razvijajo pri vrhu enoletnih poganjkov posamično ali v skupinah do 5 cvetov (Solar, 2001a). Ženski cvetovi rastejo v klobučku ter so obdani s skupnim zelenim luskastim ovojem – skledico ali kupolo. V ženskih cvetovih so tudi okrnjeni prašniki (Kotar in Brus, 1999). Zeleni luskasti ovoj sprva varuje ženski cvet, med letom pa se razvije v ježico, ki se v času dozorelosti razpre v 2, 3 ali 4 dele (Solar, 2001a).



Slika 3: Žensko socvetje (levo) in moška socvetja sredi junija (desno) (Kotar in Brus, 1999)

Pri nas cveti junija in v začetku julija. Za začetek cvetenja potrebuje temperaturo 15 – 18 °C (Kotar in Brus, 1999). Cvetenje je sukcesivno in traja dlje časa, tudi do 4 tedne (Solar, 2001a). Cvetenje posameznega drevesa traja okoli 10 dni (Katalinić, 1973). Kostanj spada med žužkocvetke (oprašujejo ga čebele in drugi insekti), cvetni prah pa raznaša tudi veter (Kotar in Brus, 1999; Solar, 2001a). Kostanj je zelo medonosna rastlina, ki jo obiskuje okrog 300 vrst žuželk. Za dobro oploditev je potrebno čim več moških socvetij in lepo, toplo vreme, ki omogoča prenos cvetnega prahu (Solar, 2001a). Od cvetenja do zorenja

plodov je potrebnih od 75 – 120 dni. Zgodnje kostanjeve sorte zorijo že konec septembra, pozne pa novembra (Sancin, 1988).

Plodovi se razvijejo iz enega klobčka ženskih cvetov in ostanejo do dozoritve v ovoju oz. kupoli (ježici). Znotraj ježice so 2 – 3 orehi, ki jih imenujemo kostanji. Ti kostanji so 2 – 3 cm dolgi, temno rjavi s svetlejšimi vzdolžnimi progami. Na spodnji strani, kjer so se držali kupole, imajo svetlejšo progo. Na vrhu so kostanji dlakavi in imajo posušen ostanek perigona (Kotar in Brus, 1999). Vsi cvetovi se vedno ne oplodijo, zato se v ježici nahaja navadno le en ali dva in le redko trije plodovi (Sancin, 1988). Ko ti dozorijo se ježica odpre in odpade skupaj s plodovi (slika 4). Rastline nastale iz semena zarodijo v 12. do 15. letu, cepljene rastline pa v 2. – 4. letu (Babnik, 1992). Kostanj obrodi običajno vsako leto, vendar močnejše obrodi vsaka tri leta. Dobro prehranjeno, gojeno drevo ima v povprečju letno od 100 – 200 kg plodov (Kotar in Brus, 1999). Plodove hranimo v shrambah ali sadnih hladilnicah pri 80 % relativni zračni vlagi in temperaturi okoli 0 °C.



Slika 4: Zaprta ježica (levo) in odprta, odpadla ježica (desno) (Foto: Čoderl, 2008)

Kostanj glede na plodove v splošnem delimo na dva tipa: maroni in navadni kostanj. Maroni rastejo v toplejših, zmernih predelih. V ježici se razvije en posebno velik, okroglast plod s svetlejšo rjavo lupino, z izrazitimi svetlimi programi. Divje rastoči avtohtoni kostanji pa imajo v ježici 2 – 3 manjše plodove s temnejšo lupino (Lüdders, 2004).

Kalivost kostanja je 60 – 70 %. Semena kalijo 4 – 6 tednov in vzkalijo naslednjo pomlad (Mlakar, 1990), klična lista ostaneta v zemlji (Kotar in Brus, 1999). V prvem letu rastlina zraste do 10 cm, do tretjega leta do 0,5 m. Do 10 leta raste razmeroma počasi, potem pa hitreje in pri 50 letih zraste do 25 m. Kostanj ima veliko sposobnost obnavljanja iz štorov in je idealna vrsta za panjevsko gospodarjenje, ker dobro odganja iz panjev in korenin (Mlakar, 1990; Perko, 1995).

2.6 VEGETATIVNO RAZMNOŽEVANJE KOSTANJA

Vegetativno razmnoževanje je nespolna oblika razmnoževanja rastlin z namenom ohranjanja genetskih lastnosti matične rastline. Pri vegetativnem razmnoževanju iz dela

matične rastline nastane nova rastlina, ki se ukorenini in ima enake genetske lastnosti kot matična rastlina. Taka rastlina se imenuje klon.

Vegetativno razmnoževanje je lahko neposredno (avtovegetativno), ko nova rastlina v celoti nastane iz ene matične rastline in ima v celoti enak genom ter posredno (ksenovegetativno), kjer je nova rastlina sestavljena iz cepiča in podlage (cepljenje). Avtovegetativni načini razmnoževanja so: razmnoževanje s potaknjenci (zeleni, lesnati, koreninski, listni), grobanice, vlačenice, razmnoževanje z živicami, koreninskimi izrastki, grebeničenje, delitev rastlin.

Lesnate rastline glede razmnoževanja delimo na rastline, ki jih lažje vegetativno razmnožujemo in ni večjih težav pri razmnoževanju ter tiste, ki jih težje razmnožujemo in pri katerih se pojavljajo različne težave. Rod *Castanea* (kostanji) sodi glede razmnoževanja med najbolj zahtevne lesnate vrste, skupaj z drugimi predstavniki družine bukovk Fagaceae (Šiftar, 1999).

V novejšem času so razvili metodo cepljenja na kaleči kostanjev plod. Pri tej metodi najprej sredi februarja stratificirajo seme pri temperaturi 5 °C, nato ga nakaljujejo v rastlinjaku pri temperaturi 22 – 25 °C / 18 °C (dan/noč). Cepiče naberejo decembra in shranijo na hladnem. V začetku marca, ko seme vzkali, izvedejo cepljenje (kopulacijo) na hipokotil. Cepljeno rastlino shranijo v vlažnem mahu v rastlinjaku z urejenim sistemom meglenja. Uspešno cepljenje rastline nato presadijo v lončke s substratom in jih gojijo v rastlinjaku. Konec maja jih presadijo na prosto (Šiftar, 1992).

Glavni vzrok težav pri vegetativnem razmnoževanju kostanja s cepljenjem je neskladje (inkompatibilnost) podlage in cepiča, pri potaknjencih pa fiziološko staranje matične rastline. Kostanj se je v preteklosti razmnoževal s semenom (generativno), danes pa zelene sorte razmnožujemo s cepljenjem (vegetativno), s čimer se ohrani genotip ter zelene lastnosti. Alternativa, ki se uporablja v novejšem času, je razmnoževanje z zelenimi poganjki v *in vitro* razmerah (Osterc, 2004).

Pri vegetativnem razmnoževanju *in vitro* iz izsečka (to je organ ali košček tkiva, celica) rastline v sterilnih razmerah vzgojimo na posebej pripravljenem gojišču novo rastlino. Rastlinske celice imajo sposobnost regeneracije in diferenciacije. Temu pojavu rečemo totipotentnost, ko iz ene celice lahko nastane cela nova rastlina. Za tako razmnoževanje se uporabljajo različne tehnike tkivnih kultur, med katere spada tudi mikropropagacija.

Za delo s tkivnimi kulturami potrebujemo laboratorij s specifično opremo in priborom, ki omogoča delo v sterilnih razmerah. Poleg opreme potrebujemo tudi različne kemikalije, ki sestavljajo gojišča. Za shranjevanje in gojenje tkivnih kultur potrebujemo rastne komore, v katerih se vzdržuje optimalne razmere (temperatura, fotoperioda).

Mikropropagacija je temeljna tehnika tkivnih kultur, ki jo delimo na več faz: gojitev in priprava matičnih rastlin, iniciacija kulture, indukcija in regeneracija, razmnoževanje poganjkov, podaljševanje poganjkov, koreninjenje ter aklimatizacija. Vsaka od faz ima svoje specifične zahteve dela in težave, ki se lahko pojavijo (Bohanec, 1992).

2.7 ARHITEKTURA DREVES

2.7.1 Pomen in naloge rastlinske arhitekture

Količina in kakovost pridelka pri sadnih rastlinah sta odvisna od vzajemnega delovanja številnih dejavnikov, kot so genotip, gostota sajenja, način rezi, lastnosti in načina obdelave tal, prehrane in vodni režim (Bassi in sod., 1998, cit. po Solar, 2000). Ena od lastnosti, ki je genetsko pogojena in ima pomemben vpliv na pridelek, je zgradba (struktura) drevesa (Honda, 1971, cit. po Solar, 2000).

Rastlinska arhitektura preučuje rast in razvoj rastlin ter njihovo zgradbo. Odraslo drevo je svojo obliko razvilo v večletnem obdobju. Oblika rastline odraža njeno notranjo organizacijo oz. strukturo (Barthelemy in Caraglio, 1991, cit. po Solar, 2000).

Strukturo dreves in mehanizme, ki so do te strukture pripeljali poskuša razložiti arhitektonska analiza (Barthelemy in Caraglio, 1991, cit. po Solar, 2000). To je panoga botanike, ki s pomočjo klasične morfologije vpeljuje sintetično vizijo zgradbe, razvoja in oblike rastlin v teku njihovega razvoja (Caraglio in sod., 1998, cit. po Solar, 2000).

Namen arhitektonske analize je določiti tipski portret razvoja določene rastlinske vrste, tako da se izloči vsaka variabilnost, tako genetska kot okoljska (Caraglio in sod., 1998, cit. po Solar, 2000). Ravno rezultati analiz arhitektonske zgradbe različnih rastlin so namreč pokazali, da oblika odraslega drevesa temelji na strukturi, ki je bila izgrajena v teku več let in ki odraža zelo precizno notranjo organizacijo rastline ter da se zakonitosti rasti ne spreminjajo za vsako vrsto niti v času niti glede na funkcijo okolja. Spreminjajo se vrednosti posameznih parametrov in kažejo posebno stanje drevesa (Barthelemy in Caraglio, 1991, cit. po Solar, 2000).

Večino dreves je mogoče identificirati po njihovem obrisu, silhueti ali po obliki njihove naravne rasti. Te lastnosti so zelo koristne za prepoznavanje dreves, v nobenem primeru pa ne omogočajo, da bi razumeli njihovo delovanje (Barthelemy in Caraglio, 1991, cit. po Solar, 2000).

Arhitektonske analize kažejo, da funkcija, ki jo ima določena rastlina, in čas, v katerem raste, ne vplivata na zakonitosti rasti te rastline (Barthelemy in Caraglio, 1991, cit. po Solar, 2000). Rastline namreč ne rastejo slučajno, temveč po organiziranem, fleksibilnem redu, ki ga uravnavajo notranji dejavniki in dejavniki okolja (Bell, 1998, cit. po Solar, 2000). Razvoj poteka po točno določenem in urejenem zaporedju pojavov. Arhitektura rastline je rezultat delovanja celote meristemov. Odvisna je od vrste posameznih rastlinskih organov in od položaja, ki ga ti organi zavzemajo na rastlini. V vsakem trenutku je arhitektura neke rastline rezultat ravnovesja med načinom rasti, ki je lasten za preučevano vrsto, in vplivom okolja, v katerem raste. Analiza arhitekture omogoča, da prepoznamo zaporedje etap, ki zaznamujejo življenje drevesa. Drevo se preučuje v celoti, tako da se upoštevajo vsi organi, ki ga sestavljajo, ter delovanje teh organov (Barthelemy in Caraglio, 1991, cit. po Solar, 2000). Pri tem je potrebno združiti vse kvantitativne in kvalitativne lastnosti, da bi lahko ugotovili, kakšna sta narava in položaj različnih delov določene

rastline in na osnovi tega predvidevali njihove spremembe med razvojem v določenem času in okolju (De Reffye in Houllier, 1998, cit. po Solar, 2000).

2.7.2 Osnovne strukture rastlin

Elementarne strukture, s pomočjo katerih si lahko razlagamo dinamiko in arhitekturo določene rastline, so: matemera, olistana os, ki je sestavljena iz nodijev in internodijev filotaksija, enoletni poganjek, enota rasti, veja in način obraščenosti (Barthelemy in Caraglio, 1991, cit. po Solar, 2000; Costes, 1993, cit. po Solar, 2000).

Matemera ali fitomera je ponavljajoča se gradbena enota, sestavljena iz nodija, lista, ki je pritrjen na tem nodiju, brsta, če je prisoten, in iz dela internodija. Nodij je odebeljeno mesto na osi poganjka, na katerem je nameščen eden ali več listov. Internodij pa je del med dvema nodijema. Filotaksija je prostorska razporeditev listov in kasneje poganjkov na osi. Filotaksija vsake rastline ali vsaj enega poganjka na rastlini je običajno konstantna in se jo da predvidevati. Enoletni poganjek je poganjek, ki se razvije v enem letu. Vsebuje vse enote rasti, ki so se razvile na eni osi med dvema obdobjem zimskega mirovanja. Enota rasti je del enoletnega poganjka, ki se razvije v enem valu rasti. Glede na število zaporednih enot rasti je enoletni poganjek lahko monociklični, biciklični ali triciklični. Veje, ki rastejo neposredno iz debla, imenujemo veje prvega reda ali primarne veje. Iz primarnih vej rastejo veje drugega reda ali sekundarne veje, iz teh pa veje tretjega reda. Obraščenost je lahko monopodijska ali simpodijska. Monopodijska struktura je posledica nenehnega razvoja istega apikalnega meristema. Posamezna veja se, ne glede na starost ali velikost, razvije z ritmično vegetativno rastjo enega apikalnega meristema. Posamezna veja se, ne glede na starost ali velikost, razvije z ritmično vegetativno rastjo enega apikalnega meristema. Tako oblikovana os se imenuje monopodij. Stranske osi zaostajajo v rasti za glavno osjo in so ji podrejene. Simpodijska struktura se razvije tedaj, ko se rast poganjkov zaustavi zaradi oblikovanja terminalnih struktur, npr. socvetja. Apikalna dominanca je eden izmed mehanizmov, ki uravnava razvoj oblike dreves s tem, da vpliva na vzorec obraščanja in na orientacijo poganjkov. Na naravno obliko drevesa zelo vpliva tudi način tvorbe plodov. Delovanje rodne veje je odvisno od vrste nosilne veje, njene dolžine in položaja, ki ga zavzema na drevesu, od starosti nosilnega lesa in od mesta tvorbe plodov (lateralni ali terminalni položaj) (Solar, 2000; Štampar in sod., 2005).

