

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE
VIRE

Nika FLAJS

**RAZVOJ TEHNIK GENERATIVNEGA
RAZMNOŽEVANJA NAVADNEGA KOPRIVOVCΑ
(*Celtis australis* L.)**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Nika FLAJS

**RAZVOJ TEHNIK GENERATIVNEGA RAZMNOŽEVANJA
NAVADNEGA KOPRIVOVCA (*Celtis australis* L.)**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**DEVELOPING TECHNIQUES FOR GENERATIVE PROPAGATION
OF EUROPEAN NETTLE TREE (*Celtis australis* L.)**

M. Sc. Thesis
Master Study Programmes

Ljubljana, 2014

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študija druge stopnje Gozdarstva in obnovljivih gozdnih virov. Opravljeno je bilo na Katedri za gojenje gozdov Oddelka za Gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire na Biotehniški fakulteti je dne 12. 12. 2012 odobrila naslov magistrske naloge in za mentorja imenovala prof. dr. Roberta Brusa, za recenzenta pa prof. dr. Gregorja Osterca.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Nika Flajs

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du2
DK	GDK 232.318+232.323.5:176.1 <i>Celtis australis</i> (043.2)=163.6
KG	navadni koprivovec/ <i>Celtis australis</i> /generativno razmnoževanje/kalivost
KK	
AV	FLAJS, Nika
SA	BRUS, Robert (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2014
IN	RAZVOJ TEHNIK GENERATIVNEGA RAZMNOŽEVANJA NAVADNEGA KOPRIVOVCA (<i>Celtis australis</i> L.)
TD	magistrsko delo
OP	X, 45 str., 16 pregl., 25 sl., 25 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V 19. stoletju so ogolela kraška območja pogozdili z neavtohtonim črnim borom (<i>Pinus nigra</i> Arnold), čigar najstarejši se stoji se danes že redčijo. V spodnji plasti se znova pojavljajo drevesne vrste avtohtonih listavcev, med katere sodi tudi navadni koprivovec (<i>Celtis australis</i> L.). Vse lastnosti navadnega koprivovca kažejo na njegovo primernost za vnašanje v kraške gozdove tako z ekološkega kot tudi z gospodarskega vidika. Ker pa je certificirane gozdne sadike navadnega koprivovca v Sloveniji trenutno nemogoče dobaviti, je smiselno preučiti možnosti za uspešno domače generativno razmnoževanje in vzgojo kakovostnih sadik. Iz tega razloga je bil osnovan poskus, v katerem smo preučevali uspešnost različnih metod generativnega razmnoževanja navadnega koprivovca. Primerjali smo kalivost glede na različen čas nabiranja semena, kraj setve in čas setve ter uspešnost dodatne obdelave semena pred setvijo. Za najuspešnejšo metodo se je izkazala jesenska setev na prosto s 93 % kalivostjo. Nekoliko nižjo, a vseeno zadovoljivo kalivost (77,8 %) je imelo po hladni stratifikaciji spomladi na prosto posejano seme. Povsem drugače se je v poskusu izkazala setev v gojitvene plošče, položene v kalilnik, kjer je povprečna kalivost znašala le 1,6 %. Dodatna obdelava semena se je izkazala za nepotrebno, saj med različno obdelanim semenom ni bilo značilnih razlik v kalivosti. Ker rezultati niso pokazali značilnih razlik v kalivosti med septembra in oktobra nabranim semenom, je priporočljivo čimprejšnje nabiranje plodov že v septembru oziroma takoj, ko se plodovi črnovijoličnoobarvajo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Du2
DC	FDC 232.318+232.323.5:176.1 <i>Celtis australis</i> (043.2)=163.6
CX	European nettle tree/ <i>Celtis australis</i> /generative propagation/germination
CC	
AU	FLAJS, Nika
AA	BRUS, Robert (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY	2014
TI	DEVELOPING TECHNIQUES FOR GENERATIVE PROPAGATION OF EUROPEAN NETTLE TREE (<i>Celtis australis</i> L.)
DT	Master Study Programmes
NO	X, 45 p., 25 fig., 16 ann., 25 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	<p>In the 19th century the barren Karst regions were reforested with non-native European black pine (<i>Pinus nigra</i> Arnold), whose oldest stands are nowadays already degrading. In the bottom layer native broadleaved tree species are occurring again among which is also the European nettle tree (<i>Celtis australis</i> L.). All properties of the European nettle tree indicate its suitability for the input in the Karst forests from the ecological and economic site of view. Unfortunately the certified seedlings in the Slovenian area are not available so it seems reasonable to consider the possibility of successful generative propagation and production of quality seedlings. For this reason the experiment in which the success of generative propagation of European nettle tree was examined. The comparison was made between two different times of seeds harvest, two different times of sowing the seeds and two different places for sowing the seeds. Furthermore the comparison between different type of seeds pre-treatment was made. The most effective method has proven to be outside autumn sowing with 93 % germination. The outside spring sowing after cold stratification had slightly lower but still satisfactory germination (77,8 %). Quite different results were obtained with inside sowing where the average germination was only 1,6 %. Additional processing of seeds has proved to be unnecessary as the variously treated seeds showed no significant differences in germination. As the results showed no significant differences in germination between seeds, harvested in September and those, harvested in October, the early harvesting in September or as soon as seeds become black-purple coloured, is advisable.</p>

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
SLOVARČEK (POJMI, OKRAJŠAVE, SIMBOLI)	X
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 NAVADNI KOPRIVOVEC (CELTIS AUSTRALIS)	3
2.2 SPOLNO (GENERATIVNO) RAZMNOŽEVANJE.....	4
2.2.1 Nabiranje	5
2.2.2 Shranjevanje	6
2.2.3 Stratifikacija.....	6
2.2.4 Hormonska obdelava	7
2.2.5 Maceracija in površinska obdelava semena	8
2.2.6 Kraj setve	9
2.2.7 Zaščita.....	9
2.2.8 Čas setve	9
2.2.9 Tla.....	10
2.3 CILJ RAZISKAVE	10
3 MATERIAL IN METODE	10
3.1 IZBIRA DREVES	10
3.2 NABIRANJE SEMEN	13
3.3 LOKACIJA POSKUSA	14
3.4 NAČIN SETVE.....	14
3.5 VPLIV DODATNE OBDELAVE SEMENA NA KALIVOST	16
3.6 SPREMLJANJE KALITVE.....	18
3.7 PRESAJANJE	19
3.8 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV.....	20
3.8.1 Statistična obdelava podatkov za osnovni poskus	20
3.8.2 Statistična obdelava podatkov za vpliv dodatne obdelave semena na kalivost.....	22
4 REZULTATI.....	23
4.1 USPEŠNOST KALITVE PRI RAZLIČNIH POSTOPKIH	23
4.1.1 Rezultati setve v kalilnik	23

4.1.2	Rezultati setve na prosto	28
4.1.3	Značilnosti razlik v uspehu kalitve med različnimi postopki.....	30
4.2	VPLIV DODATNE OBDELAVE SEMENA NA KALIVOST	32
4.2.1	Brušenje semen.....	32
4.2.2	Žveplena kislina (H_2SO_4).....	34
4.2.3	Giberelinska kislina (GA3).....	35
4.2.4	Kontrolna skupina.....	36
4.2.5	Značilnost razlik v uspehu kalitve med različnimi načini obdelave semena	37
5	RAZPRAVA	38
6	SKLEPI	40
7	POVZETEK	41
	ZAHVALA.....	46

KAZALO PREGLEDNIC

Pregl. 1: Osnovni podatki o semenskih drevesih.....	13
Pregl. 2: Podatki o temperaturnih meritvah v Luki Koper ter o meritvah padavin na padavinski postaji v Dekanih od oktobra 2012 do julija 2013 (Arhiv ..., 2013; Meteorološki ..., 2013).....	14
Pregl. 3: Shema poskusa.....	15
Pregl. 4: Shema vzporednega poskusa	17
Pregl. 5: Primer popisa kalitve semen, posejanih jeseni na prosto, na dan 25. 4. 2013. I pomeni skaljeno seme, X pomeni neskaljeno seme in * pomeni seme, ki je skalilo, a klica ni preživelala).....	19
Pregl. 6: Skupni delež vzkaljenih semen v odstotkih glede na prostor setve (prostor) in čas setve (setev)	25
Pregl. 7: Skupni delež vzkaljenih semen v odstotkih glede na čas nabiranja (nabiranje), prostor setve (prostor) in glede na čas setve (setev)	25
Pregl. 8: Število novo-vzkaljenih semen v posameznem terminu štetja, skupno število (skupaj) in delež vzkaljenih semen v odstotkih (delež [%]), ločeno glede na čas nabiranja (nabiranje), prostor setve (prostor), čas setve (setev) in glede na drevo (drevo).....	26
Pregl. 9: Univariatna analiza variance za čas nabiranja (nabiranje), prostor setve (prostor) in čas setve (čas setve) ter vse kombinacije (nabiranje*prostor, nabiranje*setev, prostor*setev, nabiranje*prostor*setev)	30
Pregl. 10: Tukeyev test (vrednost p) za kalivost glede na prostor setve (prosto ali kalilnik) in čas setve (jesen ali pomlad).....	31
Pregl. 11: Grupiranje postopkov setve na podlagi Tukeyevega testa (p<0,05).....	31
Pregl. 12: Univariatna analiza variance za drevo	32
Pregl. 13: Skupno število in delež vzkaljenih semen (v odstotkih), ločeno glede na vrsto dodatne obdelave semena	33
Pregl. 14: Število novo-vzkaljenih semen v posameznem terminu štetja, skupno število (skupaj) in delež vzkaljenih semen (v odstotkih), ločeno glede na čas nabiranja (nabiranje), prostor setve (prostor) in glede na predhodno obdelavo semen (tretma)	33
Pregl. 15: Kruskal Wallisov test (povprečje rangov)	37
Pregl. 16: Kruskal-Wallisov test (χ^2)	37

KAZALO SLIK

Sl. 1: Razširjenost navadnega koprivovca v Sloveniji (Vir: Dakskobler, 2009)	3
Sl. 2: Seme navadnega koprivovca (<i>Celtis australis</i> L.)	4
Sl. 3: Značilne lise brez klorofila na listih mladih sejank	5
Sl. 4: Ortofoto posnetki lokacij vseh petih dreves (Atlas ..., 2014).....	11
Sl. 5: Drevo 1.....	11
Sl. 6: Drevo 2.....	12
Sl. 7: Drevo 4.....	12
Sl. 8: Drevo 5.....	13
Sl. 9: Na prosto posejana semena	15
Sl. 10: V kalilnik posejana semena.....	16
Sl. 11: Seme koprivovca v koncentrirani žvepleni kislini	18
Sl. 12: Raztpljanje giberelinske kisline v acetonu s pomočjo magnetnega mešala	18
Sl. 13: Klice navadnega koprivovca (<i>Celtis australis</i> L.) dne 10. 4. 2013.....	19
Sl. 14: Prvo skaljeno seme dne 12. 3. 2013 (foto: Danjel Šavle)	23
Sl. 15: Delež vzkaljenih semen v kalilniku, prikazan v odstotkih po datumih preverjanja. Jesen_sep predstavlja seme, nabранo septembra in posejano jeseni, pomlad_sep predstavlja seme, nabранo septembra in posejano spomladi, jesen_okt predstavlja seme, nabran oktobra in posejano jeseni, pomlad_okt pa predstavlja seme, nabran oktobra in posejano spomladi.	24
Sl. 16: Število novo-vzkaljenih semen v kalilniku, prikazano po datumih preverjanja. Jesen_sep predstavlja seme, nabrano septembra in posejano jeseni, pomlad_sep predstavlja seme, nabrano septembra in posejano spomladi, jesen_okt predstavlja seme, nabran oktobra in posejano jeseni, pomlad_okt pa predstavlja seme, nabran oktobra in posejano spomladi.	24
Sl. 17: Navadni koprivovec, star 30 dni	25
Sl. 18: Delež vzkaljenih semen na prostem, prikazan v odstotkih po datumih preverjanja. Jesen_sep predstavlja seme, nabrano septembra in posejano jeseni, pomlad_sep predstavlja seme, nabrano septembra in posejano spomladi, jesen_okt predstavlja seme, nabran oktobra in posejano jeseni, pomlad_okt pa predstavlja seme, nabran oktobra in posejano spomladi.	28
Sl. 19: Število novo-vzkaljenih semen na prostem, prikazano po datumih preverjanja. Jesen_sep predstavlja seme, nabrano septembra in posejano jeseni, pomlad_sep predstavlja seme, nabrano septembra in posejano spomladi, jesen_okt predstavlja seme, nabran oktobra in posejano jeseni, pomlad_okt pa predstavlja seme, nabran oktobra in posejano spomladi.	29
Sl. 20: Klični listi navadnega koprivovca (<i>Celtis australis</i> L.) dne 10. 4. 2013	29
Sl. 21: klica navadnega koprivovca s prvim parom pravih listov	32
Sl. 22: Delež na novo vzkaljenih semen, katerih semensko lupino smo stanjšali z brušenjem, prikazan v odstotkih in ločeno po datumu štetja, času nabiranja semen ter	