Med pomembne lastnosti rastlinske arhitekture spadajo tudi smer rasti in mesta razraščanja stebela (plagiotropija oz. ortotropija) ter apikalna dominanca, bazitonija ter akrotonija. Ortotropija je rast poganjkov v vertikalni smeri, plagiotropija pa rast v horizontalni smeri, stran od vertikalne osi (Solar, 2000). Givnish (1984, cit. po Solar, 2000) navaja, da imajo plagiotropni poganjki liste nameščene po vzorcu distihije (dvoredno) in so pogosti pri rastlinah, ki so prilagojene na rast v senci. Plagiotropične rastline so torej adaptirane na senco. Pri ortotropnih rastlinah pa so listi spiralno nameščeni na poganjkih in so pogostejše v dobro osvetljenih okoljih.

Rast je lahko kontinuarana ali ritmična. Kontinuirano rastejo predvsem rastline iz uniformnih klimatskih okolij, kjer je možna stalna tvorba (razvoj) listov in stranskih brstov. Pri teh aksilarni meristemi nimajo dormance. V klimatskih razmerah, kjer si sledijo

obdobja, primerna za rast in obdobja, ki za rast niso primerna, pa je rast ritmična (Bell, 1998; Solar, 2000).

Apikalna dominanca je pojav, pri katerem močno rastoči apikalni meristem zavira razvoj aksilarnih meristemov v eni rastni dobi (Bell, 1998, cit. po Solar, 2000). Apikalna dormanca je eden izmed mehanizmov, ki uravnavajo razvoj oblike drevesa, s tem pa vplivajo na vzorec obraščanja in na orientacijo poganjkov. Glede na to, kateri zaporedni aksilarni brsti na poganjku se razvijejo, govorimo o akrotoniji, bazotoniji in mezotoniji. Pri akrotoniji gre za razvoj in bujno rast aksilarnih brstov na vršnjem delu poganjka, pri bazitoniji pa se močneje razvijejo aksilarni brsti pri osnovi poganjkov (Bell, 1998; Solar, 2000).

Na naravno obliko drevesa zelo vpliva tudi način tvorbe plodov. Delovanje rodne veje je odvisno od vrste nosilne veje, njene dolžine in položaja, ki ga zavzema na drevesu; od starosti nosilnega lesa in od mesta tvorbe plodov (lateralni ali terminalni položaj) (Solar, 2000).

Poleg tega, da opredeljuje gradbene enote rastlin, rastlinska arhitektura določa tudi merski protokol, po katerem opravljajo morfometerske meritve, ki so osnova arhitektonski analizi. Arhitektonsko analizo dreves izvajamo po vnaprej predvidenem merskem protokolu, ki obsega tri faze: botanični razrez rastline, meritve in kodiranje informacij.

Drevesa, ki se merijo, morajo pripadati enotnim skupinam (populacijam) glede na starost, genski izvor in kraj gojenja (tla, klima, gostota). Če zadostimo tem pogojem nam arhitektonska analiza omogoča, da na drevesu določimo osi, ki so istovrstne in ki predstavljajo vzorec za proučevanje (Štampar in Solar, 2005).

Rezultate meritev razvrstimo in predstavimo grafično s histogrami in tabelarično. Sledi kodiranje rezultatov meritev. S tem postanejo uporabni za računalniško obravnavo in izdelavo enostavnega modela rastline, iz katerega so razvidne zaporedne faze njene morfogeneze (Štampar in Solar, 2005).

2.7.3 Arhitektonske analize v sadjarstvu

Temeljno delo arhitektonske analize v sadjarstvu je bilo opravljeno na jablani. Med drugimi sadnimi vrstami so tovrstne raziskave potekale na orehu, breskvi in mandlju, marelici, češnji, oljki, aktinidiji, figi in agrumih.

V Franciji so razvrstili kultivarje jablan glede na njihov specifičen način tvorbe plodov v štiri skupine, imenovane ideotipe (I – IV). Kasneje so to klasifikacijo izpopolnili, tako da so upoštevali splošno obliko drevesa (od stožčaste do valjaste) in razporeditev rodni poganjkov v krošnji. Ti štirje ideotipi še danes služijo kot osnova za nadaljnja preučevanja arhitekture jablane.

Pri orehu potekajo raziskave na področju arhitekture v treh glavnih sklopih: drevo in tvorba plodov, enoletni poganjki ter prostorsko povezovanje posameznih botaničnih enot oziroma modeliranje razvoja (Štampar in Solar, 2005).

V Sloveniji izvajamo arhitektonske analize predvsem na izvornih, avtohtonih sejancih oreha, deloma pa tudi na najbolj razširjenih kultivarjih. Prve analize so zajemale temeljne arhitektonske lastnosti dreves, kot so bujnost, habitus in obraščenost v povezavi z začetno tvorbo cvetov. Ugotovljeno je bilo, da drevesa, ki zgodaj brstijo, rastejo bujno, so visoka, imajo debela debela in so gosto obraščena. Tudi datum brstenja je v tesni zvezi z razvojem prvih moških cvetov. Bujno rastoča drevesa imajo razprostrtejši habitus in prej razvijejo prve ženske cvetove v primerjavi s šibko rastočimi. Ta so običajno nižja in redkeje obraščena. Približno polovica analiziranih genotipov ima pokončen habitus. Pokončno rastoča drevesa imajo navadno redkejšo krošnjo in pozneje zarodijo. Habitus je povezan z dolžino juvenilne dobe in z načinom tvorbe plodov: drevesa z razprostrtim habitusom so pogostejše lateralno rodna in imajo krajšo juvenilno dobo. Lateralno rodni genotipi dajo prvi pridelek tri leta prej kot terminalno rodni (Solar in sod., 2001).

Solar (2000) je opisala značilnosti osnovnih strukturnih enot slovenskega oreha in določila štiri najpogostejše morfotipe glede na način tvorbe plodov, razrasti in gostote razraščeni: terminalnega, intermediarnega z mezotono razrastjo, intermediarnega z akrotono razrastjo in lateralnega.

Preučevanja pri orehu se nanašajo tudi na triletno rodno vejo kot strukturni element, ki se večkrat kompletno ponavlja v življenjskem ciklu drevesa in od katerega sta odvisni količina in kakovost pridelka (Solar in Štampar, 2003). Na ravni rodne veje so bile analizirane osnovne dimenzije triletnega nosilca in pripadajočih dveletnih in enoletnih poganjkov (dolžina, debelina, kot, število nodijev), na ravni enoletnega poganjka pa poleg naštetih parametrov še število cvetov, listov in plodov. Pokazalo se je, da je rastni potencial intermediarno in terminalno rodnih orehov 2,2 do 2,7 krat večji kot pri lateralni rodnosti. Generativni potencial pa je, ravno obratno, pri lateralno rodnih orehih 2,6 oz. 1,5 krat večji kot pri terminalnem in intermediarnem načinu rodnosti.

Germain (1990, 1992, cit. po Solar 2000) je ugotovil tri osnovne načine tvorbe plodov, ki so povezani z obraščanjem in s položajem ter številom cvetnih brstov na enoletnih poganjkih. Pri terminalni tvorbi plodov so na enoletnih poganjkih rodni brsti samo na terminalnem ali subterminalnem delu. Zaradi močne akrotone tendence teh vej odženejo le brsti, ki so nameščeni na končnem delu poganjkov, medtem ko brsti v srednjem in bazalnem delu ostanejo speči. Opažamo torej malo sekundarne obraščenosti, pa tudi pomembna gola mesta vzdolž poganjkov. Rodnost drevesa je omejena na obrobje drevesa. Drevesa s takim načinom razvoja pozno zarodijo in imajo slab rastni potencial.

Pri intermediarni tvorbi plodov pride do indukcije ženskih cvetov samo na terminalnih in subterminalnih brstih na enoletnih poganjkih. Pri tem tipu je apikalna dominanca enoletnega poganjka slaba, kar omogoča, da se razvije precejšnje število stranskih vegetativnih poganjkov. Rodni so enoletni poganjki na dvoletnih nosilcih. Drevesa s tem načinom tvorbe plodov razmeroma hitro zarodijo in imajo veliko višji nivo rodnosti kot terminalno rodna drevesa.

Za lateralno tvorbo plodov je značilno, da so rodni brsti nameščeni vzdolž celih enoletnih poganjkov. Stopnja apikalne dominamce je na takih poganjkih zelo slaba. Večina cvetnih brstov odžene spomladi in se v pravilnih intervalih razvije v kratke rodne vejice z orehi na koncu. Pri dobri osvetlitvi taki stranski poganjki rodijo več let. Lateralno rodne sorte zarodijo veliko hitreje kot terminalne, njihov pridelek pa je vsaj dvakrat večji.

Izdelan je bil tudi model bazalne debeline enoletnega poganjka v rodni veji, ki je določen s svojo dolžino, številom rodnih brstov, ki jih nosi in z debelino dvoletnega nosilca. S tem so Solar in sod. (2004) pojasnili vpliv arhitektonske zgradbe rodne veje na debelino rodnega poganjka, ki pomembno vpliva na velikost in maso plodov ter jedrc pri orehu.

Pri breskvi je bilo na osnovi številnih preučevanj v Italiji in Franciji opisanih pet načinov rasti in sicer šibka, kompaktna, povešena in stebričasta, z namenom določiti kriterije za zgodnjo selekcijo (Kervella in sod., 1998).

Pri marelici so francoski raziskovalci zelo natančno analizirali naravni razvoj drevesa. Opisali so zaporedne etape razvoja in organizacije celotnega drevesa (Costes, 1993).

Pri češnji poznamo osnovne arhitektonske lastnosti drevesa: močna apikalna dormanca v mladostnem obdobju, slabo stransko obraščanje in bujna rast. V Sloveniji je bila analizirana zgradba rodne veje na 30 let starih drevesih sorte 'Petrovka', ki ima v mladosti izrazito ortotropne poganjke, z leti pa se vse bolj povešajo, tako da postaja orientacija starejših rodnih vej vse bolj plagiotropna. Ugotovljeno je bilo, da starost vpliva na dolžino enot rasti, masa plodov pa ostaja nespremenjena ne glede na starost poganjkov. Masa plodov je odvisna od ranga razvejitve in se zmanjšuje od primarnih do kvartarnih vej, medtem ko število plodov na poganjek zelo malo vpliva na povprečno maso plodov (Trobec in sod., 2002).

Pri oljki so bili z analizo arhitektonske zgradbe krošnje opredeljeni trije tipi: grm, drevo in vmesna oblika. Med sabo se razlikujejo po razmerju med osmi različnih redov (Štampar in Solar, 2005).

Pri aktinidiji je bila opravljena kvantitativna analiza poganjkov. Opisani so kratki, srednji in dolgi poganjki. Za kratke in srednje dolge poganjke je značilna akrotona, za dolge poganjke pa mezotona razrast (Štampar in Solar, 2005).

2.7.4 Merski protokol pri rastlinski arhitekturi

Merski protokol rastlinske arhitekture zajema tri faze. Prva faza je botanični oz. arhitektonski razrez rastline, druga faza zajema meritve, tretja faza pa kodiranje pridobljenih informacij.

Arhitektonski razrez rastline zahteva, da znamo razpoznati in določiti sestavne dele rastline, ki so pomembni za razjasnitev obravnavanega problema (Carglio in sod., 1998).

Razčlenitev rastline je lahko umetna ali naravna. Pri umetni razčlenitvi ni upoštevan botanični pomen sestavnih delov. Rastlina je lahko, npr. razrezana na deset cm dolge sekcije posameznih osi. Naravna razčlenitev pa temelji na morfoloških lastnostih sestavnih delov rastline. Tako lahko nodiji na poganjkih služijo kot biološki zaznamovalci (markerji), ki jih uporabimo za razčlenitev rastline na internodije (Carglio in sod., 1998).

V štetje v drugi fazi je zajetih veliko število rastlin. Za različno stare poganjke, ki rastejo v določenih razmerah, ugotovimo število internodijev, ki so jih vsako leto tvorile vse osi glede na kategorijo, kateri pripadajo. Na osnovi teh meritev se definira proces rasti.