prostoru setve. Sep_prosto predstavlja seme, nabrano septembra in posejano na prosto, sep_kalilnik predstavlja seme, nabrano septembra in posejano v kalilnik, okt_prosto predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano na prosto, okt_kalilnik pa predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano v kalilnik.	34
Sl. 23: Delež na novo vzkaljenih semen, tretiranih z žvepleno kislino (H_2SO_4), prikazan v odstotkih in ločeno po datumu štetja, času nabiranja semena ter prostoru setve. Sep_prosto predstavlja seme nabrano septembra in posejano na prosto, sep_kalilnik predstavlja seme nabrano septembra in posejano v kalilnik, okt_prosto predstavlja seme nabrano oktobra in posejano na prosto, okt_kalilnik pa predstavlja seme nabrano oktobra in posejano v kalilnik.	35
Sl. 24: Delež na novo vzkaljenih semen, tretiranih z giberelinsko kislino (GA3), prikazan v odstotkih in ločeno po datumu štetja, času nabiranja semena ter prostoru setve. Sep_prosto predstavlja seme, nabrano septembra in posejano na prosto, sep_kalilnik predstavlja seme, nabrano septembra in posejano v kalilnik, okt_prosto predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano na prosto, okt_kalilnik pa predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano v kalilnik.	36
Sl. 25: Delež na novo vzkaljenih semen, ki niso bila dodatno obdelana, prikazan v odstotkih in ločeno po datumu štetja, času nabiranja semena ter prostoru setve. Sep_prosto predstavlja seme, nabrano septembra in posejano na prosto, sep_kalilnik predstavlja seme, nabrano septembra in posejano v kalilnik, okt_prosto predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano na prosto, okt_kalilnik pa predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano v kalilnik.	37

SLOVARČEK (POJMI, OKRAJŠAVE, SIMBOLI)

DORMANCA: Semena mnogih rastlinskih vrst niso takoj kaliva, čeprav bi razmere v okolju sicer kalitev dovoljevale. Ta pojav imenujemo počitek ali dormanca.

STRATIFIKACIJA: Tehnološko odpravljanje nezmožnosti kalitve imenujemo stratifikacija, postopki, ki prevedejo do odprave nezmožnosti kalitve, pa se imenujejo stratifikacijski postopki (Osterc in Rusjan, 2013).

GIBERELINSKA KISLINA: Giberelin je en od šestih glavnih skupin rastlinskih hormonov, ki v zelo majhnih koncentracijah uravnavajo procese rasti in rodnosti. V različnih rastlinskih tkivih je bilo odkritih približno 90 različnih oblik giberelinov. V rastlinah najbolj razširjen je GA₁, obstajajo pa tudi umetni, med katerimi je na trgu mogoče dobiti giberelinsko kislino GA₃ (Štampar in sod., 2005).

MACERACIJA: Odstranitev mesnatega dela plodu.

1 UVOD

Kraški gozdovi so bili v preteklosti izkrčeni in osiromašeni zaradi potreb po lesu in pašnih površinah. V 19. stoletju so jih po Resslovih načrtih začeli ponovno pogozdovati s črnim borom (*Pinus nigra*). Čeprav v tem delu Slovenije neavtohton, je bil črni bor skoraj edina vrsta, zmožna preživeti hladne zime, vroča poletja ter zelo suha in revna tla. Pogozdovanje je trajalo več kot sto let, najstarejši nasadi pa se danes že redčijo. V njih se v spodnji plasti počasi že pojavljajo avtohtone drevesne vrste toploljubnih listavcev. Zasajeni nasadi črnega bora so upočasnili tudi močne vetrove in s tem omogočili nadaljnje zaraščanje opuščenih kmetijskih zemljišč. Ta sukcesija počasi napreduje, a znova zelene površine se lahko zaradi požarne nevarnosti in človeške malomarnosti zelo hitro spet spremenijo v gola kamnita prostranstva (Pestrost ..., 2014). Gospodarsko je črni bor poleg požarne ogroženosti manj primeren tudi z vidika nizke kakovosti lesa in zaradi glivičnih bolezni, ki ga ogrožajo. Zato je postopna premena borovih nasadov eden najpomembnejših gozdnogospodarskih ciljev na Krasu. Pri gojenju gozdov je pomembno, da se veliko pozornosti posveti pospeševanju toploljubnih, posamično rastočih, visokokakovostnih in gospodarsko zanimivih listavcev različnih vrst, s čimer bi dosegli večjo vrstno pestrost.

V primeru, da se naš planet resnično segreva, je dobro, da smo na to pripravljeni. Scenarij, po katerem naj bi se povišala temperatura zemlje in hkrati povečala pogostost suš ter drugih naravnih nesreč, ni prav nič spodbuden. V takem primeru je pomembno vprašanje, kakšno drevesno sestavo bi moral imeti gozd, da bi se lahko prilagajal takim spremembam in hkrati služil tudi človekovim potrebam. Smiselno je razmisliti o večanju raznovrstnosti s pospeševanjem in vnašanjem gospodarsko zanimivih drevesnih vrst, ki so avtohtone in lahko uspevajo tudi v mediteranskem podnebju. Takih je veliko posamično rastočih listavcev, ki so bili, kljub njihovi pogosto visoki ekonomski vrednosti, v preteklosti zapostavljeni zaradi pospeševanja hitrorastočih iglavcev. Posamično rastoči listavci lahko igrajo pomembno vlogo tudi pri večanju odpornosti gozdov pred gradacijami bolezni in škodljivcev, pred požari in izgubo habitatov (Hemery in sod., 2009).

Pri ugotavljanju, ali je določeno drevesno vrsto v določenem okolju primerno pospeševati, je potrebno preučiti več lastnosti. Pomembna je trenutna razširjenost in zmožnost prilagoditve na morebitne spremembe podnebja. Poznati moramo odpornost drevesne vrste pred škodljivci in boleznimi ter vpliv suše na njeno zdravstveno stanje. Preučiti je potrebno pomen načina reprodukcije in genetskih značilnosti vrste, saj to igra pomembno vlogo pri prilagodljivosti vrste na podnebne spremembe. Drevesni vrsti se lahko na primer razširi areal ali pa je zaradi podnebnih sprememb podvržena genski eroziji. Vsaka drevesna vrsta ima tudi svoje specifične lastnosti, ki jih moramo preučiti z vidika vpliva na njihovo prihodnost.

Navadni koprivovec (*Celtis australis* L.) je drevo subtropskega in zmernega podnebja. Razširjen je od Sredozemlja vse do Indije. Ker dobro prenaša sušo, uspeva na različnih

vrstah tal ter raste tudi na revnih tleh (*Celtis* ..., 2012), se njegov trenutni areal v primeru podnebnega segrevanja in pogostejših suš predvsem proti severu ne bi smel zmanjšati. Možno je pričakovati celo njegovo širjenje proti severu, predvsem na južna pobočja, ki so bolj izpostavljena sončnemu obsevanju, saj ima rad sončne in tople lege. Odporen je tudi proti škodljivcem (Singh in sod., 2006) in uspeva celo na zamočvirjenih tleh (Khan in Mughal, 2008).

V Sloveniji navadni koprivovec doseže severno mejo svojega areala. Glede na omenjene lastnosti je njegov potencial za uspevanje v celotnem prostoru Istre in Krasa zelo velik. Ker je avtohtona drevesna vrsta z zelo cenjenim in uporabnim lesom, mnogimi nelesnimi dobrinami in dobro prilagojenostjo na sušne razmere, ga vsekakor lahko uvrstimo na seznam vrst, ki bi jih bilo smiselno pospeševati v gozdovih na Krasu.

Po pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam je navadni koprivovec uvrščen v kategorijo redka vrsta. To je kategorija ogroženosti, v katero se uvrstijo vrste, ki so potencialno ogrožene zaradi svoje redkosti na območju Republike Slovenije in lahko v primeru ogrožanja hitro preidejo v kategorijo prizadete vrste. Skrajšana oznaka te kategorije je R. (Pravilnik ..., 2002). Ogroženost koprivovca, ki sicer ni uvrščen na mednarodni seznam ogroženih vrst IUCN, navajajo v številnih državah. V Tuniziji in Jordanu navajajo navadni koprivovec kot kritično ogroženo vrsto, v Srbiji in Črni gori pa kot redko in ogroženo vrsto (Garzuglia, 2006). Ne glede na povedano pa celotna populacija navadnega koprivovca ni ogrožena, saj njegov naravni areal obsega veliko površino Mediterana in ozemlje vse do Indije.

V Sloveniji se njegova redkost v naravi zrcali tudi v redkosti med okrasnim mestnim drevjem. Širši javnosti je namreč povsem nepoznana drevesna vrsta, kar kaže na to, da gre za nekoliko pozabljeno vrsto. Nekdaj simbolno drevo Istre je sedaj neznano celo marsikateremu domačinu. S premišljenim vnašanjem navadnega koprivovca v gozdove in kulturno krajino bi ga postopno lahko odstranili s seznama redkih vrst, povečali vrednost gozdov na Primorskem, zmanjšali nevarnost gozdnih požarov in povečali nosilno zmogljivost okolja za ptice, ki so vse, razen petih lovnih vrst, varovane po Ptičji direktivi.

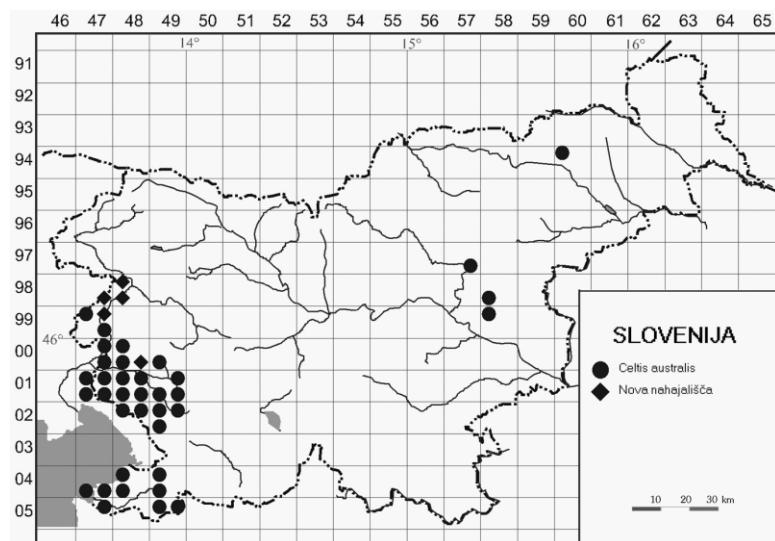
Velika ovira za uspešen začetek načrtnega vnašanja navadnega koprivovca v kraške gozdove je nedostopnost certificiranih gozdnih sadik ustrezne domače provenience, kar je ena od osnovnih zahtev Zakona o gozdnem reprodukcijskem materialu iz leta 2002. Pregled drevesnic v Sloveniji in bližnjem čezmejnem območju je namreč pokazal, da le-te nikakor niso dobavljive, saj jih v Sloveniji nihče ne proizvaja. Razloga za to sta vsaj dva: prvi je ta, da v Sloveniji nimamo niti enega registriranega semenskega objekta, v katerem bi bilo mogoče nabirati seme; drugi razlog pa je dejstvo, da nimamo razvitih in preizkušenih načinov vzgoje sadik. Poleg nujne registracije in ureditve vsaj enega semenskega sestaja, še bolje pa nekaj sestojev, je treba čimprej razviti tehnike generativnega razmnoževanja navadnega koprivovca in predlagati najprimernejšo metodo vzgoje kakovostnih sadik iz semen, ki bi bila tudi komercialno zanimiva.

2 PREGLED OBJAV

2.1 NAVADNI KOPRIVOVEC (*CELTIS AUSTRALIS*)

Navadni koprivovec (*Celtis australis* L.) spada v družino brestovk (Ulmaceae). Je listopadno drevo višine do 25 m in prsnega premera do 60 cm (A tree species ..., 2013), ponekod tudi do dva metra (Brus, 2008). Doživi starost do 400 (Brus, 2012), mogoče tudi do 1000 let (*Celtis* ..., 2012). Skorja je siva in gladka, pri starejših drevesih z vodoravnimi gubicami. Krošnja je zračna, listi so premenjalno nameščeni, enostavni, celi in po robu nažagani. Kot je značilno za brestovke, so na dnu listne ploskve nesimetrični, ovalne do suličaste oblike s tremi glavnimi žilami. Dolgi so od 7 do 13 cm in široki od 3 do 7 cm. Mladi poganjki so sivorjavi, pokriti z lenticelami in dlakavi. Drobni brsti so zašiljeni in do 5 mm dolgi, vršni brst največkrat raste postrani. Cvetovi so dvospolni, majhni in svetlozelene barve. Rastejo na enoletnih stranskih poganjkih in cvetijo aprila (*Celtis* ..., 2012). Plod je koščičast, okrogle oblike, velik med 6 in 12 mm. Najprej je zelene barve, kasneje porumeni in ko oktobra ali že septembra dozori, postane črnovijolične barve.

Raste na suhih, kamnitih ali peščenih tleh, najraje na apnencu, sicer pa tudi na drugih vrstah tal. Je svetloljuben, rad ima sončne in tople lege ter zelo dobro prenaša sušo. Prenese tudi močnejše pozabe, domnevno vse do -19 °C. Za pozabe je občutljiv predvsem v mladosti (Brus, 2008), zato ga ni smiselno saditi na območjih z izjemno nizkimi zimskimi temperaturami. Je drevo subtropskega in zmernega podnebja. Za večino območij, na katerih raste, so značilne zimske pozabe (A tree species ..., 2013). V Evropi je značilen za mediteranske in submediteranske gozdove, kjer posamezna drevesa ali manjše skupine rastejo med puhastimi hrasti, malimi jeseni, terebinti in drugimi topoljubnimi vrstami (Brus, 2008).



Slika 1: Razširjenost navadnega koprivovca v Sloveniji (Vir: Dakskobler, 2009)

V Sloveniji je samonikel samo v sredozemskem svetu (slika 1). Pogost je v Ospu pod steno in drugje po Kraškem robu ter na Steni ob Dragonji. Njegovo prisotnost navajajo tudi v predalpskem območju in južnem prigorju Alp. Na nahajališčih v Šmarju pri Jelšah, v okolini Celja in na Planini pri Sevnici, ki jih navaja Cimperšek, je rasel verjetno le podivjano. Na Goriškem Krasu je ta vrsta pogosta, vendar predvsem na od človeka preoblikovanih rastiščih, največkrat subspontano, saj so ga ljudje v preteklosti pogosteje sadili. V Vipavski dolini se subspontano pojavlja na flišu, npr. v Panovcu. Verjetno se naravno pojavlja na strmih, skalnatih prisojnih pobočjih pod Sv. Valentynom (greben Sabotina) v sestojih sintaksona Aristolochio luteae-Quercetum pubescantis quercetosum ilicis (= Ostryo-Quercetum pubescantis quercetosum ilicis). Subspontano se je razširil tudi v srednji Soški dolini, kjer so ga na razprostranjeni ravnini pri Plavah in Desklah sadili poleg murv in vinske trte. Dejstvo pa je, da se tudi tu v bližini naselij razširja v naravne združbe, v gozdne omejke in sestoje. Veliko starejših dreves je na strmem konglomeratnem pobočju pod Ročinjskim poljem. Najseverneje se koprivovec subspontano pojavlja na Mostu na Soči, v Tolminu pa so znani le sajeni osebki (Dakskobler, 2009).

Koprivovec je uporaben za pogozdovanje suhih in kamnitih predelov kraškega območja, saj dobro prenaša sušo in uspeva na revnih in peščenih tleh. Izjemno primeren je za urbano okolje, saj poleg suše dobro prenaša tudi škodljivce (Singh in sod., 2006) in ima elegantno ter senčno krošnjo. Njegov les je izredno kakovosten in cenjen. Je težek, trd, žilav, prožen in trajen. Dobro se obdeluje, uporaben je v kolarstvu, rezbarstvu, za izdelavo vozov in v gradbene namene. Iz njega izdelujejo obroče za sode, piščali, športno orodje, kot so vesla in palice za biljard, ročaje za kmetijsko orodje ter toporišča za sekire. Les po kurilni vrednosti dosega bukovino (Brus, 2012) in naj bi bil celo dober material za papir (Singh in sod., 2006). Iz semen se pridobiva mastno olje, iz skorje pa rumeno barvilo (*Celtis* ..., 2012). Listje je zelo všečna in hranoljiva krma za živino (Khan in Mughal, 2008), plodovi pa so hrana pticam in drugim živalim. Užitni so tudi za človeka. Lahko se jih uživa presne, predelane v marmelado ali namočene v žganje. Prevretki mladih listov in plodov naj bi lajšal kolike pri novorojenčkih, blažil močnejše menstrualne krvavitve in pomagal pri okrevanju črevesja po zdravljenju driske (*Celtis* ..., 2012).

2.2 SPOLNO (GENERATIVNO) RAZMNOŽEVANJE



Slika 2: Seme navadnega koprivovca (*Celtis australis* L.)

Seme navadnega koprivovca je okrogle oblike in ima premer do 5, včasih do 6 mm. Semenska lupina je zelo trda in mrežasto razbrazdana (slika 2). Štiri glavne brazde površino razdeljujejo na štiri enake dele. Za seme navadnega koprivovca je značilna epigeična kalitev (Osterc in Rusjan, 2013). Klični listi so prvi zeleni deli, ki pričnejo s fotosintezo, pravi listi se razvijejo šele kasneje. Po obliku se klični listi razlikujejo od pravih listov, so srčaste oblike, spodaj široki, s kratkim pecljem in gladkim robom listne ploskve. Listi mladih sejank imajo navadno veliko lis brez klorofila (slika 3), starejša rastlina pa razvije v celoti zelene liste (Celtis ..., 2012).



Slika 3: Značilne lise brez klorofila na listih mladih sejank

Navadni koprivovec glede razmnoževanja iz semena ne velja za zahtevno vrsto. Kalivost je običajno dobra, vendar nekateri viri navajajo do dvanajstmesečno dobo kalitve v primeru, da so semena shranjena dlje časa (Celtis ..., 2012).

2.2.1 Nabiranje

Pri razmnoževanju iz semen je prvi korak nabiranje. Pomembno je vedeti, kdaj se lahko plodove začne nabirati, saj je od časa nabiranja odvisna zrelost semen in s tem tudi njihova kalivost. Pri listavcih poznamo različne načine določanja fiziološke zrelosti. Pri jesenu je od časa nabiranja odvisen nadaljnji postopek. Če se plodove obira še zelene, se jih takoj stratificira in semena kalijo že naslednjo pomlad, če se jih obere rjave, so semena že v fazi mirovanja in kljub stratifikaciji kalijo šele po enem letu. Pri nekaterih vrstah je potrebno

plodove nabirati celo tik pred fiziološko zrelostjo, saj sicer obstaja nevarnost izgub zaradi ptičev ali pa plodovi popadajo na tla (Osterc in Rusjan, 2013). To področje sta pri navadnemu koprivovcu preučevala Khan in Mughal (2008), ki sta izhajala prav iz problema priljubljenosti njegovih plodov med pticami in drugimi živalmi, kar otežuje nabiranje zadostne količine semen. Izpostavila sta pomen pravočasnega nabiranja plodov in želeta ugotoviti, katere njihove lastnosti nakazujejo zrelost semen oz. njihovo sposobnost kalitve. Oblikovala sta poskus, v katerem sta od 15. julija do 15. decembra 2006 v petnajstdnevnih intervalih nabirala plodove navadnega koprivovca. Poleg barve, mase in vlažnosti plodov sta preučevala tudi njihovo kalivost glede na čas nabiranja. Ugotovila sta, da večja vsebnost vode v semenu zmanjšuje kalivost. Barva plodov je bila pri semenih z največjim deležem kalivosti vijolične do črne barve. Njuni rezultati so pokazali, da je največja kalivost povezana z zrelostjo plodov, kar je znano tudi za druge drevesne vrste. Avtorja menita, da gre pri tem za posledico kopiranja ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin v semenu, ki se odvija postopoma preko sezone vse do zrelosti.

2.2.2 Shranjevanje

Po nabiranju semen velikokrat sledi shranjevanje le-teh. Razlog je lahko časovni zamik med časom nabiranja in najugodnejšim časom setve ali pa ustvarjanje zalog semena. Pri tem je pomembno poznati značilnosti semena, ki ga shranjujemo, na primer kako dolgo ga lahko hranimo, kolikšen je upad kalivosti glede na čas shranjevanja, kakšen način shranjevanja najmanj zmanjša kalivost itd. V praksi ločimo tri načine. Kratkoročno skladiščenje z majhnim deležem vlage pri temperaturi med 2 in 8 °C se uporablja večinoma za prezimitev, pa tudi za skladiščenje semen do treh let. Drugi način je skladiščenje v zaprtih posodah, tretji pa dolgoročno skladiščenje z majhnim deležem vlage. Pri dolgoročnem skladiščenju se za semena listavcev uporablja temperature med -4 in -10 °C. Pri vseh metodah je pomembno ohranjanje konstantne temperature, saj nihanje bistveno zmanjša kalivost semena. Razen nekaterih izjem skladiščimo semena listavcev s pod 10 % vode v semenu. Seme mora biti med skladiščenjem zaprto v posodah brez prisotnosti kisika (Osterc in Rusjan, 2013). Dirr in Heuser (2006) navajata, da semenu koprivovca, shranjenem do pet let in pol, kalivost ne upade.

2.2.3 Stratifikacija

Semeni mnogih rastlinskih vrst niso takoj kaliva, čeprav bi razmere v okolju sicer kalitev dovoljevale. Ta pojav imenujemo počitek ali dormanca. Dormanca semenom omogoči preživetje neugodnih razmer, poleg tega pa podaljša tudi čas za njihovo razširjanje (Vodnik, 2012). Tehnološko odpravljanje nezmožnosti kalitve imenujemo stratifikacija, postopki, ki privedejo do odprave nezmožnosti kalitve, pa se imenujejo stratifikacijski postopki (Osterc in Rusjan, 2013).

Dormanco, ki izvira iz samega embrija, povezujemo s prisotnostjo hormonov inhibitorjev (npr. abscizinska kislina) in odsotnostjo promotorjev kalitve (npr. giberelini). Prekinitev

dormance je največkrat povezana s padcem razmerja med inhibitorjem in promotorjem (Vodnik, 2012). Neugodna hormonska razmerja se rešuje z eno- do šestmesečno vlažno-hladno stratifikacijo pri 1 do 7 °C. Pri semenih rodov jesen, oreh in leska se med stratifikacijo zmanjša koncentracija abscizinske kisline v semenih, giberelini pa začnejo naraščati šele ob ugodnih temperaturah v času kalitve. Pri slivi se koncentracija abscizinske kisline zmanjšuje in hkrati narašča koncentracija giberelinov. Poleg hormonsko pogojene dormance poznamo tudi še nekaj drugih vzrokov, ki vplivajo na nezmožnost kalitve. Pogosto semena ne morejo kaliti zaradi otrdele subkutikularne plasti, ki preprečuje izmenjavo vode in plinov. V sočnih plodovih se lahko naberejo snovi polifenolnega izvora (blastoholini), ki preprečujejo kalitev. Seme pa ne more kaliti tudi v primeru nerazvitega embria, ki se lahko včasih pojavi v semenih, čeprav so ti že fiziološko zreli. Velikokrat gre za kombinacijo več dejavnikov, ki povzročajo, da seme ne kali. Tak primer je seme vrste velikega jesena, ki ga oberemo v fiziološki zrelosti. Takrat ima otrdelo lupino, slabo razvit embrio in velik delež abscizinske kisline (Osterc in Rusjan, 2013).