V tretji fazi, ki zajema kodiranje informacij le te obdelamo tako, da postanejo koristne za računalniško obdelavo. Računalniški obdelavi sledi izdelava poenostavljenega modela rastline v prvi fazi. Nato sledi izdelava rastlinskih maket, ki prikazujejo fotosintetske sposobnosti rastlin, izhlapevanje in asimilacijo. Rastlinsko modeliranje je kvantitativno (temelji na številnih meritvah) ter kvalitativno (grupira drevesne osi v homogene populacije, ki zagotavljajo pomembno startno osnovo za izvajanje arhitektonskih analiz) (Jaeger in Reffye, 1992). Končni cilj arhitektonskih analiz in rastlinskega modeliranja je ustvariti sintetična drevesa, ki bi jih uvrstili v navidezni sadovnjak in bi reagirala podobno kot prava drevesa. Tako bi lahko preizkušali različna stanja v naravi in s tem privarčevali dragocen čas in denar.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 RASTLINSKI MATERIAL

V nalogo smo vključili drevesa evropskega pravega kostanja hibridne sorte 'Marsol' (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*).

'Marsol' je po izvoru francoska sorta, nastala je kot naravni križanec evropskega (*Castanea sativa* Mill.) in japonskega kostanja (*Castanea crenata* Sieb in Zuc.). Rast drevesa je bujna in precej pokončna. Rodnost je glede na druge sorte srednje dobra. 'Marsol' je sorta, ki je srednje občutljiva na kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica*), odporna na spomladanski in jesenski mraz in malo občutljiva na črnilavko. Cveti zgodaj. Oprašuje ga sorta 'Precoce migoule' in še nekatere druge. Zori v začetku oktobra. V ježici se razvijejo dva do trije plodovi, ki so okroglaste trikotne oblike ter svetleče rdečkasto rjave barve. V povprečju tehtajo od 13 do 15 g (67-80 plodov v 1 kg). Plodovi so v glavnem monoembrioalni, njihova testa se le malo zajeda v jedro (Godec in sod., 2003).

Preučevana kostanjeva drevesa sorte 'Marsol' so bila razmnožena s potaknjenci oz. cepljena na kaleče seme in posajena na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete konec maja leta 2000. Posajenih je bilo pet dreves, razmnoženih z zelenimi potaknjenci (razmnoženih na fakulteti) in pet dreves, razmnoženih s cepljenjem na kaleče seme (Vrtnarstvo Murska Sobota). Pri kostanjevih drevesih smo spremljali razvoj posameznih dreves, rast poganjkov prvega, drugega in tretjega reda. Prav tako pa smo spremljali razvoj cvetov na posameznih drevesih. Opazovanja in meritve so bila izvedena v letih 2005 in 2008. V meritve niso bila zajeta vsa drevesa, saj so nekatera drevesa zaradi okužbe s kostanjevim rakom propadla ali pa so bila zaradi fizioloških motenj neprimerna za opazovanje.

Sadike kostanja so bile posajene v maju 2000 v klasične sadilne jame. Zaradi pomanjkanja prostora so bile sadike posajene na razdaljo 3 m. Sicer je priporočena razdalja sajenja za kostanj vsaj 9 m.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Opis poskusa

Na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo med posajenimi kostanji izbrali po tri drevesa kostanjev sorte 'Marsol', razmnoženih s potaknjenci in po tri drevesa razmnožena s cepljenjem na kaleče seme. V letu 2005 smo izvedli meritve na celotnih drevesih. Izmerili smo premer debla spodaj in zgoraj, višino debla, dolžino glavnega poganjka (N), število nodijev, dolžino internodijev, število in dolžino stranskih poganjkov prvega reda (N+1), drugega reda (N+2), tretjega reda (N+3) in četrtega reda (N+4), število nodijev na stranskih poganjkih in dolžino njihovih internodijev. Te meritve smo opravili meseca maja. Konec junija 2008 smo opravili meritve na štirih izbranih kostanjevih drevesih. Dve

drevesi sta bili iz skupine vzgojenih iz potaknjencev, dve pa iz skupine cepljenih na kaleče seme. Na vsakem drevesu smo naključno izbrali po dve štiriletni rodni veji in na njih izvedli meritve. Na poganjkih smo opravili naslednje meritve: skupno število štiriletnih nosilnih poganjkov (N) in vseh triletnih poganjkov (N+1), ki so izraščali iz (N); vseh dvoletnih poganjkov (N+2) na triletni osnovi ter vseh enoletnih poganjkov (N+3), ki so zrastle na dvoletnih nosilcih; dolžino poganjkov, premer poganjkov pri osnovi, število nodijev, število ženskih in moških cvetov in število listov na rodnem poganjku (N+3). Meseca oktobra pa smo na rodnih poganjkih (N+3) prešteli število ježic in število razvitih ter nerazvitih plodov v posamezni ježici.

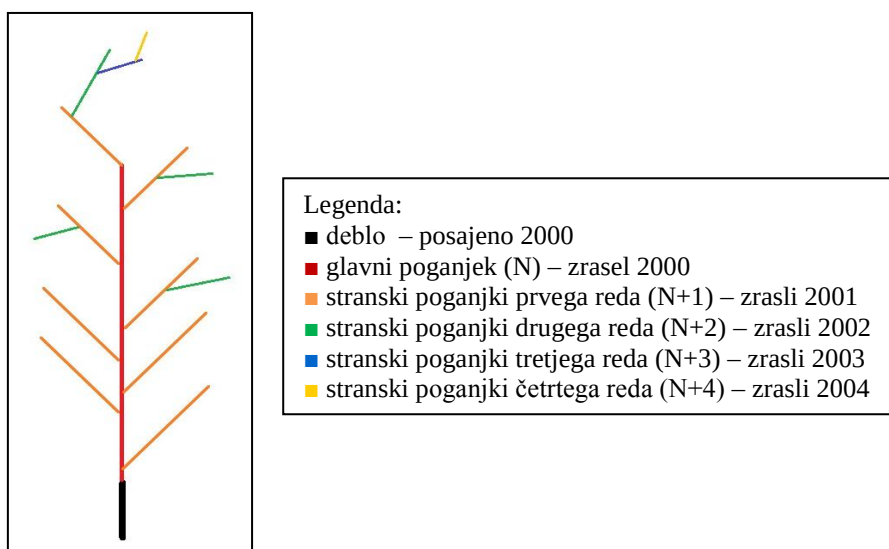
Za merjenje dolžin smo uporabljali merilni trak, premere poganjkov pa smo merili z pomičnim kljunastim merilom. Vse meritve smo vpisovali v naprej pripravljene obrazce.

3.2.2 Opravljene meritve

3.2.2.1 Lastnosti mladih kostanjevih dreves

Leta 2005 smo analizirali celotno kostanjevo drevo (slika 5). Na vsakem poizkusnem drevesu smo izvedli vrsto meritev, s katerimi smo proučili razvoj in arhitektonske značilnosti drevesa.

Na vsakem drevesu smo izmerili spodnji in zgornji premer debla. Spodnji premer smo merili tik nad tlemi, zgornjega pa pod prvim stranskim poganjkom. Zgornji in spodnji premer debla smo izrazili v milimetrih. Premer debla smo merili s pomičnim kljunastim merilom. Dolžino debla in dolžino glavnega poganjka (N) smo izrazili v centimetrih. Na glavnem poganjku smo prešteli število nodijev in izmerili dolžino internodijev, ki smo jo izrazili v milimetrih. Prešteli smo število stranskih poganjkov prvega (N+1), drugega (N+2), tretjega (N+3) in četrtega (N+4) reda, njihovo dolžino smo izrazili v centimetrih, prešteli število nodijev in izmerili dolžino internodijev, ki smo jo izrazili v milimetrih. Dolžine poganjkov in dolžine internodijev smo merili z merilnim trakom (slika 5).

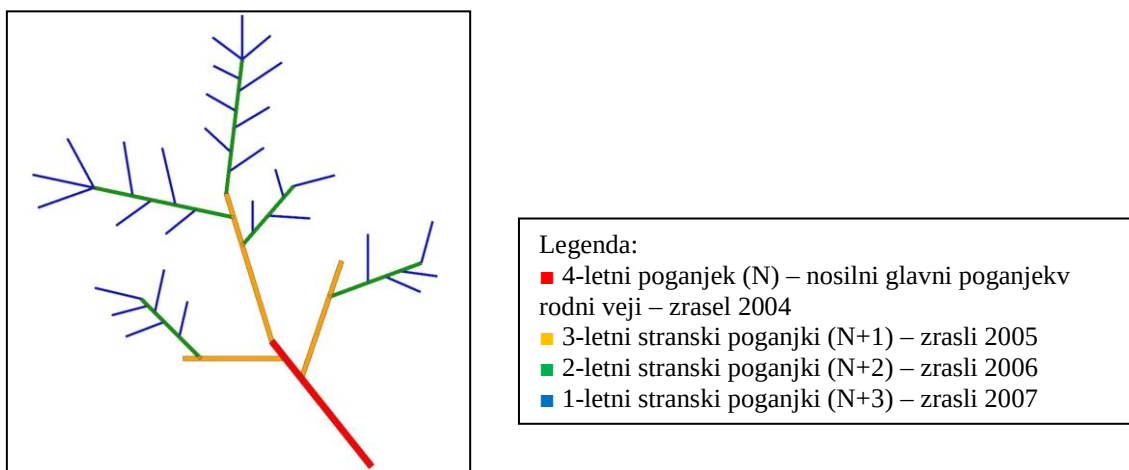


Slika 5: Shema mladega kostanjevega drevesa sorte 'Marsol'

3.2.2.2 Lastnosti izbranih poganjkov

Leta 2008 smo analizirali izbrane poganjke na kostanjevih drevesih. Na vsakem izbranem poganjku smo izvedli vrsto meritev, s katerimi smo proučili arhitektonske značilnosti poganjkov in njihov rodni potencial. Osnovna arhitektonska enota, ki smo jo izbrali za preučevanje, je bila štiriletna rodna veja, ki se v življenjskem ciklu drevesa večkrat praviloma ponavlja. Vsaka veja je bila v začetku raziskave zgrajena iz štiriletnega nosilnega poganjka in vseh pripadajočih triletnih, dvoletnih in enoletnih poganjkov (slika 6).

Na vsakem preučevanem drevesu smo naključno izbrali po dve veji, na katerih smo opravili meritve na poganjkih (N), (N+1), (N+2) in (N+3). Na poganjkih (N), (N+1) in (N+2) smo izmerili dolžino, ki smo jo izrazili v centimetrih, premer poganjkov pri osnovi smo izrazili v milimetrih. Na teh poganjkih smo prav tako prešteli število nodijev. Na rodni poganjki N+3 pa smo poleg že omenjenih parametrov prešteli še število listov ter število ženskih in moških socvetij. Naknadno smo v mesecu oktobru prešteli ježice na rodni poganjki in število razvitih oz. nerazvitih plodov v posamezni ježici.



Slika 6: Shema štiriletne rodne veje kostanja, sorte 'Marsol'

3.2.3 Čas meritev

Prve meritve smo izvajali 13. in 16. maja 2005. Takrat smo izmerili celotna drevesa, merili smo premer in dolžino debla, dolžino glavnega in stranskih poganjkov, število nodijev na poganjkih in dolžino internodijev. Druge meritve smo izvedli 27. 6. 2008. Takrat smo izvajali meritve na naključno izbranih poganjkih. Na poganjkih smo izmerili dolžine in premere poganjkov pri osnovi, na poganjkih smo prešteli nodije, liste, ter ženska in moška socvetja. Prvega septembra pa smo meritvam dodali še število ježic na rodnem poganjku in število razvitih in nerazvitih plodov v ježici.

3.3 STATISTIČNA ANALIZA

Za vse izmerjene podatke smo izračunali povprečne vrednosti. Te vrednosti smo prikazali s slikami in preglednicami. Navajamo tudi standardno deviacijo. Rezultate poskusa smo statistično obdelali z računalniškim programom Microsoft Excel in Statgraphics Plus 4.0. Statistično značilne razlike med obravnavanji smo pri izmerjenih parametrih potrdili z metodo analize variance (ANOVA), razlike povprečij pa s pomočjo Duncanovega preizkusa povprečnih vrednosti s 95 % stopnjo verjetnosti. Različne črke na slikah prikazujejo statistično značilne razlike med posameznimi obravnavanji pri $p < 0,05$.

4 REZULTATI

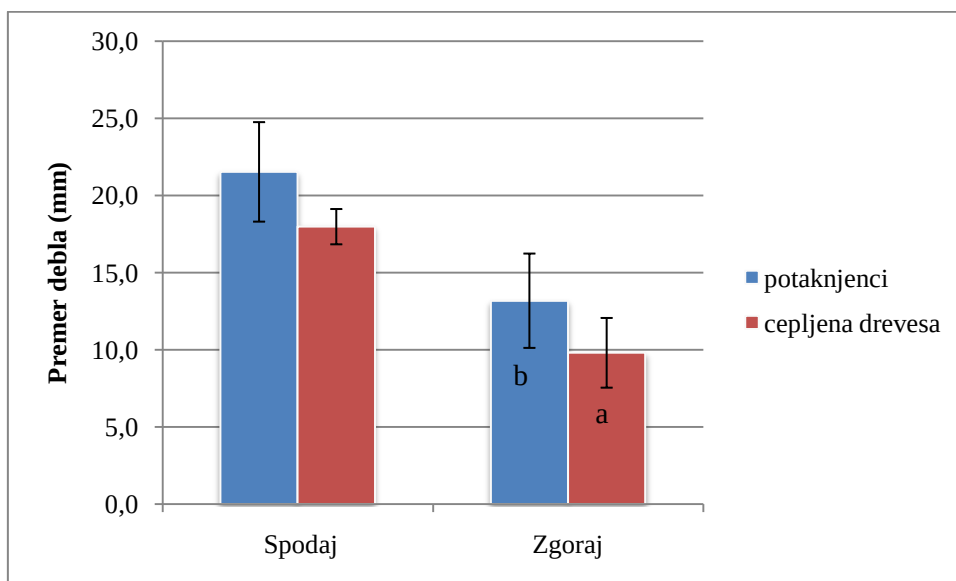
4.1 KVANTITATIVNE LASTNOSTI POGANJKOV V JUVENILNI DOBI (FAZI) LETO 2005

Meritve, ki smo jih spomladi 2005 opravili na mladih drevesih kostanja, so pokazale, da je bila povprečna izmerjena višina debla pri cepljenih drevesih sorte 'Marsol' 17,8 cm, pri potaknjencih pa 15,8 cm. Debla cepljenih kostanjevih dreves so bila v povprečju višja za 2 cm, vendar med višino debla potaknjencev in višino debla cepljenih kostanjev sorte 'Marsol' ni statistično značilne razlike (preglednica 1).

Preglednica 1: Povprečna vrednost in standardni odklon za višino debla pri potaknjencih in cepljenih drevesih sorte 'Marsol' leta 2005.

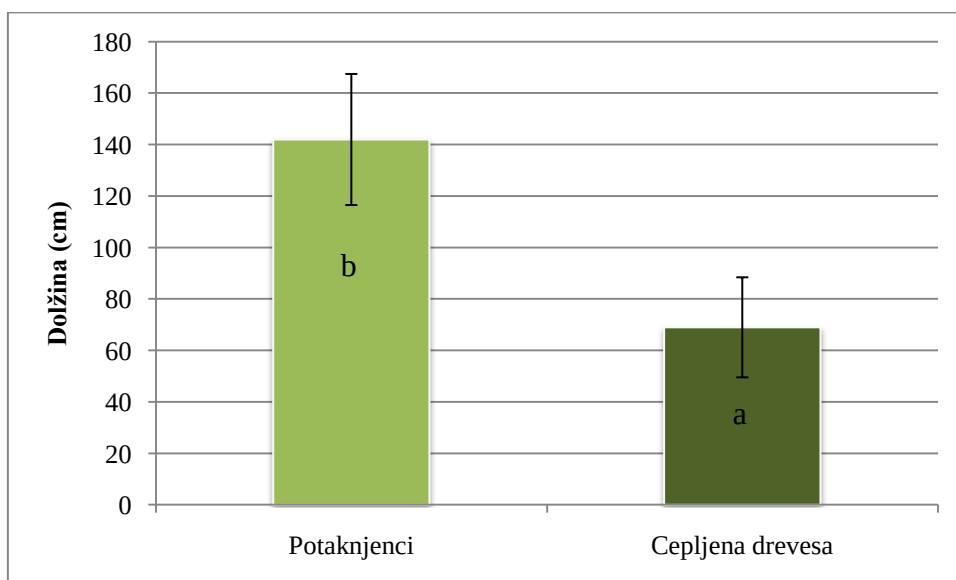
Način razmnoževanja	Višina debla (cm)
Potaknjenci	15,8 ± 8,5
Cepljena drevesa	17,8 ± 14,3

Pri kostanjih, razmnoženih s potaknjenci, smo izmerili spodnji premer debla 21,5 mm, pri cepljenih kostanjih je spodnji izmerjeni premer debla meril 18,0 mm. V povprečju je spodnji premer debla za 3,5 mm večji pri kostanjih, razmnoženih s potaknjenci, glede na kostanje, ki so bili cepljeni na kaleče seme. Zgornji izmerjen premer debla pri potaknjencih je znašal 13,2 mm, pri cepljenih drevesih pa 9,8 mm. Povprečna razlika med potaknjenci in cepljenimi kostanji je bila 3,4 mm v korist potaknjencev. Pri spodnjem premeru debla ni statistično značilne razlike med potaknjenci in cepljenimi kostanji. Pri zgornjem premeru debla je razlika med potaknjenci in cepljenimi kostanji statistično značilna. Potaknjenci imajo značilno večji zgornji premer debla (slika 7).



Slika 7: Povprečne vrednosti za spodnji premer debla pri potaknjencih in cepljenih drevesih in zgornji premer debla pri potaknjencih in cepljenih drevesih sorte 'Marsol' leta 2005. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilne razlike pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike, kjer črk ni, ni razlike.

Povprečna izmerjena dolžina glavnega poganjka (N), pri kostanjih, razmnoženih s potaknjenci je znašala 142 cm, pri kostanjih, cepljenih na kaleče seme pa 69 cm. Povprečna razlika v dolžini poganjkov pri potaknjencih in cepljenih kostanjih je znašala 73 cm. Pri dolžini glavnega poganjka je med potaknjenci in cepljenimi kostanji statistično značilna razlika. Poganjki potaknjencev so statistično značilno močnejše rasti (slika 8).



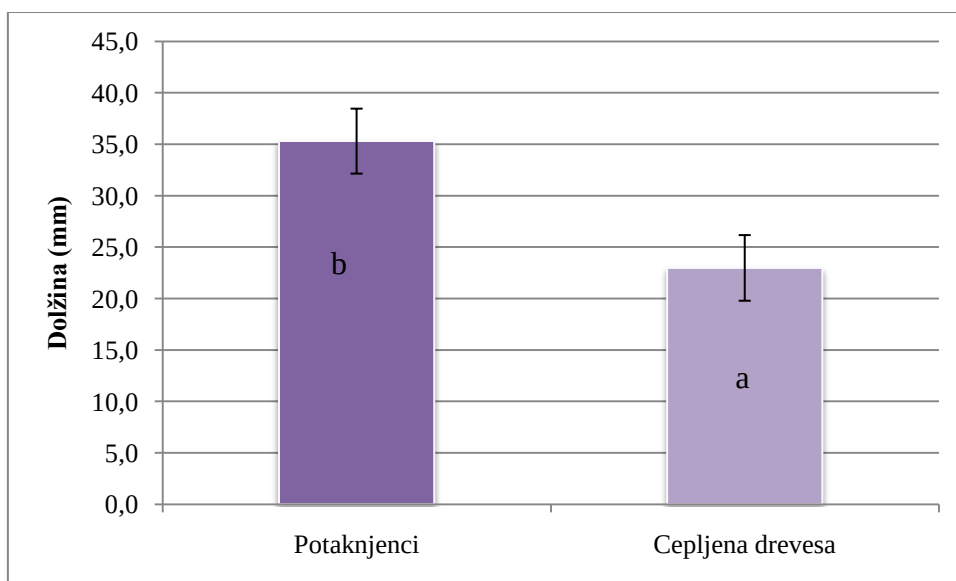
Slika 8: Povprečna dolžina glavnega poganjka (N) pri potaknjencih in cepljenih kostanjevih drevesih sorte 'Marsol' leta 2005. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilne razlike pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike.

Povprečno število nodijev glavnega poganjka pri potaknjencih je znašalo 43,5, pri cepljenih kostanjih pa 32,0. Potaknjenci so v povprečju razvili 11,5 nodijev več kot cepljena kostanjeva drevesa. Pri številu nodijev med potaknjenci in cepljenimi kostanji ni bilo statistično značilne razlike (preglednica 2).

Preglednica 2: Povprečna vrednost s standardnim odklonom za število nodijev glavnega poganjka (N) pri potaknjencih in cepljenih kostanjih sorte 'Marsol' leta 2005. Različne črke označujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$ (ANOVA).

Način razmnoževanja	Število nodijev
Potaknjenci	$43,5 \pm 9,7$ (b)
Cepljena drevesa	$32,0 \pm 13,1$ (a)

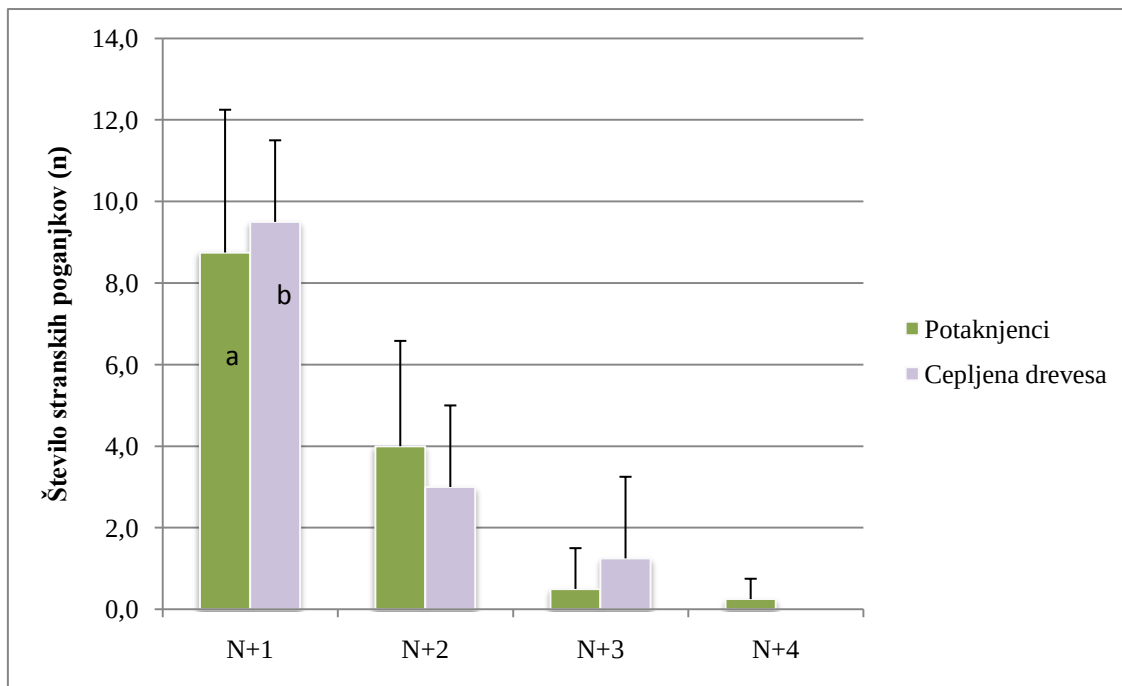
Povprečno izmerjena dolžina internodijev glavnega poganjka (N) pri potaknjencih je bila 35,3 mm, pri cepljenih kostanjih pa 23,0 mm. Razlika v dolžini internodijev med različno vzgojenimi sadikami je statistično značilna (slika 9). Internodiji potaknjencev so v povprečju za 12,3 mm daljši od internodijev cepljenih kostanjev.



Slika 9: Povprečna dolžina internodijev glavnega poganjka (N) potaknjencev in cepljenih kostanjevih dreves sorte 'Marsol' leta 2005. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilna razlika pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike.

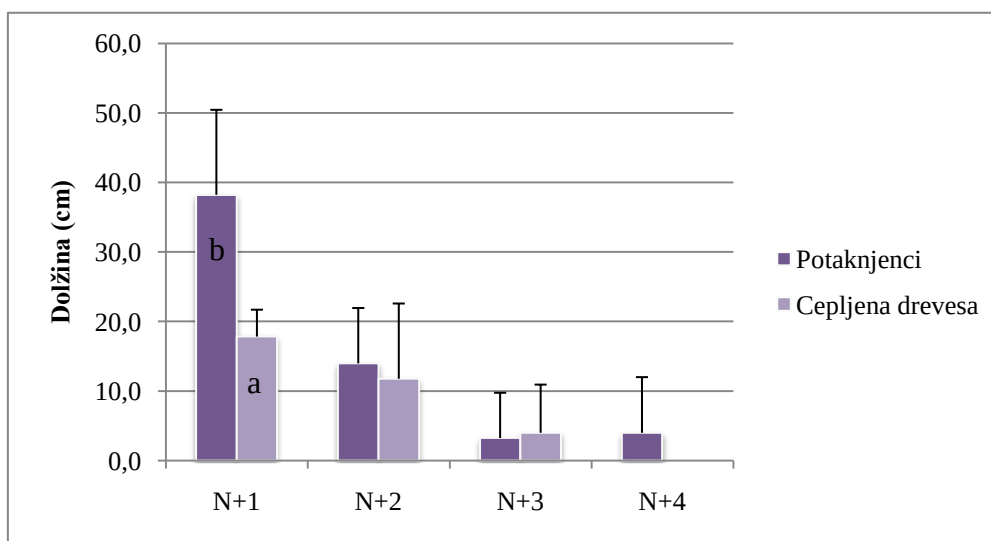
Drevesa razmnožena s potaknjenci so v povprečju razvila 8,8 stranskih poganjkov prvega reda (N+1), pri cepljenih kostanjih pa 9,5. Povprečno število stranskih poganjkov drugega reda (N+2) znaša pri potaknjencih 4, pri cepljenih kostanjih pa 3. Povprečno število stranskih poganjkov tretjega reda (N+3) je pri potaknjencih 0,5, pri cepljenih kostanjih pa 1,3. Stranski poganjki četrtega reda (N+4) so se razvili samo pri kostanjih iz potaknjencev, v povprečju 0,3 poganjka (slika 10). Pri poganjkih prvega reda (N+1) je med potaknjenci

in cepljenimi kostanji statistično značilna razlika. Število stranskih poganjkov prvega reda je statistično značilno večje pri cepljenih kostanjih, kot pri potaknjencih.