Kot pomembno predpripravo semen navadnega koprivovca literatura navaja hladno stratifikacijo (Description ..., 2013). Predvsem skladiščeno seme je priporočljivo hladno stratificirati 2 do 3 mesece ter ga nato posejati februarja ali marca (*Celtis* ..., 2012). Tudi Dirr in Heuser (2006) navajata, da se semenom večine vrst koprivovcev izboljša kalivost po 3 mesecih hladne stratifikacije. Metoda jesenske setve na prosto v sebi zajema naravno hladno stratifikacijo, saj je seme izpostavljeno nizkim zimskim temperaturam, kar pripomore k prekinitvi dormance semen. Tako sta naravno stratifikacijo izkoristila Takos in Efthimiou (2003), ki sta v severni Grčiji jeseni leta 1999 izvedla poskus kalitve semen petnjastih različnih drevesnih vrst, za katere je značilna dormanca. Seme, ki je bilo posejano v laboratoriju in ni bilo stratificirano, je doseglo bistveno nižjo kalivost kot seme, posejano na prosto, ki je bilo podvrženo naravnemu stratifikaciji. Pri tem je pomemben podatek, da so za območje značilne hladne zime s pogostimi pozebamami. Najnižja temperatura v obdobju poskusa je znašala -6 °C, povprečna temperatura meseca januarja je bila 1,5 °C, februarja pa 4,5 °C.

2.2.4 Hormonska obdelava

Dormanco semen, ki izvira iz embrija, lahko prekinemo tudi z namakanjem v raztopini giberelina, ne da bi bilo potrebno tretiranje z mrazom (Vodnik, 2012). Giberelin je eden od šestih glavnih skupin rastlinskih hormonov, ki v zelo majhnih koncentracijah uravnavajo procese rasti in rodnosti. Ti hormoni med seboj delujejo nasprotuoče ali skladno. V različnih rastlinskih tkivih je bilo odkritih približno 90 različnih oblik giberelinov. V rastlinah najbolj razširjen je GA₁, obstajajo pa tudi umetni, med katerimi je na trgu mogoče dobiti giberelinsko kislino GA₃ (Štampar in sod., 2005). Slednja je v obliki belega prahu, ki se v vodi topi zelo počasi. Boljša topila so izopropilni alkohol, etanol, aceton in kloroform. Za prekinitev dormance pri semenih, dovzetnih za tako hormonsko obdelavo, se uporablja

raztopino koncentracije 200 do 500 ppm (0,2 do 0,5 %), v njej se namaka semena od 2 do 24 ur. Raztopino koncentracije 500 ppm (0,5%) naredimo tako, da 500 mg prahu GA₃ raztopimo v manjši količini alkohola ter to raztopino primešamo v 1000 ml destilirane vode (Gibberellic ..., 2013).

2.2.5 Maceracija in površinska obdelava semena

Za preprečitev tvorjenja plesni se sočne košičaste plodove macerira oz. se jim odstrani mesnati del. Uporabi se lahko sita ali posebne stiskalnice oz. naprave za razkoščičenje. Po odstranitvi mesnatega dela se seme izpira z vodo in nato suši ter glede na vrsto takoj stratificira ali pa skladišči. Proces spiranja z vodo je v primeru kopijenja blastoholinov z vidika boljše kalitve izredno pomemben (Osterc in Rusjan, 2013). Dirr in Heuser (2006) trdita, da maceracija semena koprivovcev ni bistvena, hkrati pa dodajata, da obstajajo viri, ki v primeru maceracije navajajo povečanje kalivosti. Takos in Efthimiou (2003) sta v svojem poskusu macerirala kalitvi namenjeno seme navadnega koprivovca v petrijevki v laboratoriju, seme, posejano v zemljo na prosto, pa pustila neolupljeno. Neolupljeno seme je imelo v njunem poskusu statistično značilno boljšo kalitev, kar ni dokazano povezano z razliko v predpripravi semen (odstranitev mesnatega dela plodu), saj so različno pripravljena semena kalila v različnih razmerah. Poudarila sta, da bi odstranitev mesnatega ovoja pripomogla k večji kalivosti semen, posejanih na prosto (Dirr in Heuser, 1997 cit. po Takos in Efthimiou, 2003). Singh in sod. (2006) so pred setvijo vsem semenom različnih provenienc odstranili mesnati del plodu. To so storili tako, da so zrele plodove pustili na soncu za 24 ur, nato so jih preko noči namakali v hladni vodi ter jih macerirali z žičnato mrežo. Po tem so jih sprali z vodo, da so odstranili kašo. Semena so se potopila na dno, medtem ko je kaša priplavala na površje vode. Seme so pustili na soncu, da se posuši.

Dormanca, povezana s strukturami, ki obdajajo kalček, je značilna za vrste iz sušnejših habitatov. Semenska lupina zaradi voščene kutikule, suberinskih plasti in lignificiranih sklereid predstavlja oviro za vstop vode ali kisika do embrija. Semenska lupina lahko predstavlja tudi mehansko oviro, ki koreničici preprečuje prodor (Vodnik, 2012). V naravi se otrdelost lupine odpravi z menjavanjem zamrzovanja in odtajanja, z delovanjem talnih organizmov, ki razgradijo lupino, z delovanjem prebavnih sokov ptičev in drugih živali ter z daljšim premikanjem čez talni profil. S postopki stratifikacije posnemamo te naravne metode. Ena najuporabnejših metod je narezanje semenske lupine s posebnimi napravami, mešanjem semena v bobnu s peskom, steklenimi črepinjami ali brusilnim papirjem. Enak rezultat lahko dosežemo tudi z namakanjem semen v koncentrirano raztopino žveplene kislino (H₂SO₄) (Osterc in Rusjan, 2013). Slednje sta storila Takos in Efthimiou (2003), katerima se je za najuspešnejšo metodo kalitve semena v laboratoriju izkazala tista, pri kateri sta macerirana semena navadnega koprivovca potopila v koncentrirano žvepleno kislino za eno uro ter jih nato sprala pod tekočo vodo.

Semena se lahko tudi površinsko sterilizira, kar so z 0,1 odstotno raztopino $HgCl_2$ (živosrebrov(II) diklorid) storili Singh in sod. (2006). Po sterilizaciji so seme za 24 ur potopili v destilirano vodo.

2.2.6 Kraj setve

Tudi za prostor setve semen obstaja več možnosti, ki dajejo različne rezultate. Mednje sodijo petrijevke s kalilnim papirjem v laboratoriju, kjer se lahko uravnava temperaturo in vlažnost v kalilniku, gojitvene plošče v kalilniku, v topli gredi ali na prostem, setev v zaboje, pripravljene na prostem oziroma v rastlinjaku, lahko pa v kar za to pripravljeno gredico na prostem. Singh in sod. (2008) so v svojem poskusu primerjali kalivost semen navadnega koprivovca, posejanih v gredico na prostem ter v gojitvene plošče s posodicami prostornine 150 ml. Značilnih razlik med kalivostjo semen, posejanih v gojitvene plošče ali gredice, niso odkrili, opazili pa so boljše preživetje, večjo povprečno višino in večji povprečni premer steba sadik, posejanih v gredico na prosto. Podoben poskus sta opravila Takos in Eefthimiou (2003) v severni Grčiji, ki sta del semen navadnega koprivovca kalila v petrijevkah, del pa na prostem, v posodah iz stiropora. V njunem poskusu je bila kalitev bistveno višja na prostem.

Pomemben je tudi razmak med posameznimi semeni ter med vrstami. Upoštevati je potrebno prostor, ki ga mlada rastlina potrebuje za razvoj koreninskega sistema ter krošnje. Singh in sod. (2006) so se v svojem provenienčnem poskusu odločili za 5 cm razmak med semeni in 20 cm razmak med posameznimi vrstami.

2.2.7 Zaščita

Navadni koprivovec je odporen proti nizkim zimskim temperaturam, saj naj bi celotno drevo pomrznilo šele pri $-25^{\circ}C$, mladi poganjki pa pri $-19^{\circ}C$ (Brus, 2012). Ker pa so mlade rastline občutljivejše na pozebe, je sadike prek prve zime potrebno hraniti v topli gredi. V območjih z zimskimi temperaturami globoko pod lediščem se jih na prosto lahko presadi šele pozno spomladi ali v začetku poletja ter se jih preko prve zime na prostem zaščiti pred mrazom (*Celtis* ..., 2012). Takos in Efthimiou (2003) sta preko prve zime zaščitila tudi semena navadnega koprivovca, in sicer pred točo, obilnim dežjem ter pred močnim soncem. To sta storila tako, da sta zasejano površino prekrila s 3 mm debelo plastjo peska, črno plastično mrežo in smrekovimi vejami. Zaščito sta odstranila spomladi.

2.2.8 Čas setve

Poleg izbire in priprave kraja setve moramo razmisljiti tudi o najboljšem času za samo setev. Večina literature navaja kot optimalen čas setve navadnega koprivovca čas neposredno po nabiranju semena, torej jeseni. Kot najboljšo metodo Dirr in Heuser (2006) navajata takojšnjo jesensko setev ter spomladansko setev po hladni stratifikaciji semen. Enako priporoča PFAF (*Celtis* ..., 2012). Tako Khan in Mughal (2008) kot tudi Takos in Efthimiou (2003) ter Šijačić Nikolić in sod. (2008) so v svojih poskusih seme navadnega

koprivovca posejali takoj po nabiranju. Vendar Takos in Efthimiou (2003) opozarjata, da ima jesenska setev lahko tudi neugodne posledice. Velika semena in semena s krilci namreč ogrožajo glodavci, visoke jesenske temperature lahko pospešijo kalitev in povzročijo izpostavljenost klic nizkim zimskim temperaturam, ki jih lahko poškodujejo. Prav tako se zaradi prezgodnje spomladanske kalitve poveča možnost poškodb ob poznih spomladanskih pozebah. Singh in sod. (2008) so seme posejali zadnji teden v marcu, s tem da stratifikacije neomenjajo. Le Singh in sod. (2006) so seme posejali prvi teden avgusta, torej na začetku monsunskega obdobja.

2.2.9 Tla

Navadni koprivovec raste na suhih, kamnitih ali peščenih tleh, najraje na apnencu, sicer pa tudi na drugih vrstah matične podlage (Brus, 2008). Iz tega sledi, da je za razmnoževanje koprivovca primerno pripraviti mešanico substrata z nekoliko večjim deležem peska – tako kot so v svojem poskusu storili Singh in sod. (2008). Lokalni zemlji so primešali pesek ter vodne rastline iz jezera Dal kot gnojilo. Količinsko je pesek predstavljal četrtino mešanice. Takos in Efthimiou (2003) sta naredila mešanico peska in šote v razmerju 3:2.

2.3 CILJ RAZISKAVE

Z raziskavo smo želeli primerjati uspešnost različnih postopkov pri generativnem razmnoževanju navadnega koprivovca in razviti uspešno, za naše podnebne razmere primerno in komercialno zanimivo tehniko razmnoževanja te drevesne vrste. Primerjali smo kalivost semena v odvisnosti od časa nabiranja, setve na prosto ali v kalilnik, časa setve in različnih načinov priprave semena za setev.

3 MATERIAL IN METODE

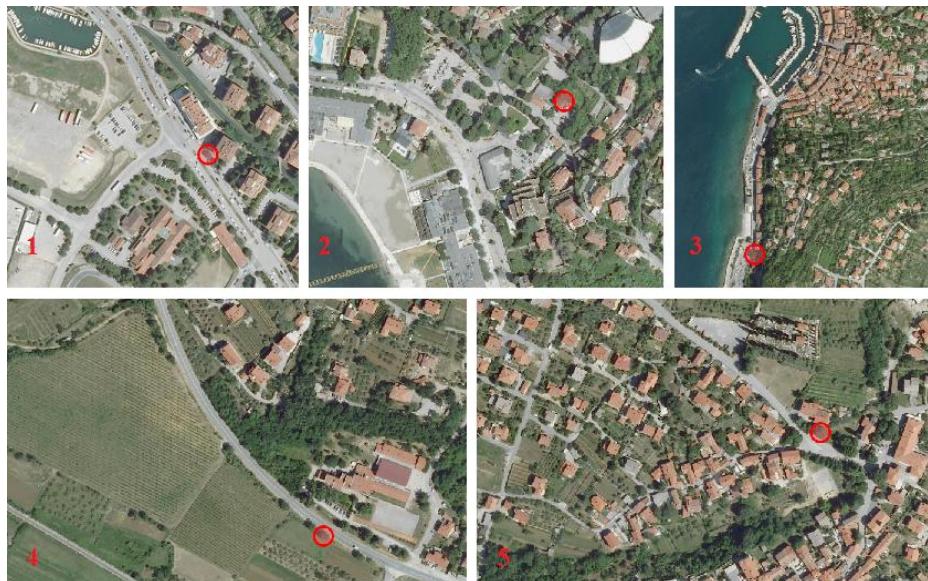
3.1 IZBIRA DREVES

Poskus smo zasnovali na podlagi preučene literature in predhodnih raziskav. Najprej je bilo potrebno poiskati zadostno število primernih dreves za nabiranje potrebne količine semena. Pri tem nam je bil v pomoč katalog dreves v občini Piran, po katerem je bilo mogoče locirati nekaj dreves navadnega koprivovca na občinskem ozemlju. Informacije o obstoječih lokacijah je priskrbel tudi revirni gozdar Zvone Sadar.

Obisk poznanih lokacij in pregled obstoječih dreves smo izvedli 8. in 9. septembra 2012. Izbrali smo drevesa z močnejšim obrodom, večjo količino zrelih plodov, možnostjo nabiranja semena s tal oz. s pomočjo lestve in z razdaljo med izbranimi drevesi vsaj 300 m.

Od vseh poznanih lokacij dreves v Luciji, Portorožu, Piranu, na Tinjanu, v Kopru, v Dekanih in v Ospu smo v poskus vključili pet odraslih dreves – semenjakov, ki so ustrezali našim zahtevam. Med izločenimi je bilo veliko dreves s previsoko krošnjo, s še nezrelimi plodovi ali celo brez njih. Tak primer je sestoj navadnega koprivovca pod veliko steno v

Ospu, kjer so bile vse krošnje dreves previsoko, da bi z njih lahko nabrali seme. Nekatera sicer za poskus primerna drevesa smo bili primorani izločiti, saj so zrele plodove sproti pojedle ptice.



Slika 4: Ortofotogrami posnetki lokacij vseh petih dreves (Atlas ..., 2014)

Prvo od dreves, vključenih v raziskavo, raste v Luciji pred stanovanjskim blokom na ulici Obala (sliki 4 in 5). Nadmorska višina lokacije znaša 2 m (preglednica 1).



Slika 5: Drevo 1

Lokacija drugega drevesa je v Portorožu ob parkirišču za glavno avtobusno postajo (slika 6) na 7 m nadmorske višine.



Slika 6: Drevo 2

Tretje drevo raste v Piranu ob stanovanjski hiši na Dantejevi ulici v neposredni bližini zapornice, ki osebnim avtomobilom omejuje dostop v stari del mesta. Nahaja se na nadmorski višini 3 m.

Četrto drevo raste ob glavni cesti v Dekanih (slika 7), blizu Osnovne šole Dekani, na nadmorski višini 27 m.



Slika 7: Drevo 4

Peto drevo je prav tako v Dekanih in je locirano v osrednjem delu naselja, na travniku pred stanovanjsko hišo v bližini Pošte Slovenije Dekani (slika 8), na nadmorski višini 64 m.



Slika 8: Drevo 5

Preglednica 1: Osnovni podatki o semenskih drevesih

drevo	kraj	GKX	GKY	nmv [m]	obseg na prsní višini [cm]	višina [m]
1	Lucija	41032	391176	1,9	111	7
2	Portorož	42029	390670	5,5	139	15
3	Piran	43037	388436	4,2	170	17
4	Dekani OŠ	45437	407116	27,2	246	14
5	Dekani pošta	45694	407600	63,7	168	10

3.2 NABIRANJE SEMEN

Semena smo nabirali v dveh različnih terminih, saj smo želeli ugotoviti morebiten vpliv časa nabiranja na kalitev. Prvi termin nabiranja je bil 15. septembra, drugi pa 15. oktobra 2012. Z vsakega drevesa smo znotraj posameznega termina ročno nabrali približno 200 plodov. Skupaj smo torej nabrali okvirno 2000 plodov.

Vsem nabranim plodovom smo naslednji dan po nabiranju odstranili mesnati del. To smo storili s pomočjo dveh žičnatih mrež, vpetih v dva lesena okvirja. Plodove smo položili med obe mreži z odprtinami 5×5 mm in mreži drgnili eno ob drugo. S tem smo večino mesnatega ovoja z veliko vsebnostjo sluzi odstranili s semen. Po tem smo semena sprali s tekočo vodo. Septembra nabранa semena smo posušili tako, da smo jih postavili na sonce za 9 ur, oktobra nabranata pa smo zaradi deževnega vremena 63 ur sušili v prostoru. Po tem smo, ločeno glede na drevo in čas nabiranja, seme spravili v papirnate vrečke, ki smo jih

hranili pri sobni temperaturi vse do setve 23. oktobra 2012 oz. do začetka hladne stratifikacije 24. decembra 2012.

3.3 LOKACIJA POSKUSA

Poskus smo izvedli v drevesnici Vrtnarije podjetja Komunala Koper d. o. o. Vrtnarija se nahaja nad Škocjanskim zatokom v Kopru na nadmorski višini 40 m. Območje spada v tako imenovano Slovensko Istro. Zanjo je značilno submediteransko podnebje, torej dolga in vroča poletja ter mile zime. Vegetacijska doba traja od 9 do 11 mesecev. V Slovenski Istri prevladuje flišna podlaga. Fliš je zmes peščenjaka, ilovic in glin, odloženih v robnih zalivih morja v dobi eocen.

Preglednica 2: Podatki o temperaturnih meritvah v Luki Koper ter o meritvah padavin na padavinski postaji v Dekanih od oktobra 2012 do julija 2013 (Arhiv ..., 2013; Meteorološki ..., 2013)

Mesec	okt	nov	dec	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul
povprečna temperatura na 2 m [°C]	16,4	12,8	6,3	6,3	5,7	8,3	14,3	17,3	21,8	26,8
maksimalna temperatura na 2 m [°C]	24,9	21,6	15	16,7	15,2	15,8	24,9	26,4	32,7	34,6
minimalna temperatura na 2 m [°C]	4,2	5,6	-0,1	-0,9	-1,1	0,2	5,2	8,5	11,1	19,5
padavine [mm]	128,6	147,8	84,3	113	110,5	198,5	59,5	160,8	83,4	12,3
število dni s snežno odejo	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0

Povprečne januarske temperature na tem območju so višje od 0 °C. V času izvedbe našega poskusa so bile povprečne mesečne temperature najnižje meseca februarja in so znašale 5,7 °C. Najnižja temperatura 2 m nad tlemi je bila prav tako izmerjena februarja in je znašala -1,1 °C (preglednica 2). Najmočnejše padavine so značilne za jesenske mesece. Merilno mesto temperature v Luki Koper je od lokacije poskusa oddaljeno 2,2 km zračne razdalje in leži na nadmorski višini 1,5 m. Padavine, merjene na Padavinski postaji Dekani so bile najobilnejše marca in so znašale 198,5 mm (Arhiv ..., 2013). Dekani so od lokacije našega poskusa oddaljeni 5,3 km zračne razdalje. Padavinska postaja leži na nadmorski višini 60,6 m.

3.4 NAČIN SETVE

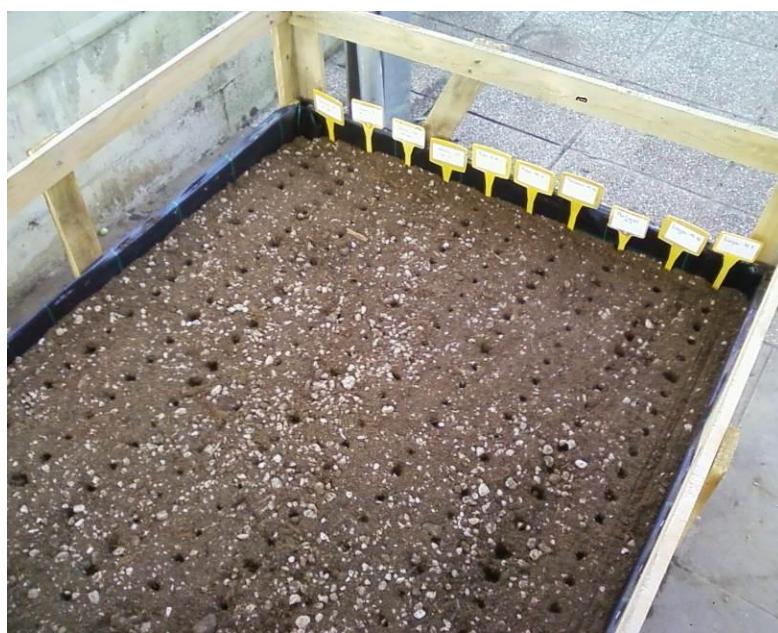
Poskus smo izvedli po shemi, razvidni iz preglednice 3. V osnovni poskus smo vključili 1600 semen. Polovico semen smo brez dodatne obdelave posejali 23. oktobra 2012, drugo polovico pa po hladni stratifikaciji 27. marca 2013. Seme smo v obeh primerih še enkrat razdelili na dve enaki polovici. Prvih 400 semen smo posejali na prosto (slika 9), drugih 400 pa v kalilnik v topli gredi (slika 10).

Jesensko setev na prosto smo opravili v za to pripravljena zaboja iz lesa, ki sta merila 90 cm v širino, 110 cm v dolžino in 20 cm v višino. V našem primeru je višina zaboja predstavljala globino zemlje. Priprava je bila sledeča: v lesen zabol smo položili plastično podlago, da bi preprečili izgube zemlje, hkrati pa smo s perforacijo na dnu poskrbeli, da

voda ni zastajala. Dno zaboja smo prekrili z vulkansko granulirano glino ter nanjo nasuli mešanico lokalne zemlje, vulkanske granulirane gline in substrata za krizanteme proizvajalca Njiva d. o. o. Primešali smo še $2,5 \text{ kg/m}^2$ gnojila Nutricote tipa 100 in 180 ter 10 kg/m^2 hlevskega gnoja v briketih, vse od proizvajalca Njiva d. o. o. Seme smo posejali v vrste po dvajset. V posamezni vrsti je razmik med semeni znašal 4,5 cm, med vrstami pa 9 cm. V vsakem zaboju je bilo deset vrst, po dve za vsako posamezno drevo od petih. Ti dve vrsti sta se razlikovali po času nabiranja semena z določenega drevesa, torej so bila v eni vrsti semena nabранa 15. septembra, v drugi pa 15. oktobra. Zaboja se med seboj nista razlikovala, saj sta vsebovala enako količino semen, nabranih z vsakega drevesa v obeh terminih. Vsaka vrsta je bila tudi označena s tablico, na kateri je bilo napisano, iz katerega drevesa in kateri mesec je bilo seme nabранo (slika 9).

Preglednica 3: Shema poskusa

		nabiranje 15. 9.
	setev na prosto	nabiranje 15. 10.
setev takoj		
	setev v kalilnik	nabiranje 15. 9.
		nabiranje 15. 10.
		nabiranje 15. 9.
	setev na prosto	nabiranje 15. 10.
setev po stratifikaciji		
	setev v kalilnik	nabiranje 15. 9.
		nabiranje 15. 10.



Slika 9: Na prosto posejana semena

Drugo polovico jeseni posejanega semena smo razporedili v šest gojitvenih plošč s po 72 posodicami prostornine 0,03 l (slika 10). Uporabili smo Substrat za zelenjavno proizvajalca Njiva d. o. o., ki ima nižjo vsebnost hranil in hitro absorbira vodo. Vsebuje 20 % bele, 80 % črne šote, PG-mix gnojilo in gnojilo Radigen. Vse smo obilno zalili in položili v kalilnik, ki je postavljen v topli gredi vrtnarije. Kasneje smo seme v gojitvenih ploščah redno zalivali.



Slika 10: V kalilnik posejana semena

Seme, ki ga jeseni nismo posejali, smo prihranili za spomladansko setev. Pred setvijo smo ga hladno stratificirali od 24. decembra 2012 do 24. marca 2013 na temperaturi 5 °C. Seme smo zaprli v steklene kozarce za vlaganje, ki smo jim naredili po tri luknje v pokrov, da bi zmanjšali možnost razvoja plesni. Notranje stene kozarcev smo rahlo navlažili, da se seme v hladilniku ne bi preveč izsušilo.

Stratificirano seme smo posejali 27. marca 2013 (setev po stratifikaciji). Po prvih opažanjih dogajanja v kalilniku smo se odločili, da uporabimo gojitvene plošče z manjšo prostornino posodic, da ne bi prišlo do zakisanja zemlje zaradi neizkorisčenosti zalivalne vode. Prostornina posodic je znašala 0,01 l. Tudi v zaboljih na prostem smo zmanjšali razdaljo med semenami na 3 cm ter med vrsticami na 6 cm. Na prostem smo to storili predvsem zaradi pomanjkanja prostora v vrtnariji in večje količine posejanih semen. Spomladi smo namreč posejali 464 dodatnih semen na prostu in 464 dodatnih semen v kalilnik, ki smo jih predhodno obdelali v sklopu vzporednega poskusa (glej poglavje 3.5).