Slika 10: Povprečno število stranskih poganjkov prvega (N+1), drugega (N+2), tretjega (N+3) in četrtega (N+4) reda pri potaknjencih in cepljenih kostanjevih dreves sorte 'Marsol' leta 2005. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilna razlika pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike, kjer črk ni, ni statistično značilne razlike.

Povprečna dolžina stranskih poganjkov prvega reda (N+1) je merila pri drevesih iz potaknjencev 38,2 cm, pri cepljenih kostanjih pa 17,8 cm. Povprečna dolžina stranskih poganjkov drugega reda (N+2) je znašala pri potaknjencih 14 cm, pri cepljenih kostanjih pa 11,8 cm. Stranski poganjki tretjega reda (N+3) so bili pri potaknjencih dolgi 3,3 cm, pri cepljenih kostanjih pa 4 cm. Povprečna dolžina stranskih poganjkov četrtega reda (N+4) je bila pri potaknjencih 4 cm, medtem ko cepljeni kostanji poganjkov četrtega reda (N+4) še niso razvili (slika 11). Statistično značilno daljši so bili poganjki prvega reda pri potaknjencih. Pri poganjkih drugega, tretjega in četrtega reda ni bilo statistično značilnih razlik.



Slika 11: Povprečna dolžina stranskih poganjkov prvega (N+1), drugega (N+2), tretjega (N+3) in četrtega (N+4) reda pri potaknjencih in cepljenih kostanjevih dreves sorte 'Marsol' leta 2005. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilna razlika pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike, kjer črk ni, ni statistično značilne razlike.

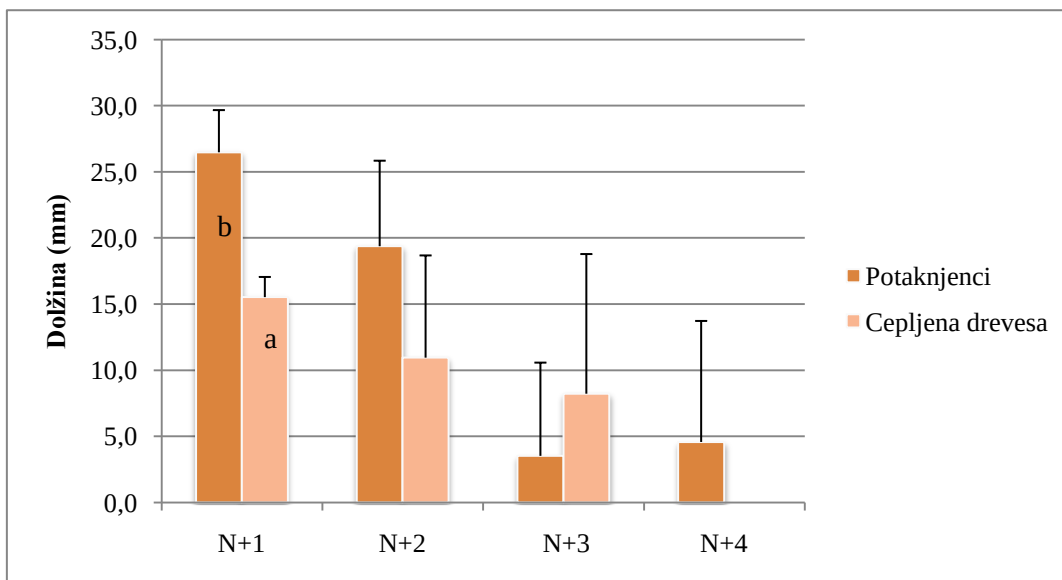
Povprečno število nodijev stranskih poganjkov prvega reda znaša pri potaknjencih 15,7, pri cepljenih kostanjih pa 9,2. Pri stranskih poganjkih drugega reda je povprečno število nodijev pri potaknjencih 7,9, pri cepljenih kostanjih pa 6,7. Poganjki tretjega reda so imeli pri potaknjencih 2,3 nodije, pri cepljenih kostanjih pa 3,9. Povprečno število nodijev poganjkov četrtega reda znaša pri potaknjencih 2,5, cepljeni kostanji pa poganjkov četrtega reda še niso razvili (preglednica 3). Potaknjenci in cepljeni kostanji se med seboj statistično značilno razlikujejo glede na povprečno število nodijev pri poganjkih prvega reda.

Preglednica 3: Povprečno število nodijev s standardnim odklonom za poganjke prvega (N+1), drugega (N+2), tretjega (N+3) in četrtega reda (N+4) pri potaknjencih in cepljenih kostanjih sorte 'Marsol' leta 2005. Različne črke označujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$ (ANOVA). NP: ni podatkov

Način razmnoževanja	Poganjek			
	N+1	N+2	N+3	N+4
Potaknjenci	15,7 $\pm$ 3,1 (b)	7,9 $\pm$ 2,4	2,3 $\pm$ 4,8	2,5 $\pm$ 5,0
Cepljena drevesa	9,2 $\pm$ 1,1 (a)	6,7 $\pm$ 4,9	3,9 $\pm$ 4,5	NP

Povprečna dolžina internodijev poganjkov prvega reda (N+1) pri potaknjencih znaša 26,5 mm, pri cepljenih kostanjih pa 15,5 mm. Povprečna dolžina internodijev poganjkov drugega reda (N+2) je pri potaknjencih 19,4 mm, pri cepljenih kostanjih pa 11 mm, pri poganjkih tretjega reda (N+3) pa so pri potaknjencih internodiji dolgi 3,5 mm, pri cepljenih kostanjih pa 8,2 mm. Povprečna izmerjena dolžina internodijev pri poganjkih četrtega reda (N+4) je pri potaknjencih 4,6 mm, cepljeni kostanji pa poganjkov četrtega reda še niso razvili (slika 12). Statistično značilna razlika je med povprečno dolžino internodijev

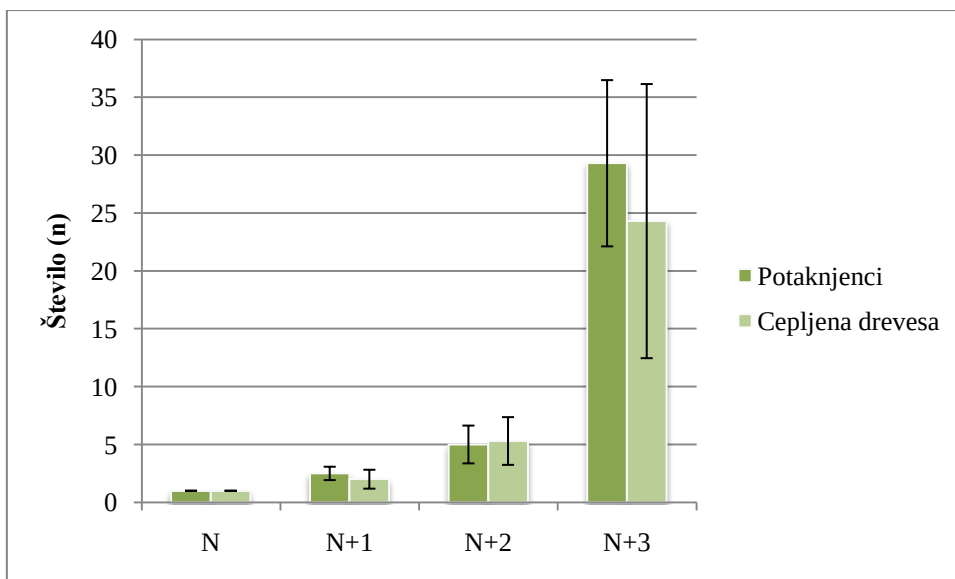
poganjkov prvega reda. Med ostalimi poganjki nismo zaznali statistično značilne razlike glede na način razmnoževanja.



Slika 12: Povprečna dolžina internodijev za poganjke prvega (N+1), drugega (N+2), tretjega (N+3) in četrtega (N+4) reda pri potaknjencih in cepljenih kostanjevih dreves sorte 'Marsol' leta 2005. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilna razlika pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike, kjer črk ni, ni statistično značilne razlike.

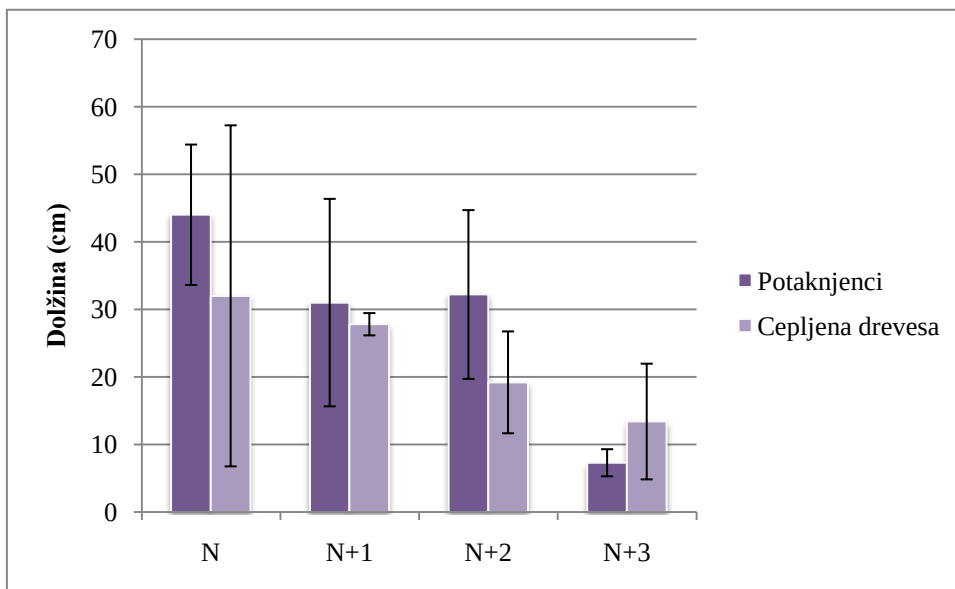
4.2 KVANTITATIVNE LASTNOSTI POGANJKOV NA ZAČETKU OBDOBJA RODNOSTI DREVES LETO 2008

Meritve, ki smo jih opravili spomladi 2008 so pokazale, da je povprečno število poganjkov (N+1), ki so zrasli v rodni veji, pri potaknjencih 2,5 pri cepljenih kostanjih pa 2 poganjka (N+1) na rodno vejo. Potaknjenci so imeli v eni rodni veji 5 (N+2) poganjkov, pri cepljenih kostanjih pa 5,3. Najmlajših (N+3) poganjkov je bilo v povprečju 29,3 pri potaknjencih in 24,3 pri cepljenih kostanjih (slika 13).



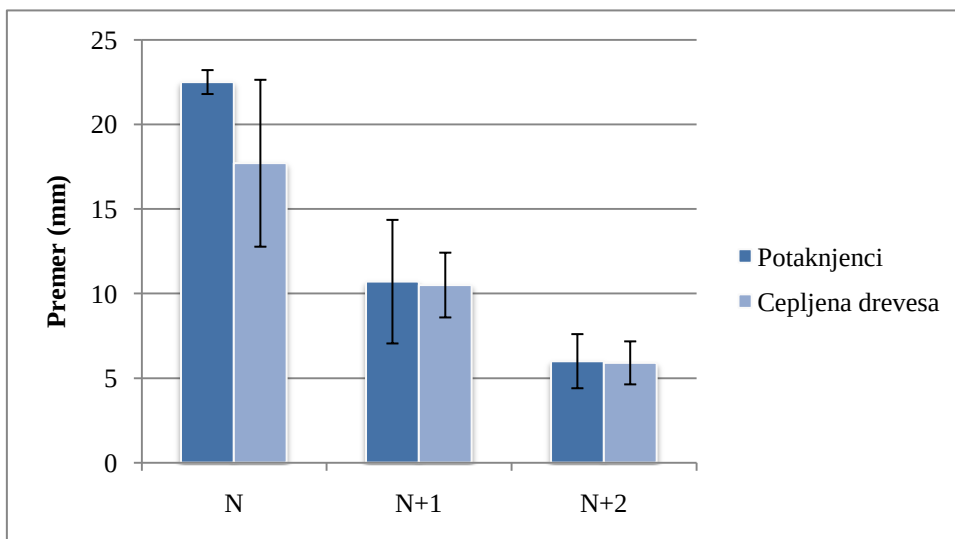
Slika 13: Povprečno število poganjkov (N), (N+1), (N+2) in (N+3) pri potaknjencih in cepljenih kostanjih sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka.

Nosilni, štiriletni poganjki v rodni veji (N) so bili pri potaknjencih daljši in so merili 44 cm, pri cepljenih kostanjih pa so v povprečju 32 cm (slika 14). Poganjki (N+1) so pri potaknjencih merili 31 cm, pri cepljenih kostanjih pa 27,8 cm. Povprečna dolžina poganjkov (N+2) je bila pri potaknjencih 32,2 cm, pri cepljenih kostanjih pa 19,2 cm. Poganjki (N+3) so bili pri potaknjencih krajši, kot pri cepljenih kostanjih in so v povprečju merili 7,3 cm oz. 13,4 cm.