3.5 VPLIV DODATNE OBDELAVE SEMENA NA KALIVOST

V vzporednem poskusu (preglednica 4) smo žeeli preveriti, ali je kalivost drugačna, če semena pred setvijo dodatno obdelamo. Odločili smo se izvesti tretmaje, ki smo jih zasledili v literaturi, a jih v osnovni poskus nismo vključili. Vsa semena, vključena v

vzporedni poskus, so bila stratificirana, torej tri mesece shranjena pri temperaturi približno 5 °C.

Preglednica 4: Shema vzporednega poskusa

		H ₂ SO ₄
		GA3
		brušenje
	setev na prosto	kontrola
nabiranje 15.9.		
	setev v rastlinjak	H ₂ SO ₄
		GA3
		brušenje
		kontrola
nabiranje 15.10.		
	setev v rastlinjak	H ₂ SO ₄
		GA3
		brušenje
		kontrola

Seme, nabранo na različnih drevesih, smo združili, vendar pustili ločeno glede na čas nabiranja. Skupaj smo v vzporedni poskus vključili 544 semen, nabranih septembra, in 384 semen, nabranih oktobra. Razdelili smo jih na štiri dele. Prvo četrtino (136 septembrskih in 96 oktobrskih) semen smo za eno uro namakali v koncentrirano žvepleno kislino (H₂SO₄) (slika 11) ter jih nato sprali pod tekočo vodo. Drugo četrtino smo za 24 ur namakali v raztopini giberelina GA3 (C₁₉H₂₂O₆) koncentracije 0,5 %. Raztopino smo dobili tako, da smo 300 mg giberelina najprej raztopili v acetenu (C₃H₆O) (slika 12) in nato razredčili s 600 ml deionizirane vode. Tretji četrtini semen smo na dveh nasproti si ležečih stranskih mestih stanjšali semensko lupino z brušenjem s pomočjo brusilnega papirja grobosti P 80. Četrto skupino smo imeli za kontrolno in semen nismo dodatno tretirali.



Slika 11: Seme koprivovca v koncentrirani žvepleni kislini

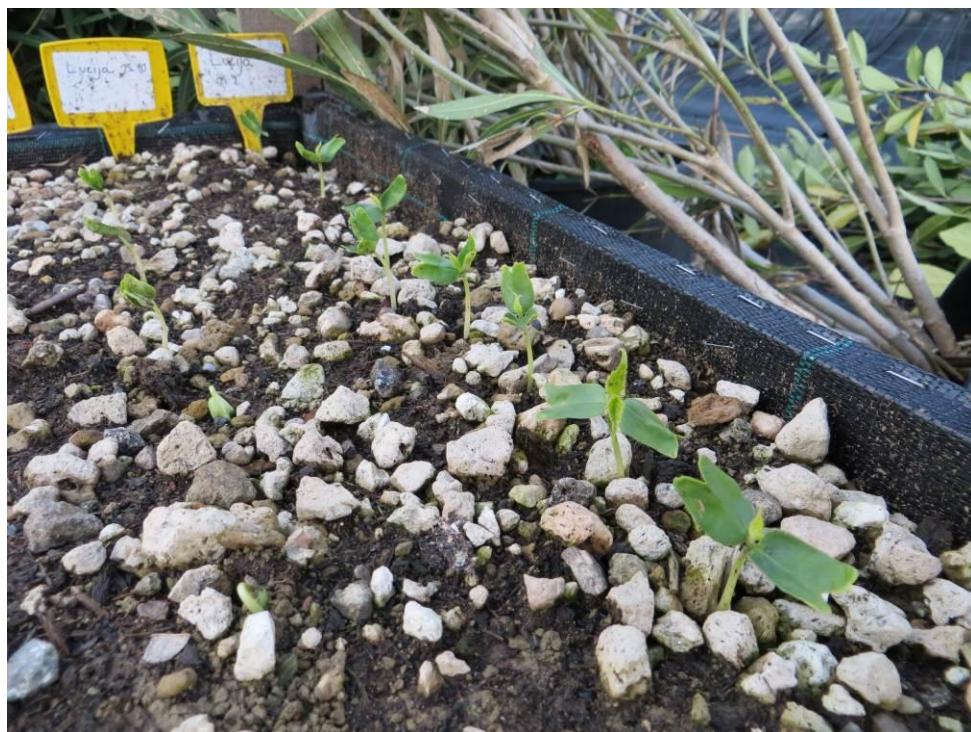


Slika 12: Raztpljanje giberelinske kisline v acetonu s pomočjo magnetnega mešala

3.6 SPREMLJANJE KALITVE

V časovnem razmiku od 7 do 14 dni smo v osnovnem in vzporednem delu poskusa spremljali kalitev semen okvirno 60 dni od dneva prve kalitve 12. marca 2013. V posebej izdelan obrazec smo vnašali podatke o tem, katero seme je skalilo (I), katero še ni (X) in katera klica po kalitvi ni preživila (*) (Preglednica 5).

Popis smo izvedli v 15 terminih od kalitve prvega semena 12. marca 2013 do 10. julija 2013, ko je nastopil skrajni čas za presaditev sejank.

Slika 13: Klice navadnega koprivovca (*Celtis australis* L.) dne 10. 4. 2013

Preglednica 5: Primer popisa kalitve semen, posejanih jeseni na prosto, na dan 25. 4. 2013. I pomeni skaljeno seme, X pomeni neskaljeno seme in * pomeni seme, ki je skalilo, a klica ni preživelja).

drevo	čas setve	seme																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	oktober	I	I	I	*	I	I	I	I	X	X	*	X	*	I	I	I	I	I	*	*
	marec	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	X	I	I	I	I	I	I	X	I
2	oktober	I	I	I	X	I	X	X	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	marec	X	X	I	X	I	I	I	X	I	I	I	I	I	I	X	I	I	I	I	I
3	oktober	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	X	I	I	I	X	I	I
	marec	I	I	X	I	X	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
4	oktober	X	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	X	I	X	X	I	I	I
	marec	I	I	I	I	I	I	X	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
5	oktober	I	I	I	I	I	I	I	I	X	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	marec	X	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	X	I	I	I	I	I	X	I

3.7 PRESAJANJE

Po končanem spremljanju kalitve smo sadike iz zabojev presadili v posamezne lončke. Za to smo uporabili mešanico zemlje, kjer smo baltski šoti, substratu za krizanteme in vulkanski granulirani glini primešali $2,5 \text{ kg/m}^2$ gnojila Nutricote tipa 180 ter Vodotopno gnojilo Rosasol N. Sadik iz gojitvenih plošč nismo presadili, saj so se pred tem vse posušile. Jeseni posejana semena na prosto smo presadili 26. junija 2013, saj od 6. junija ni

vzklilo nobeno seme več. Spomladi posejano seme smo presadili 10. julija in s tem prenehali spremljati kalitev semen.

3.8 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

3.8.1 Statistična obdelava podatkov za osnovni poskus

Pridobljene podatke smo uredili v programu Microsoft Office Excel 2010, za statistične preizkuse pa uporabili program IBM SPSS Statistics 20.

V program Microsoft Office Excel 2010 smo vnesli pridobljene podatke in izračunali delež vseh vzkaljenih semen ločeno glede na posamezno drevo in kombinacije postopkov. Izdelali smo dva stolpčna grafikona, ki prikazujeta delež vzkaljenih semen znotraj vsake kombinacije postopkov. Prvi grafikon predstavlja razlike v deležu vzkaljenih semen, posejanih na prosto, medtem ko drugi predstavlja razlike v deležu vzkaljenih semen, posejanih v kalilnik, ločeno glede na datum preverjanja. Nato smo podatke o deležih transformirali po enačbi za arkus sinus transformacijo (1). S tem smo zagotovili normalno porazdelitev podatkov in možnost nadaljnjih statističnih preizkusov.

$$b = \arcsin \sqrt{\frac{a}{100}} * \frac{180}{\pi} \quad \dots (1)$$

a ... delež v odstotkih

b ... transformirani podatek

Lastnosti nominalnih neodvisnih spremenljivk (nabiranje, prostor, setev in drevo) smo oštrevili. Pri spremenljivki nabiranje smo septembrskemu terminu pripisali cifro 1 in oktobrskemu nabiranju cifro 2. Pri spremenljivki prostor smo setvi na prosto določili cifro 1 in setvi v kalilnik cifro 2. Pri spremenljivki setev smo posejanim jeseni dali cifro 1 ter spomladi cifro 2. Drevesa smo oštrevili od ena do pet po vrstnem redu drevo Lucija, Portorož, Piran, Dekani osnovna šola in Dekani pošta.

Vse podatke smo vnesli v program IBM SPSS Statistics 20. Spremenljivke smo uredili tako, da smo v zavihku »Variable View« določili imena spremenljivk, etiketo (razširjeno ime, ki lahko vsebuje vse znake), določili pomen posameznih vrednosti spremenljivk in njihovo mersko lestvico (intervalna, nominalna ali ordinalna lestvica). Vsem razen spremenljivki transformirani podatki, ki je intervalna, smo določili, da so nominalne.

V naslednjem koraku smo izvedli univariatno analizo variance za čas nabiranja, prostor setve in čas setve. Želeli smo ugotoviti, ali se rezultati med seboj statistično značilno razlikujejo, če primerjamo dva različna termina setve, različna prostora setve in različna časa nabiranja ter vse kombinacije teh spremenljivk.

Postavili smo naslednje ničelne hipoteze:

Med semenom, nabranim septembra, in semenom, nabranim oktobra, ni statistično značilnih razlik v kalivosti.

Med semenom, posejanim v kalilnik, in semenom, posejanim na prosto, ni statistično značilnih razlik v kalivosti.

Med semenom, posejanim jeseni, in semenom, posejanim spomladi, ni statistično značilnih razlik v kalivosti.

Med kombinacijami semena, nabranega septembra in posejanega v kalilnik, nabranega oktobra in posejanega v kalilnik, nabranega septembra in posejanega na prosto ter nabranega oktobra in posejanega na prosto, ni statistično značilnih razlik v kalivosti.

Med kombinacijami semena, nabranega septembra in posejanega jeseni, nabranega oktobra in posejanega jeseni, nabranega septembra in posejanega spomladi ter nabranega oktobra in posejanega spomladi, ni statistično značilnih razlik v kalivosti.

Med kombinacijami semena, posejanega v kalilnik jeseni, v kalilnik spomladi, na prosto spomladi in na prosto jeseni, ni statistično značilnih razlik v kalivosti.

Med kombinacijami semena, nabranega septembra in posejanega jeseni v kalilnik, nabranega septembra in posejanega jeseni na prosto, nabranega septembra in posejanega spomladi v kalilnik, nabranega septembra in posejanega spomladi na prosto, nabranega oktobra in posejanega jeseni v kalilnik, nabranega oktobra in posejanega jeseni na prosto, nabranega oktobra in posejanega spomladi v kalilnik ter nabranega oktobra in posejanega spomladi na prosto, ni statistično značilnih razlik v kalivosti.

Zanimalo nas je tudi, ali se rezultati kalivosti semen glede na drevesa, s katerih so bila nabранa, med seboj statistično značilno razlikujejo. Zato smo izvedli univariatno analizo variance za spremenljivko drevo. Postavili smo naslednjo ničelno hipotezo: Med semeni iz dreves 1, 2, 3, 4, in 5 ni statistično značilnih razlik v kalivosti.

Nadalje nas je zanimalo, ali je povprečna razlika med kalivostjo semena glede na kombinacijo spremenljivk prostor in setev statistično značilna. Zato smo izvedli Tukeyev ali HSD test. Da smo to lahko izvedli, je bilo potrebno uvesti novo spremenljivko. Prvotni neodvisni spremenljivki (prostor in setev) imata le po dve vrednosti, za Post Hoc analizo pa so potrebne minimalno tri. Zato smo pri ugotavljanju razlik v kalivosti pri kombinaciji neodvisnih spremenljivk prostor setve (prostor) in čas setve (setev) uvedli novo spremenljivko prostor_setev, ki ima štiri različne vrednosti, ki predstavljajo štiri različne kombinacije: 1 predstavlja prosto_jesen, 2 predstavlja prosto_pomlad, 3 predstavlja kalilnik_jesen in 4 predstavlja kombinacijo kalilnik_pomlad. Ko je bila spremenljivka ustvarjena, smo izvedli analizo: Analyze – General Linear Model – Univariate. V novem oknu smo pod »Dependent Variable« ustavili spremenljivko transformirano, pod »Fixed Factor(s)« pa prostor_setev. Med dodatnimi možnostmi smo izbrali »Post Hoc« ter odkljukali »Tukey« Post Hoc analizo za spremenljivko prostor_setev.