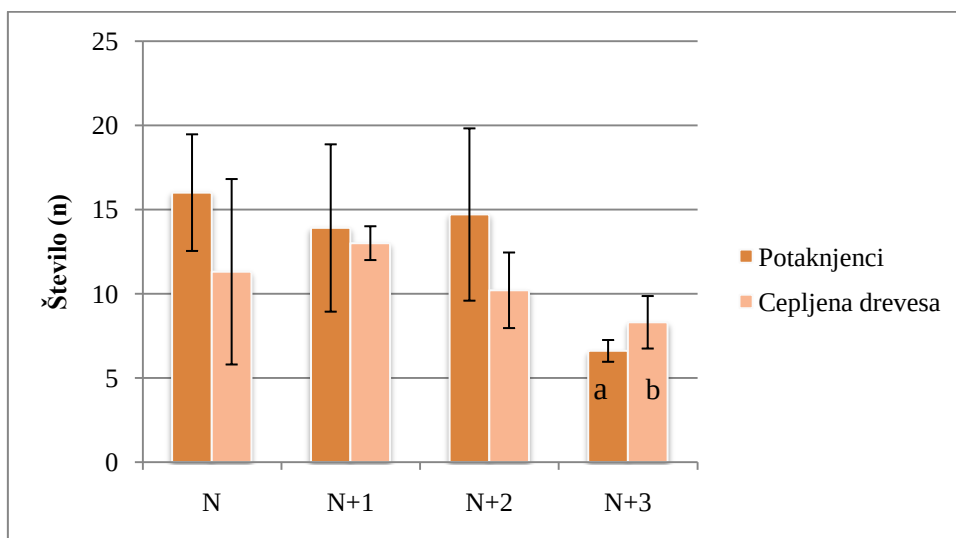
Slika 14: Povprečna dolžina poganjkov (N), (N+1), (N+2) in (N+3) pri potaknjencih in cepljenih drevesih kostanja sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka.

Povprečno izmerjen premer štiriletnega poganjka (N) pri osnovi je 22,5 mm pri potaknjencih in 17,7 mm pri cepljenih kostanjih. Poganjki (N+1) in (N+2) imajo skoraj enak premer pri osnovi ne glede na način razmnoževan (slika 15).



Slika 15: Premer poganjkov (N), (N+1) in (N+2) pri osnovi, pri potaknjencih in cepljenih drevesih kostanja sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka.

Nosilni poganjki (N) v rodni veji in stranski poganjki (N+1) in (N+2) so imeli pri potaknjencih več nodijev kot cepljeni kostanji (slika 16). Pri poganjkih (N+3) je bilo razmerje obratno. Rodni (N+3) poganjki so imeli v povprečju 8,3 nodijev pri cepljenih kostanjih in 6,6 nodijev pri potaknjencih.



Slika 16: Povprečno število nodijev poganjkov (N), (N+1), (N+2) in (N+3) pri potaknjencih in cepljenih drevesih kostanja sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilna razlika pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike, kjer črk ni, ni statistično značilne razlike.

Na rodnem poganjku (N+3) so se ženski cvetovi v povprečju razvili na istem nodiju pri potaknjencih in cepljenih kostanjih (preglednica 4).

Preglednica 4: Ženski cvet na zaporedni nodij pri potaknjencih in cepljenih drevesih sorte 'Marsol' leta 2008 s standardnim odklonom.

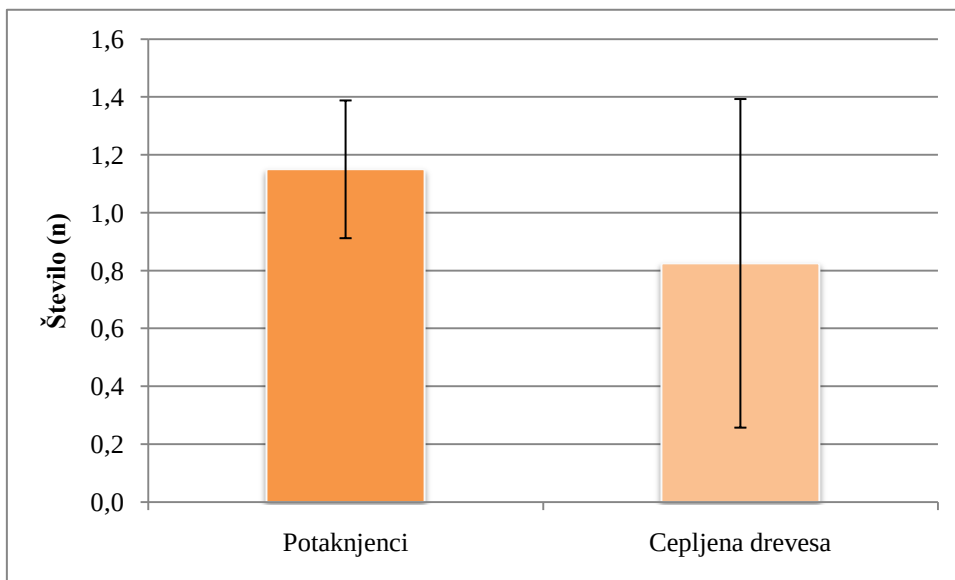
Način razmnoževanja	(♀) cvet na zaporedni nodij
Potaknjenci	$11,3 \pm 0,7$
Cepljena drevesa	$11,4 \pm 0,7$

Moški cvetovi so bili v povprečju skoraj na enakem nodiju pri potaknjencih in cepljenih drevesih, tako da med njimi ni bilo statistično značilne razlike (preglednica 5).

Preglednica 5: Moški cvet na zaporedni nodij pri potaknjencih in cepljenih drevesih kostanjev sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka.

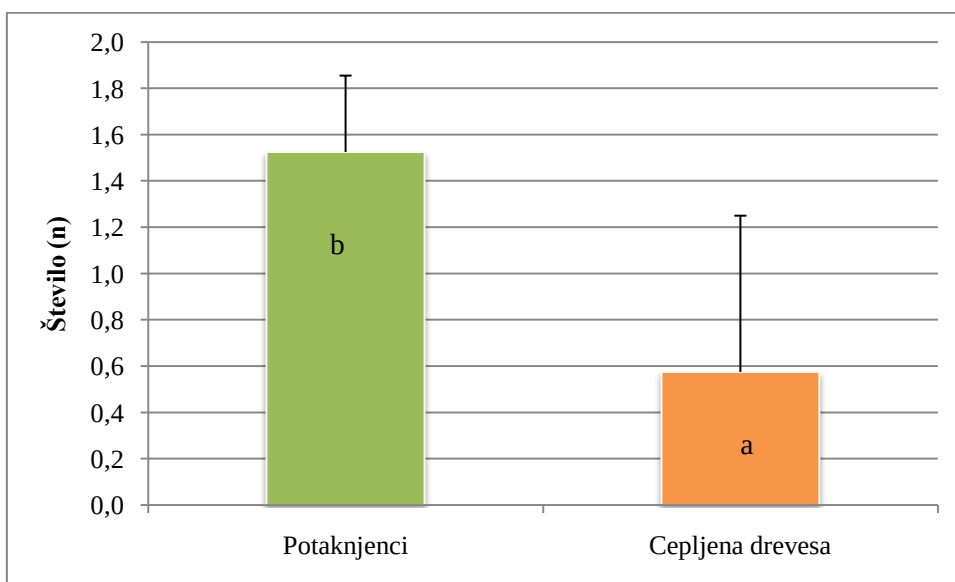
Način razmnoževanja	(♂) cvet na zaporedni nodij
Potaknjenci	$6,9 \pm 1,4$
Cepljena drevesa	$6,4 \pm 0,5$

Na potaknjencih se je na rodnem poganjku v povprečju razvilo 1,2 ženskih cvetov, pri cepljenih kostanjih pa 0,8 cveta na rodni poganjek. Statistično značilne razlike pri številu ženskih cvetov pri potaknjencih in cepljenih kostanjih nismo izračunali (slika 17).



Slika 17: Povprečno število ženskih cvetov pri potaknjencih in cepljenih kostanjih sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka.

Pri potaknjencih se je iz oplojenih ženskih cvetov v povprečju razvilo 1,5 ježic na rodni poganjek, pri cepljenih kostanjih pa je bilo število ježic 0,6 na rodni poganjek (slika 18). Izračunali smo tudi statistično značilno razliko. Statistično značilno več ježic se je razvilo na rodni poganjki potaknjencev.



Slika 18: Povprečno število ježic na rodni poganjki (N+3) pri potaknjencih in cepljenih kostanjih sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka in statistično značilna razlika pri $p < 0,05$ (ANOVA), različne črke pomenijo statistično značilne razlike.

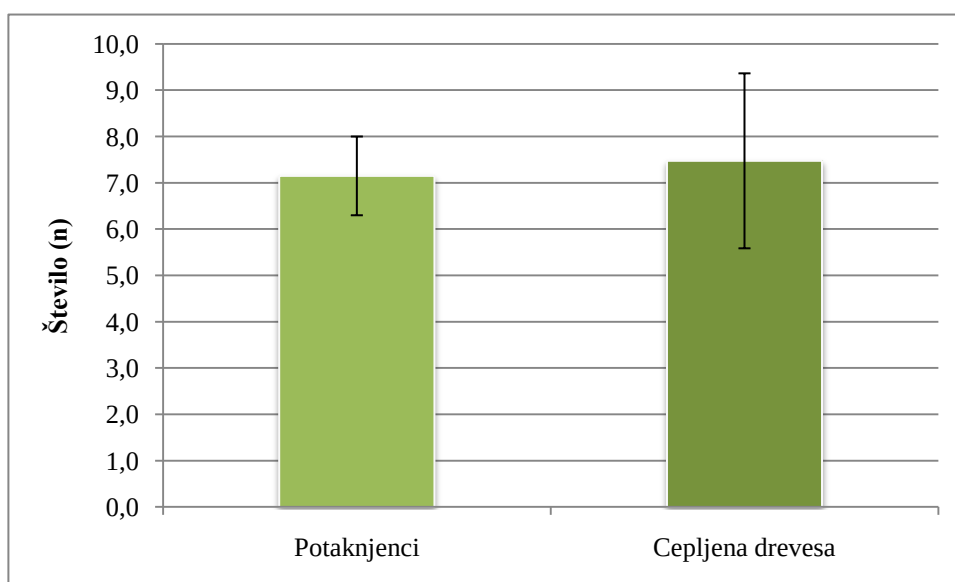
V eni ježici so imeli potaknjenci v povprečju 0,6 dobro razvitih plodov, cepljeni kostanji pa 0,5. V vsaki ježici smo prešteli še 2,5 nerazvita kostanja pri potaknjencih, cepljeni

kostanji pa so imeli samo po en nerazvit plod na ježico (preglednica 6). Glede števila razvitih plodov na ježico ni bilo statistično značilnih razlik med drevesi potaknjencev in cepljenimi drevesi. Pri povprečnem številu nerazvitih plodov na ježico je bila pri potaknjencih in cepljenih kostanjih statistično značilna razlika.

Preglednica 6: Število razvitih in nerazvitih plodov na ježico, pri potaknjencih in cepljenih drevesih sorte 'Marsol' leta 2008, s standardnim odklonom. Različne črke označujejo statistično značilno razliko pri $p < 0,05$ (ANOVA).

Način razmnoževanja	Število razvitih plodov na ježico	Število nerazvitih plodov na ježico
Potaknjenci	$0,6 \pm 0,5$	$2,5 \pm 0,5$ (b)
Cepljena drevesa	$0,5 \pm 0,6$	$1 \pm 1,1$ (a)

Povprečno število listov rodneega poganjka potaknjencev in cepljenih dreves je skoraj enako, tako da med njimi ni statistično značilne razlike (slika 19).



Slika 19: Povprečno število listov rodneega poganjka potaknjencev in cepljenih dreves kostanja sorte 'Marsol' leta 2008. Prikazana je $\pm$ standardna napaka.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Evropski pravi kostanj (*Castanea sativa* Mill.) je zaradi občutljivosti na kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica*) problematična sadna vrsta. Gozdarska služba ocenjuje, da je s kostanjevim rakom pri nas okuženih 50 % dreves (Solar, 2001a). Zato poskušamo ugotoviti ali imajo potaknjenci boljši rastni potencial, ker nimajo začetne vstopne rane za glivo (*Cryphonectria parasitica*), kot drevesa razmnožena s cepljenjem.

V diplomskem delu smo v prvem delu analizirali rast mladih kostanjevih dreves (*Castanea sativa* Mill.) sorte 'Marsol', razmnoženih s potaknjenci in mladih kostanjevih dreves sorte 'Marsol', razmnoženih s cepljenjem na kaleče seme. V drugem delu smo pri obeh vrstah dreves analizirali zgradbo štiriletne rodne veje.

Do sedaj so arhitektonske analize izvajali predvsem pri jablani, orehu, breskvi, marelici, mandlju in češnji. Preučevali so različne načine razrasti dreves in tvorbe plodov, ter ugotavljali, kako bujna so drevesa in kako gosto so obraščena (Costes in Guedon, 1998).

V letu 2005 smo izvedli meritve na celotnih drevesih. Naš vzorec je zajemal štiri drevesa potaknjencev in štiri cepljena drevesa. Iz dobljenih meritev smo izračunali povprečne vrednosti za: spodnji in zgornji premer debla, višino debla, dolžino glavnega poganjka (N), število nodijev in dolžino internodijev glavnega poganjka (N), dolžino stranskih poganjkov, število nodijev in dolžino internodijev stranskih poganjkov prvega (N+1), drugega (N+2), tretjega (N+3) in četrtega reda (N+4).

Iz pridobljenih meritev za leto 2005 ugotavljamo, da smo pri potaknjencih praviloma skoraj pri vseh parametrih dobili večje povprečne vrednosti. Iz tega lahko sklepamo, da imajo potaknjenci bujnejšo rast, kot cepljena drevesa. Bujnejšo rast potaknjencev bi lahko pripisali dejstvu, da se pri potaknjencih že v začetni fazi razvoja izognemo problemom inkompatibilnosti in možnosti okužbe cepljenega mesta (Trobeč in Osterc, 2004) in s tem povezano šibkejšo rastjo. Že dlje časa se pojavlja težnja po razmnoževanju kostanja na lastnih koreninah, saj se pojavljajo domneve, da bi lahko kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica*) veliko težje okužil drevesa na lastnih koreninah, kot cepljene rastline (Trobeč in Osterc, 2004).

Leta 2008 smo na kostanjevih drevesih ponovno izvedli meritve. Tokrat smo na dveh izbranih drevesih potaknjencev in dveh dreves cepljenih kostanjev naključno izbrali po dve štiriletni veji. Veje smo podrobno premerili, dobili smo povprečne vrednosti za naslednje parametre: število stranskih poganjkov (N), (N+1), (N+2), (N+3), ki so se razvili na nosilnem poganjku (N), dolžino vseh poganjkov, število nodijev na teh poganjkih, njihov premer pri osnovi, število zaporednega nodija na rodnem poganjku (N+3), na katerem so se razvili ženski (♀) oz. moški (♂) cvetovi, število ježic, število razvitih in nerazvitih plodov v ježici in število listov na rodni poganjek.

Tudi v štiriletni rodni veji smo praviloma pri potaknjencih izmerili večje povprečne vrednosti preučevanih parametrov kot pri cepljenih drevesih. Atefi (1990, 1993), pri orehu ugotavlja, da je količina pridelka v pozitivni zvezi z velikostjo dreves in premerom debla. Tudi mi pri kostanju ugotavljamo, da so potaknjenci razvili večje število poganjkov in s tem večji volumen drevesa, debelejša debla in vej ter poganjke in večje število plodov, kot cepljena drevesa. Pri različnih sortah oreha so Solar in sod. (2008) ugotovili povezavo med številom rodni poganjkov in številom plodov, ter ugotovili, da sta rast in rodnost izenačeni. Pri leski je petletno rodno vejo podrobno analiziral Kolenc (2006) in ugotovil povezavo med rastnim potencialom in rodnostjo. Ugotavlja, da sta rastni potencial in rodnost leske izenačena in sorte z bujno rastjo razvijejo večje grme in tudi bolje rodijo v primerjavi s šibko rastočimi sortami.

O pozitivni povezavi med dolžino in debelino poganjkov poročajo Solar in Štampar, (2003) in Solar in sod. (2008) in navajajo, da so daljši poganjki pri orehu tudi debelejši.

5.2 SKLEPI

Pri analizi mladega drevesa kostanja smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- potaknjenci razvijejo v enakem časovnem obdobju višje deblo z večjim zgornjim in spodnjim premerom kot cepljena drevesa;
- gornji premer debla je statistično značilno večji pri potaknjencih, pri katerih je meril 13,2 mm v primerjavi z 9,8 mm pri cepljenih kostanjih;
- potaknjenci razvijejo daljše poganjke in s tem večje število nodijev in daljše internodije;
- dolžina glavnega poganjka je statistično značilno večja pri drevesih potaknjencev, povprečna vrednost je bila 142 cm, pri cepljenih drevesih pa 69 cm;
- število stranskih poganjkov prvega reda (N+1) je statistično značilno večje pri cepljenih kostanjih: 9,5 poganjka na drevo v primerjavi s 8,8 poganjki na drevo pri potaknjencih;
- način razmnoževanja je statistično značilno vplival tudi na dolžino stranskih poganjkov prvega reda (N+1), ki so bili pri potaknjencih dolgi 38,2 cm, pri cepljenih kostanjih pa samo 17,8 cm;
- enak vpliv vzgoje sadik smo ugotovili tudi pri številu nodijev: na mladih drevesih, ki so bili vzgojeni iz potaknjencev, je imel poganjek prvega reda (N+1) v povprečju 15,7 nodijev pri cepljenih kostanjih pa samo 9,2;
- potaknjenci so imeli na stranskih poganjkih prvega reda (N+1) tudi statistično značilno daljše interodije: 26,5 mm v primerjavi s 15,5 mm pri cepljenih kostanjih;
- število stranskih poganjkov drugega reda (N+2) je večje pri potaknjencih, število stranskih poganjkov tretjega reda (N+3) pa pri cepljenih mladih kostanjih.

Pri analizi podatkov za štiriletno rodno vejo smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- rodne veje so imele pri obeh vrstah sadik po en nosilni štiriletni poganjek (N), ki je bil pri potaknjencih statistično značilno daljši: 44 cm v primerjavi z 32 cm;

- na začetku razvoja se je rodna veja približno enako gosto obraščala, saj so imeli potaknjenci v 2,5 triletnih (N+1) poganjkov, cepljeni kostanji pa 2. Potaknjenci so imeli nekoliko daljše triletno poganjke (31 cm) kot cepljeni kostanji (27,8 cm);
- tudi število dvoletnih (N+2) poganjkov je bilo pri potaknjencih in cepljenih kostanjih skoraj enako. Razlika pa je bila v njihovi dolžini, saj so bili pri potaknjencih za tretjino daljši, kot pri cepljenih kostanjih (32,2 cm, oz. 19,2 cm);
- število nodijev je bilo večje pri potaknjencih na poganjkih (N), (N+1), (N+2) in pri cepljenih kostanjih na poganjkih (N+3);
- pri potaknjencih se je v rodni veji razvilo tudi več enoletnih stranskih poganjkov: 29,3 v primerjavi s 24,3 pri cepljenih kostanjih;
- pri povprečni dolžini enoletnih poganjkov (N+3) je bilo razmerje ravno obratno in so pri cepljenih kostanjih merili 13,4 cm, pri potaknjencih pa samo 7,3 cm;
- ženski cvetovi so se v obeh primerih razvili na koncu ali sredini enoletnih poganjkov, odvisno od povprečnega števila nodijev na rodnem poganjku (11,3 oz. 11,4 nodij od osnove proti vrhu), moški cvetovi pa na sredini (6,4 nodij);
- potaknjenci so razvili po 1,2 (♀) cveta na poganjek, cepljeni kostanji pa po 0,8 (♀) cveta na poganjek;
- povprečno število ježic, ki se je razvilo na enem rodnem poganjku je bilo pri potaknjencih 1,5 pri cepljenih kostanjih pa samo 0,6;
- način razmnoževanja ni značilno vplival na število razvitih plodov v ježici, saj so imeli potaknjenci v eni ježici 0,6 razvitih plodov, cepljeni kostanji pa 0,5;
- število nerazvitih kostanjev znotraj ene ježice pa je bilo statistično značilno odvisno od načina razmnoževanja: potaknjenci so imeli v povprečju po 2,5 nerazvita ploda v ježici, cepljeni kostanji pa samo 1 nerazvit plod na ježico;
- število listov na rodnem poganjku (N+3) je bilo pri potaknjencih in cepljenih kostanjih skoraj enako.

Iz primerjave med arhitektonskim razvojem mladega drevesa in rodne veje na začetku obdobja rodnosti sklepamo:

- na začetku razvoja imata mlado drevo in rodna veja bujnejšo rast pri potaknjencih, saj sta dolžina in število nodijev glavnega oz. nosilnega poganjka (N) v obeh primerih večja kot pri cepljenih kostanjih;
- stranski poganjki prvega (N+1) in drugega reda (N+2) na mladem drevesu imajo bujnejšo rast pri potaknjencih, saj so ti daljši in imajo večje število nodijev, kot pri cepljenih kostanjih. Prav tako imajo bujnejšo rast poganjki (N+1) in (N+2) v štiriletni rodni veji;
- poganjki tretjega reda (N+3) so šibkejši rasti tako pri potaknjencih na mladem drevesu kot tudi v 4-letni rodni veji, saj so krajši in imajo manjše število nodijev kot poganjki pri mladih cepljenih kostanjih in njihovih rodni vejah;
- v rodni veji število stranskih poganjkov (N+1), (N+2) in (N+3) narašča s starostjo, ne glede na način razmnoževanja;
- mlada drevesa kostanja so podobna rodni vejami po bujnosti rasti poganjkov, po gostoti obraščanja pa so si ravno nasprotna;
- iz razvoja mladega drevesa lahko sklepamo, kako bujna bo rast poganjkov ob začetku rodnosti.

V diplomskem delu smo predstavili rezultate, ki smo jih pridobili v letih 2005 in 2008. Z raziskavo smo prišli do ugotovitev, da imajo potaknjenci in cepljeni kostanji različno zgrajena drevesa v mladostnem obdobju in tudi na začetku rodne dobe. Različno razmnoženi kostanji imajo tudi različen rastni in rodni potencial. Ugotovili smo tudi zvezo med bujnostjo rasti pri mladem drevesu in v zgodnjem obdobju rodnosti. Vendar je potrebno poskus ponoviti, saj so potrebne večletne analize, da bi lahko iz arhitekture mladega drevesa z gotovostjo sklepali, kakšna bosta rast in razvoj odraslega kostanja.

6 POVZETEK

Namen našega diplomskega dela je bil določiti razliko v rasti in razvoju kostanjevih dreves, glede na izbrani način razmnoževanja.

V poskusu, ki smo ga izvajali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete, smo obravnavali osem kostanjevih dreves sorte 'Marsol', vzgojenih iz potaknjencev oz. cepljenih na kaleče seme. Z arhitektonsko analizo mladih dreves (leta 2005) in analizo štiriletnih rodni vej (2008), ki so vključevale kvantitativne meritve, smo določili povprečne vrednosti za: število in dolžino poganjkov, število nodijev, dolžino internodijev, premer debla in poganjkov, število ženskih cvetov, število ježic in število plodov v ježici. Na podlagi teh rezultatov smo določili razliko v rasti med potaknjenci in cepljenimi drevesi kostanja.

Pri prvem merjenju smo izbrali po štiri drevesa za vsak razmnoževalni način. Pri drugem merjenju pa smo opazovali po dve drevesi iz skupine potaknjencev in po dve drevesi iz skupine cepljenih na kaleče seme. Na teh drevesih smo naključno izbrali dve štiriletne rodne veje.

Z analizo podatkov smo ugotovili, da se zgradba oz. volumen mladih dreves in štiriletnih vej potaknjencev na začetku rodnosti razlikujejo od mladih dreves in rodni vej kostanjev cepljenih na kaleče seme. Pri kostanjih vzgojenih iz potaknjencev nam je analiza mladih dreves in rodni vej pokazala naslednje:

- potaknjenci so v enakem časovnem obdobju razvili višje in debelejšo deblo;
- potaknjenci so razvili daljše glavne poganjke, ki so imeli večje število nodijev in daljše internodije;
- v povprečju so potaknjenci razvili večje število stranskih poganjkov v rodni veji in manjše število pri mladih drevesih;
- stranski poganjki v rodni veji, so bili debelejši in tudi daljši kot poganjki kostanjev, cepljenih na kaleče seme;
- potaknjenci so razvili več ženskih cvetov in večje število ježic;
- število razvitih plodov v ježici je bilo nekoliko večje pri kostanjih potaknjencev.

Pri kostanjih, ki so bili vzgojeni s cepljenjem na kaleče seme, smo z analizo mladih dreves oz. štiriletnih vej ugotovili:

- cepljena drevesa so v enakem časovnem obdobju razvila nižja in tanjša debela;
- mlada drevesa cepljenih kostanjev so razvila več stranskih poganjkov, v rodni veji pa jih je bilo več kot pri potaknjencih;
- stranski poganjki nižjih redov so bili pri cepljenih mladih drevesih krajši in so imeli manj nodijev ter krajše internodije;
- stranski poganjki višjega reda (tretjega reda) (N+3) so bili daljši, z več nodiji in daljšimi internodiji;

- število ženskih cvetov in število ježic je bilo pri cepljenih kostanjih manjše kot pri potaknjencih;
- število nerazvitih plodov v ježici je bilo pri cepljenih kostanjih manjše kot pri potaknjencev.

S primerjavo zgradbe mladega drevesa ter rodne veje smo ugotovili:

- iz bujne rasti mladega drevesa kostanja lahko sklepamo, da bo tudi na začetku obdobja rodnosti rast poganjkov tega drevesa bujna;
- število stranskih poganjkov na mladem drevesu je obratno sorazmerno s številom stranskih poganjkov v rodni veji.