Postavili smo naslednje ničelne hipoteze:

povprečna razlika v kalivosti semena med kombinacijama postopkov prosto_jesen in prosto_pomlad ni statistično značilna.

povprečna razlika v kalivosti semena med kombinacijama postopkov prosto_jesen in kalilnik_jesen ni statistično značilna.

povprečna razlika v kalivosti semena med kombinacijama postopkov prosto_jesen in kalilnik_pomlad ni statistično značilna.

povprečna razlika v kalivosti semena med kombinacijama postopkov prosto_pomlad in kalilnik_jesen ni statistično značilna.

povprečna razlika v kalivosti semena med kombinacijama postopkov prosto_pomlad in kalilnik_pomlad ni statistično značilna.

povprečna razlika v kalivosti semena med kombinacijama postopkov kalilnik_jesen in kalilnik_pomlad ni statistično značilna.

3.8.2 Statistična obdelava podatkov za vpliv dodatne obdelave semena na kalivost

V program Microsoft Office Excel 2010 smo vnesli pridobljene podatke in izračunali delež vseh vzkaljenih semen, ločeno glede na čas nabiranja, prostor setve in način obdelave semen pred setvijo. Izdelali smo štiri stolpične grafikone. Vsakega za posamezen postopek obdelave semena, ki prikazujejo delež na novo vzkaljenih semen, ločeno po datumu štetja, času nabiranja semena in prostoru setve. Nato smo podatke o deležih transformirali po enačbi za arkus sinus transformacijo (1). S tem smo zagotovili normalno porazdelitev podatkov in možnost nadaljnjih statističnih preizkusov.

Lastnosti nominalnih neodvisnih spremenljivk (nabiranje, prostor in tretma) smo oštrevili. Pri spremenljivki nabiranje smo septembrskemu terminu pripisali cifro 1 in oktobrskemu nabiranju cifro 2. Pri spremenljivki prostor smo setvi na prosto določili cifro 1 in setvi v kalilnik cifro 2. Pri spremenljivki tretma smo obdelavi z brušenjem določilo cifro 1, obdelavi z žvepleno kislino cifro 2, z giberelinsko kislino cifro 3 in kontrolni skupini brez obdelave cifro 4.

Vse podatke vzporednega poskusa smo vnesli v program IBM SPSS Statistics 20 in jih uredili na enak način kot podatke iz osnovnega poskusa. Izvedli smo Kruskal-Wallisov test, ki omogoča primerjavo več kot dveh neodvisnih skupin. V našem primeru smo imeli štiri skupine semen, ki smo jih različno obdelali, in želeli smo ugotoviti, ali med njimi obstajajo razlike v kalivosti. Do rezultatov smo prišli po naslednji poti: Analyze – Nonparametric Test – Legacy Dialogs – K Independent Samples. V novem oknu smo pod »Test Variable List« vnesli spremenljivko transformirani podatki, pod »Grouping Variable« pa spremenljivko tretma. Slednji smo določili rang z minimumom 1 in maksimumom 4, kolikor je različnih tretmajev. Postavili smo ničelno hipotezo, da med skupinami različno obdelanih semen ni razlik v kalivosti.

4 REZULTATI

4.1 USPEŠNOST KALITVE PRI RAZLIČNIH POSTOPKIH

4.1.1 Rezultati setve v kalilnik

Seme, posejano v kalilnik jeseni in spomladi, je skupaj doseglo majhno kalivost: 1,6 % (preglednica 7).

Po 140 dneh od dneva, ko je bila 23. oktobra posejana prva polovica semen, je vzklilo prvo seme. Šlo je za seme, nabранo septembra z drevesa v Piranu in posejano v kalilnik (sliki 14 in 15). Skupna kalivost semena, nabranega septembra na drevesu v Piranu in posejanega jeseni v kalilnik, je znašala 10 % (preglednica 8). Seme, nabранo na vseh drugih drevesih in posejano jeseni v kalilnik, je imelo kalivost nižjo od 10 %. Povprečna kalivost vsega semena, posejanega jeseni v kalilnik, znaša samo 1,8 %, v več primerih celo ni vzklilo nobeno seme, nabrano na določenem drevesu.

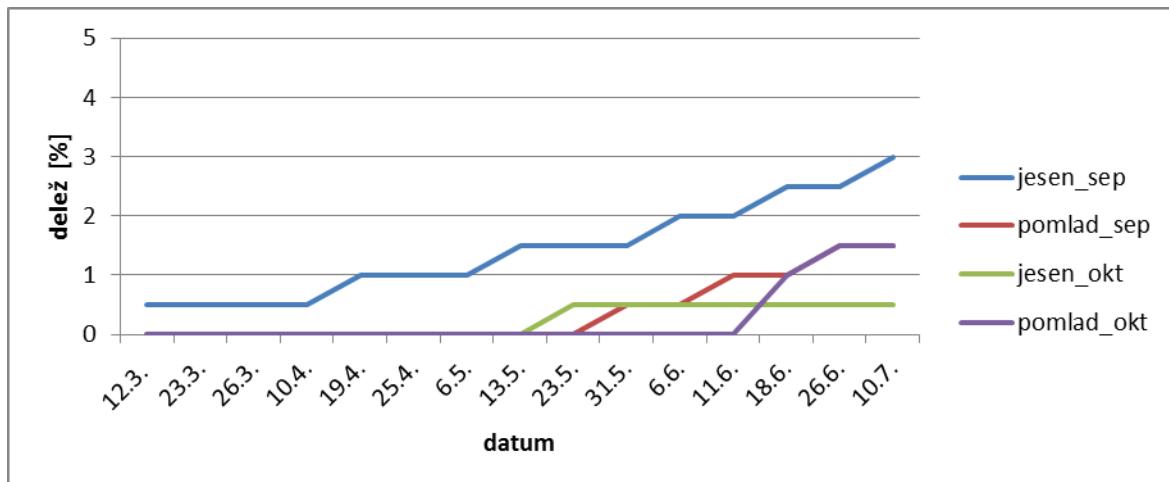


Slika 14: Prvo skaljeno seme dne 12. 3. 2013 (foto: Danjel Šavle)

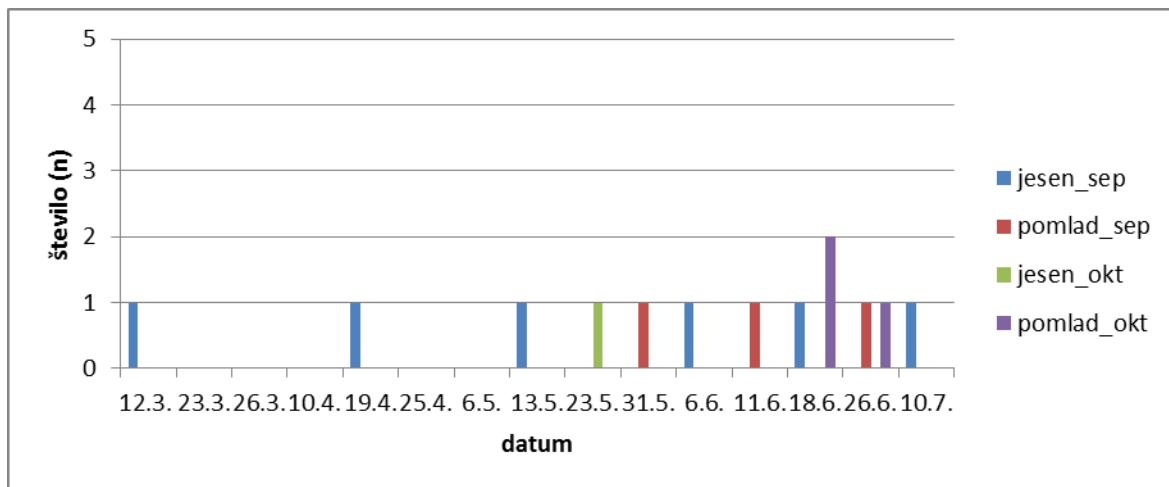
Druga setev je bila izvedena 27. marca 2013 s stratificiranim semenom. Prvo seme v kalilniku je vzklilo 31. maja 2013, torej 65 dni po setvi. To seme je bilo prav tako nabранo 15. septembra na drevesu v Piranu. Tudi pri spomladanski setvi so največjo, 5 % kalivost dosegla semena, nabrana septembra z drevesa v Piranu. Povprečna kalivost vseh semen, posejanih spomladji v kalilnik, je še slabša kot pri jesenski setvi v kalilnik in znaša samo 1,5 % (preglednica 6). S slik 15 in 16 je razvidno, da je le septembra nabранo in jeseni

posejano seme kalilo enakomerno v vsem obdobju spremljanja in doseglo 3 % kalivost. V vseh ostalih primerih je skalilo le nekaj semen brez opaznega trenda.

Na koncu obdobja spremljanja so se poleg izjemno nizke kalivosti za nameček prav vse klice posušile, saj jih nismo presadili kmalu po kalitvi, kot bi jih po pravilu morali.



Slika 15: Delež vzkaljenih semen v kalilniku, prikazan v odstotkih po datumih preverjanja. jesen_sep predstavlja seme, nabранo septembra in posejano jeseni, pomlad_sep predstavlja seme, nabранo septembra in posejano spomladi, jesen_okt predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano jeseni, pomlad_okt pa predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano spomladi.



Slika 16: Število novo-vzkaljenih semen v kalilniku, prikazano po datumih preverjanja. jesen_sep predstavlja seme, nabrano septembra in posejano jeseni, pomlad_sep predstavlja seme, nabrano septembra in posejano spomladi, jesen_okt predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano jeseni, pomlad_okt pa predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano spomladi.

Preglednica 6: Skupni delež vzkaljenih semen v odstotkih glede na prostor setve (prostor) in čas setve (setev)

prostor	setev	delež [%]
prosto	23. 10.	93,0
prosto	27. 3.	77,8
kalilnik	23. 10.	1,8
kalilnik	27. 3.	1,5

Preglednica 7: Skupni delež vzkaljenih semen v odstotkih glede na čas nabiranja (nabiranje), prostor setve (prostor) in glede na čas setve (setev)

nabiranje	delež [%]	prostor	delež [%]	setev	delež [%]
15. 9.	43,6	prosto	85,4	23. 10.	47,4
15. 10.	43,4	kalilnik	1,6	27. 3.	39,6



Slika 17: Navadni koprivovec, star 30 dni

Preglednica 8: Število novo-vzkaljenih semen v posameznem terminu štetja, skupno število (skupaj) in delež vzkaljenih semen v odstotkih (delež [%]), ločeno glede na čas nabiranja (nabiranje), prostor setve (prostor), čas setve (setev) in glede na drevo (drevo)

nabiranje	prostor	setev	drevo	datum													skupaj	delež [%]		
				12.3.	23.3.	26.3.	10.4.	19.4.	25.4.	6.5.	13.5.	23.5.	31.5.	6.6.	11.6.	18.6.	26.6.	10.7.		
15.9.	prosto	23.10.	Lucija	0	8	7	13	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	33	82,5	
15.9.	prosto	23.10.	Portorož	0	2	1	15	13	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	36	90
15.9.	prosto	23.10.	Piran	0	0	0	13	23	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	40	100
15.9.	prosto	23.10.	Dekani OŠ	0	0	0	10	21	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	37	92,5
15.9.	prosto	23.10.	Dekani p.	0	0	0	10	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	92,5
15.9.	prosto	27.3.	Lucija	0	0	0	0	0	0	18	4	3	2	1	0	3	1	0	32	80
15.9.	prosto	27.3.	Portorož	0	0	0	0	0	0	5	8	1	3	0	0	3	0	0	20	50
15.9.	prosto	27.3.	Piran	0	0	0	0	0	0	18	6	3	1	2	2	1	0	1	34	85
15.9.	prosto	27.3.	Dekani OŠ	0	0	0	0	0	0	25	1	3	0	1	3	0	1	0	34	85
15.9.	prosto	27.3.	Dekani p.	0	0	0	0	0	0	14	17	4	0	0	2	0	0	0	37	92,5
15.9.	kalilnik	23.10.	Lucija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.9.	kalilnik	23.10.	Portorož	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	5
15.9.	kalilnik	23.10.	Piran	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4	10
15.9.	kalilnik	23.10.	Dekani OŠ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.9.	kalilnik	23.10.	Dekani p.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.9.	kalilnik	27.3.	Lucija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2,5
15.9.	kalilnik	27.3.	Portorož	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.9.	kalilnik	27.3.	Piran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	5
15.9.	kalilnik	27.3.	Dekani OŠ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.9.	kalilnik	27.3.	Dekani p.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Se nadaljuje ...