7 VIRI

- Atefi, J. 1990. Preliminary research of Persian walnut and correlation between pair characters. Budapest. Acta Hor. 9842 97-104
- Atefi, J. 1993. Primary research in different pear cultivars in Iran. (Annual Research Report). Horticultural Research Dept., Seed and Plant Improvement Institute (SPII). 53. (In Farsi)
- Anić M., Košanin N., Nikolovski T., Sučić J., Wraber M. 1959. Pitomi kesten. V: Šumarska enciklopedija 1, Kos A., Horvat I. (ur.) Zagreb, Leksikografski zavod FNRJ: 728-730
- Babnik M. 1992. Sadno drevje: sajenje, gojenje in rez. Ljubljana, Kmečki glas: 118 str.
- Bell A. D. 1998. Plant form. An illustrated guide to flowering plant morphology. Oxford, New York, Tokio, University Press: 341 str.
- Bohanec B. 1992. Tehnike rastlinskih tkivnih kultur. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 168 str.
- Bulatović S. 1983. Savremeno voćarstvo. Beograd, Nolit:478 str.
- Carglio Y., Godin C., Costes E., Barthelemej D. 1998. Mesure et representation des plantes. V: 11^{eme} Colloque sur les Recherches Frutieres INRA – Ctifl. Architecture et Modelisation en Arboreculture Fruitiere. Montpellier (France), 5-6 Mars 1998: 22-32
- Costes E. 1993. Architecture aerienne de l'Abricotier en developpment libre. Acta botanica Gallica, 140, 3: 249-261
- Costes E., Guedon Y. 1998. Analyse et medelisation de la repartition desrameaux axillaries et des floraisons chez les arbres fruitieres. V: 11eme Colloque sue les Recherches Frutieres INRA – Ctifl. Architecture et Modelisation en Arboriculture Fruitiere. Montpellier (France), 5-6 Mars 1998: 9-21
- Eleršek L. 2001. Knjiga o gozdu: njegovem pomenu, lepoti, podrobnosti in sestavi. Ljubljana, samozaložba: 142 str.
- Fabčič S. 1997. Vpliv podlag na uspeh cepljenja pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill.). Višješolska diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 46 str.
- Germain E. 1992. Le noyer. V: Améloration des especes végétales cultivées, objectifs et critères de sélection. Gallais A, Bannerot H, (eds). Paris, INRA: 125-134

- Godec B., Hudina M., Ileršič J., Koran D., Solar A., Usenik V., Vesel V. 2003. Kostanj – evropski križanci (*Castanea sativa* x *Castanea creanta*). V: Sadni izbor za Slovenijo 2002. Krško, Revija za sadjarstvo vinogradništvo in vrtnarstvo: 126-127
- Grecs Z. 2002. Razširjenost, rastne značilnosti in gojitvene lastnosti pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill.) v Sloveniji. Specialistično delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 145 str.
- Gregorič V., Kalan J., Košir Ž. 1975. Gozdovi na slovenskem. V: Geološka in gozdnovegetacijska podoba. Ljubljana, Založba borec v sodelovanju s Poslovnim združenjem gozdnogospodarskih organizacij v Ljubljani: 26-62
- Jaeger M., de Reffye De. 1992. Basic concepts of computer simulation of plant growth. Journal of Biosciences 17 (3): 275-291
- Katalinić J. 1973. Pčelarstvo. Zagreb, Nakladni zavod Znanje: 585 str.
- Kervella J., Pfeiffer F., Pages L., Genard M., Serra V. 1998. Taking into account relationships between ecophysiological processes in the breeding for peach tree characteristics. Acta Horticulturae, 465: 145-154
- Kolenc U. 2006. Povezava med lastnostmi rodnega lesa in kakovostjo plodov pri leski (*Corylus avellana* L.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta oddelek za agronomijo: 50 str.
- Kotar M., Brus R. 1999. Naše drevesne vrste. Ljubljana, Slovenska matica: 320 str.
- Lüdders P. 2004. Esskastanie (*Castanea sativa* Mill.): Botanik, Abau und Verwendung einer alten Obstart. Erwebst-Obstbau, 46: 7-12
- Mlakar J. 1990. Dendrologija - Drevesa in grmi Slovenije. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 164 str.
- Osterc G. 2004. Pomen mikrorazmnoževanja pri masovni razmnoževanju lesnatih (sadnih) rastlin: vodilna metoda drevesničarske proizvodnje v prihodnje? V: Zbornik referatov 1. Slovenskega kongresa z mednarodno udeležbo Krško, 24. – 26. Marec 2004. Hudina M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Katedra za sadjarstvo: 593-599
- Perko F. 1995. Gojenje gozdov: Ekologija, nega in varovanje. Ljubljana, Kmečki glas: 226 str.
- Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 684 str.

- Podjavoršek A. 1999. Pomološka preučitev in vrednotenje genetske variabilnosti pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill.) v Sloveniji. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 95 str.
- Sanchez M., Carmen San-Jose M., Ferro E., Ballester A., Vieitez M. A. 1997. Improving micropropagation conditions for adult-phase shoots of chesnut. *Journal of Horticultural Science*, 72, 3: 433-443
- Sancin V. 1988. Sadje z našega vrta. Trst, Založništvo tržaškega tiska: 376 str.
- Serres R., Read P., Heckett W., Nessen P. 1990. Rooting of American chesnut microcuttings. *Jornal of Environmental Horticulture*, 8, 2: 86-88
- Solar A. 2000. Izbor morfometrijskih in pomoloških kazalnikov za žlahtnjenje oreha (*Junglas regia* L.). Doktorska diersitacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 156 str.
- Solar A. 2001a. Lupinarji: Kostanj – splošni del. Gradivo za predavanja, univerzitetni študij, 4. letnik, Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 7 str.
- Solar A. 2001b. Lupinarji – tehnologije pridelave: Kostanj. Gradivo za predavanje pri predmetu Sadjarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 5 str.
- Solar A., Hudina M., Štampar F. 2001. Relationship between tree architecture, phenological data and generative development in wulnat (*Junglas regia* L.). *Acta Horticulturae*, 544: 275-286
- Solar A., Štampar F. 2003 Genotypic differences in branching and fruting habit in Common Walnut (*Junglas regia* L.). *Annals of Botany*, 92: 317-325
- Solar A., Štampar F. 2004. Modeling the diameter of annual shoots in a three Year old fruting branch of Persian walnut (*Juglans regia* L.). V: 7th Int. Simposium on Computer Modelling in Fruit Research and Orchard Management, Copenhagen, Denmark, 20th-24th June 2004, Programme and abstracts: 34
- Solar A., Štampar F., Kelc D. 2008. Strategija rodnosti različnih sort oreha (*Juglans regia* L.) V: Zbornik referatov 2. Slovenskega kongresa z mednarodno udeležbo Krško, 31. Januar – 2. Februar 2008. Hudina M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Katedra za sadjarstvo: 327-335
- Šiftar A. 1992. In vitro grow rejunivilized shoots from plants taken with grafting on the germinated seeds of chestnut. *Acta Horticulturae*, 300: 141-143
- Šiftar A. 1999. Cepljenje bukovk. *Moj mali svet*, 31, 11: 19
- Štampar F. 2002. Gojitvene oblike in rez sadnih rastlin. Ljubljana, Kmečki glas: 109 str.

- Štampar F. 2004. Sadjarstvo danes in jutri. V: Zbornik referatov 1. Slovenskega kongresa z mednarodno udeležbo Krško, 24. – 26. Marec 2004. Hudina M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Katedra za sadjarstvo: 200-204
- Štampar F., Solar A. 2005. Gojitvene oblike in rez sadnih rastlin. V: Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koran D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 140-145
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koran D., Usenik V., Hudina M. in Osterc G. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.
- Osterc G. 2004. Pomen mikrorazmnoževanja pri masovnem razmnoževanju lesnatih (sadnih) rastlin: Vodilna metoda drevesničarske proizvodnje v prihodnje? V: Zbornik referatov 1. Slovenskega kongresa z mednarodno udeležbo Krško, 24. – 26. Marec 2004. Hudina M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Katedra za sadjarstvo: 593-599
- 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, Katedra za sadjarstvo: 695-700
- Trobec M., Usenik V., Solar A., Štampar F. 2002. Influence of tree architecture on fruit quality in cherry (*Prunus avium* L.) cv. 'Petrovka'. Zbornik Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo, 79, 2: 333-341
- Zavod za gozdove Slovenije. Kostanjeva šiškarica, nov prebivalec slovenskih gozdov.
<http://www.zgs.gov.si/slo/delovna-podrocja/varstvo-gozdov/dddddd/index.html>
(november 2010)

ZAHVALA

Ob zaključku diplomskega dela bi se rada zahvalila izr. prof. dr. Gregorju OSTERCU za mentorstvo, pomoč in nasvete pri nastajanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi viš. znan. sod. dr. Aniti Solar za somentorstvo, za pomoč, podane strokovne nasvete in pripombe.

Posebna zahvala gre mojim staršem, za finančno in moralno podporo v času študija.

Hvala mojemu fantu Silvotu, za spodbudo v času študija in za pomoč pri izvajanju meritev.

Zahvaljujem se tudi vsem ostalim, ki ste mi kakorkoli pomagali v času študija in pri urejanju in oblikovanju diplomske naloge.

MERITVE MLADIH KOSTANJEVIH DERVES SORTE Marsol: 16. 5. 2005

Drevo	Premerspodnji (mm)	Premersgornji (mm)	Višina debla (cm)	Dolžinaglavnega poganjka N (cm)	Št. nodijev gl.pog. N	Dolžina int. gl. pog. N (mm)	Število stranskih poganjkov			Dolžina stranskih poganjkov (cm)			Število nodijev stranskih poganjkov			Dolžina int. str. poganjkov (mm)		
10	13,7	8,9	30	75	37	5	N+1	N+2	N+3	N+1	N+2	N+3	N+1	N+2	N+3	N+1	N+2	N+3
						10	8	3	1	15	38	12	11	6	7	10	5	10
						20				8	5		5	16		25	5	30
						20				5	21		8	11		15	20	30
						25				7			8			25	10	30
						20				17			13			15	10	30
						10				37			6			15	5	20
						15				4			7			10	5	5
						20				10			16			10	5	
						15										10	10	
						10										15	20	
						10										10	30	
						10										20	30	
						20										15	40	
						15										10	20	
						5										2	20	
						15										5	10	
						25										5	5	
						30										5	1	
						25										20	20	
						30										15	20	
						30										15	30	
						35										10	40	
						30										25	40	
						40										20	40	
						40										25	25	
						30										25	20	
						30										30	30	
						20										...	...	
						...										...	...	

Primer izpolnjenega merilnega kartona za mlado kostanjevo drevo

PRILOGA A

PRILOGA B

Primer izpolnjenega merilnega kartona za štiriletno rodno vejo

SORTA: Marsol - POTAKNJENCI.....; **drevo:** ...2.....; **veja:** ...1.; **datum:** ...27. 6. 2008.....

Meritve	Leto													Opombe
	N	N + 1	N + 2	N + 3										
Skupno število poganjkov	1	2	2	Oznaka št.										
Izbrani poganjek:		1.	1.											
zapored. mesto na N (N+1)		17	11	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
dolžina (cm)	50	31	13	2	4									
premer pri osnovi (mm)	23	9	4											
št. nodijev	18	12	5	4	6									
št. ♂/ zaporedni nodij														
št. ♀/ zaporedni nodij														
št. plodov / zaporedni nodij														
št. listov / rodni poganjek				4	6									

SORTA: Marsol - POTAKNJENCI.....; **drevo:** ...2.....; **veja:** ...1.; **datum:** ...27. 6. 2008.....

Meritve	Leto													Opombe
	N	N + 1	N + 2	N + 3										
Skupno število poganjkov	1	2	1	Oznaka št.										
Izbrani poganjek:		1.	2.											
zapored. mesto na N (N+1)		17	12	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
dolžina (cm)	50	31	29	1	1,5	2	3	31						
premer pri osnovi (mm)	23	9	6											
št. nodijev	18	12	15	3	4	4	5	16						
št. ♂ / zaporedni nodij														
št. ♀ / zaporedni nodij														
št. plodov / zaporedni nodij														
št. listov / rodni poganjek				3	4	4	5	15						

SORTA: Marsol - POTAKNJENCI.....; drevo: ...2.....; veja: ...1.; datum: ...27. 6. 2008.....

Meritve	Leto													Opombe
	N	N + 1	N + 2	N + 3										
Skupno število poganjkov	1	2	3	Oznaka št.										
Izbrani poganjek:		2.	1.											
zapored. mesto na N (N+1)		18	16	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
dolžina (cm)	50	51	15	3	2	17								
premer pri osnovi (mm)	23	18	5											
št. nodijev	18	21	10	5	5	12								
št. ♂/ zaporedni nodij														
št. ♀/ zaporedni nodij														
št. plodov / zaporedni nodij														
št. listov / rodni poganjek				5	5	10								

SORTA: Marsol - POTAKNJENCI.....; drevo: ...2.....; veja: ...1.; datum: ...27. 6. 2008.....

Meritve	Leto													Opombe
	N	N + 1	N + 2	N + 3										
Skupno število poganjkov	1	2	3	Oznaka št.										
Izbrani poganjek:		2.	2.											
zapored. mesto na N (N+1)		18	17	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
dolžina (cm)	50	51	57	3	2	4	2	2	1,5	1	2	34		
premer pri osnovi (mm)	23	18	9											
št. nodijev	18	21	21	5	5	7	5	4	3	4	5	16		
št. ♂/ zaporedni nodij														
št. ♀/ zaporedni nodij														
št. plodov / zaporedni nodij														
št. listov /rodni poganjek				5	5	7	5	3	3	4	5	17		

SORTA: Marsol - POTAKNJENCI.....; drevo: ...2.....; veja: ...1.; datum: ...27. 6. 2008.....

Meritve	Leto																			
	N	N + 1	N + 2	N + 3																
Skupno število poganjkov	1	2	3	Oznaka št.																
Izbrani poganjek:		2.	3.																	
zapored. mesto na N (N+1)		18	18	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
dolžina (cm)	50	51	82	3	3,5	3,5	3	2	4	2	2,5	6	3	4	3	3	2	2	3,5	8
premer pri osnovi (mm)	23	18	15																	
št. nodijev	18	21	33	6	6	7	6	6	7	5	6	7	6	6	6	5	4	5	5	7
št. ♂/ zaporedni nodij																			2/5	7/1
št. ♀/ zaporedni nodij																				1/10
št. plodov / zaporedni nodij																				3/10
št. listov /rodni poganjek				6	6	7	6	4	7	5	6	7	6	6	6	5	4	5	5	7