Nadaljevanje ... Preglednica 9: Število novo-vzkaljenih semen v posameznem terminu štetja, skupno število (skupaj) in delež vzkaljenih semen v odstotkih (delež [%]), ločeno glede na čas nabiranja (nabiranje), prostor setve (prostor), čas setve (setev) in glede na drevo (drevo)

nabiranje	prostор	setev	drevo	datum													skupaj	Delež [%]		
				12.3.	23.3.	26.3.	10.4.	19.4.	25.4.	6.5.	13.5.	23.5.	31.5.	6.6.	11.6.	18.6.	26.6.	10.7.		
15.10.	prosto	23.10.	Lucija	0	3	2	19	11	1	2	0	0	0	0	0	0	0	38	95	
15.10.	prosto	23.10.	Portorož	0	1	0	11	19	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	34	85
15.10.	prosto	23.10.	Piran	0	0	0	3	28	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	39	97,5
15.10.	prosto	23.10.	Dekani OŠ	0	0	0	7	27	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	39	97,5
15.10.	prosto	23.10.	Dekani p.	0	2	0	12	22	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	39	97,5
15.10.	prosto	27.3.	Lucija	0	0	0	0	0	0	10	7	8	2	0	2	0	1	1	31	77,5
15.10.	prosto	27.3.	Portorož	0	0	0	0	0	0	2	5	7	5	0	0	0	0	1	20	50
15.10.	prosto	27.3.	Piran	0	0	0	0	0	0	15	8	7	2	0	1	2	0	0	35	87,5
15.10.	prosto	27.3.	Dekani OŠ	0	0	0	0	0	0	24	4	2	0	0	1	1	0	1	33	82,5
15.10.	prosto	27.3.	Dekani p.	0	0	0	0	0	0	14	8	3	3	2	2	0	2	1	35	87,5
15.10.	kalilnik	23.10.	Lucija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.10.	kalilnik	23.10.	Portorož	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.10.	kalilnik	23.10.	Piran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.10.	kalilnik	23.10.	Dekani OŠ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2,5
15.10.	kalilnik	23.10.	Dekani p.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.10.	kalilnik	27.3.	Lucija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2,5
15.10.	kalilnik	27.3.	Portorož	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.10.	kalilnik	27.3.	Piran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2,5
15.10.	kalilnik	27.3.	Dekani OŠ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.10.	kalilnik	27.3.	Dekani p.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2,5
skupaj				1	16	10	113	194	20	161	73	42	19	7	14	13	7	6	696	43,5
delež [%]				0,1	1,0	0,6	7,1	12,1	1,3	10,1	4,6	2,6	1,2	0,4	0,9	0,8	0,4	0,4	43,5	

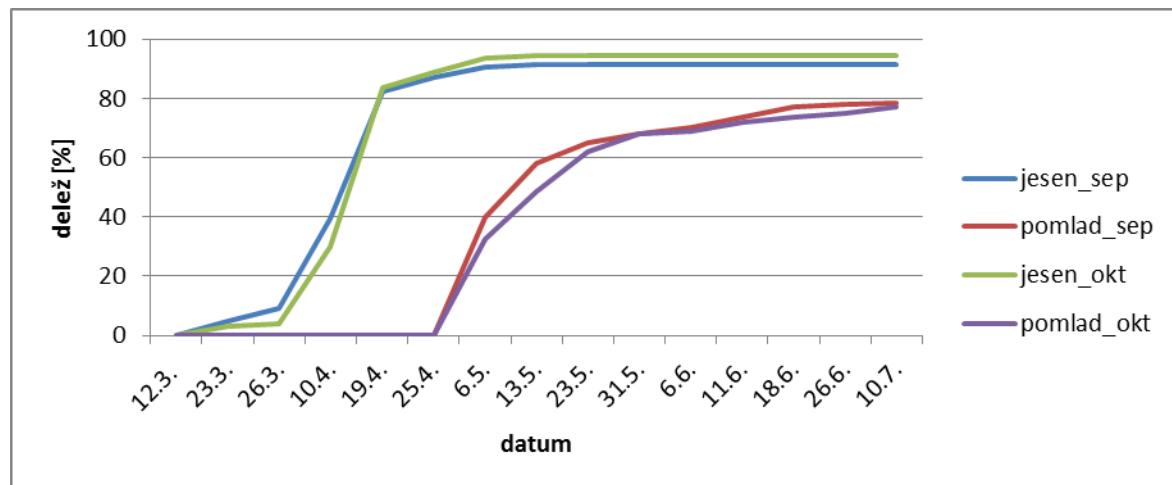
4.1.2 Rezultati setve na prosto

Seme, posejano na prosto, je skupaj doseglo kalivost 85,4 % (preglednica 7), kar je bistveno več kot seme, posejano v kalilnik.

Pri semenih, ki so bila posejana jeseni v zaboje na prosto, smo prvo kalitev evidentirali 23. marca 2013, kar je točno 5 mesecev oziroma 151 dni od dneva setve. Kalitev je potekala vse do 13. maja in v 51 dneh je skalilo 93,0 % od vseh 400 semen (preglednica 6). Septembra nabранa semena na drevesu v Piranu so imela med vsemi največjo, 100 % kalivost (preglednica 8).

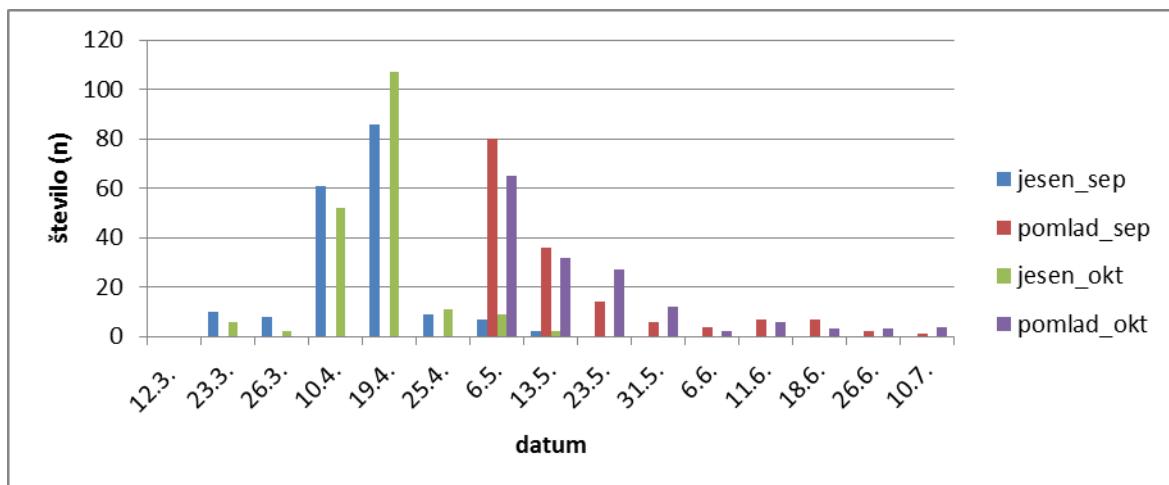
Od semen, ki so bila posejana spomladi v zaboje na prosto, smo prvo kalitev evidentirali 6. maja 2013, kar je 40 dni po dnevu setve. Septembra nabranata semena z drevesa v Dekanih pri pošti so imela med vsemi spomladimi posejanimi semenij največjo, 92,5 % kalivost (preglednica 8). Povprečna kalivost spomladimi posejanih semen na prosto je znašala 77,8 % (preglednica 6). To je sicer manj od povprečja jeseni posejanih semen na prosto, a je prav tako zadovoljiv rezultat.

Iz slike 18 je razvidno, da je seme posejano jeseni začelo kaliti že v zgodnji spomladi, kar 44 dni prej kot seme posejano spomladi po stratifikaciji. Poleg tega je jeseni posejano seme imelo bolj enotno kalitev od spomladimi posejanega semena. Na sliki 19 je jasno videti, da je jeseni posejano seme skoraj v celoti skalilo, še preden je začelo kaliti spomladimi posejano seme. Jeseni posejano seme je začelo kaliti počasi, nato je kalitev hitro narasla in se na koncu počasi ustavila. Spomladimi posejano seme je na začetku kalilo najhitreje, nato pa se je število novo-vzkaljenih semen počasi zmanjševalo. Pri jesenski setvi je seme končalo kaliti po 51 dneh od začetka kalitve, pri spomladanski setvi pa še po 65 dneh od začetka kalitve seme ni prenehalo kaliti.

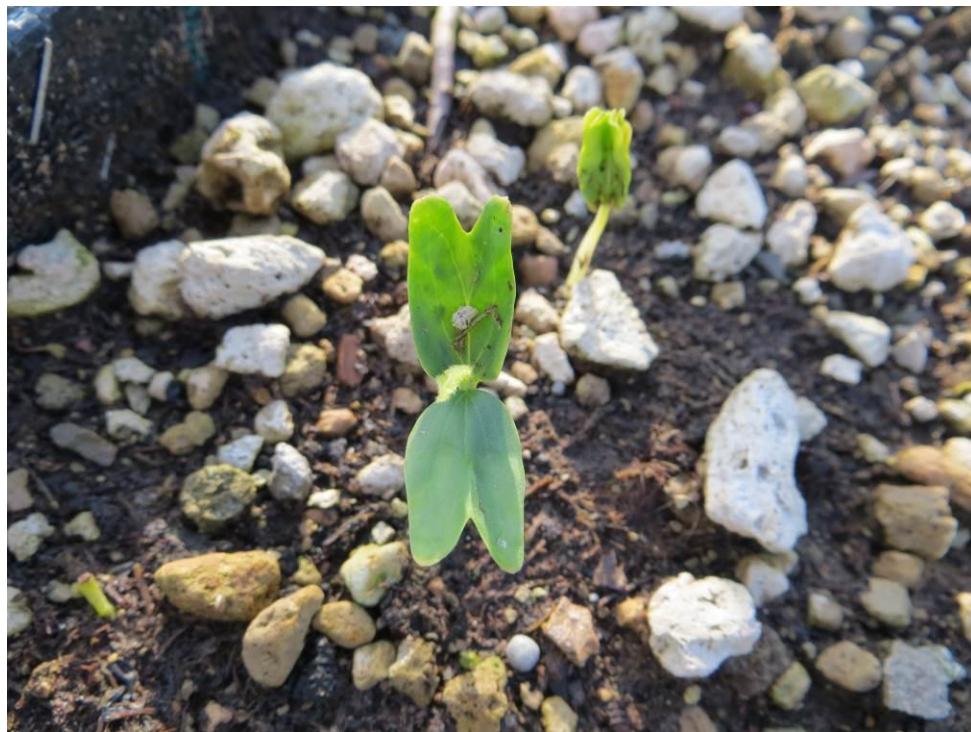


Slika 18: Delež vzkaljenih semen na prostem, prikazan v odstotkih po datumih preverjanja. jesen_sep predstavlja seme, nabранo septembra in posejano jeseni, pomlad_sep predstavlja seme, nabranato septembra in posejano spomladi, jesen_okt predstavlja seme, nabranato oktobra in posejano jeseni, pomlad_okt pa predstavlja seme, nabranato oktobra in posejano spomladi.

Od vseh vzkaljenih semen, ki so bila posejana jeseni, 22 klic ni preživel, kar je 5,8 % od vseh vzkaljenih semen. To je več kot pri spomladji posejanih semenih, kjer od vseh vzkaljenih semen ni preživel le 8 klic, kar znaša 2,5 % od vseh vzkaljenih semen.



Slika 19: Število novo-vzkaljenih semen na prostem, prikazano po datumih preverjanja. Jesen_sep predstavlja seme, nabrano septembra in posejano jeseni, pomlad_sep predstavlja seme, nabrano septembra in posejano spomladji, jesen_okt predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano jeseni, pomlad_okt pa predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano spomladji.



Slika 20: Klični listi navadnega koprivovca (*Celtis australis* L.) dne 10. 4. 2013

4.1.3 Značilnosti razlik v uspehu kalitve med različnimi postopki

Vpliv različnih postopkov časa nabiranja semena, prostora in časa setve ter vseh njihovih kombinacij na uspeh kalitve smo preskušali s pomočjo univariatne analize variance. Rezultati v preglednici 9 nam podajajo verjetnosti, da postavljene ničelne hipoteze držijo.

Preglednica 10: Univariatna analiza variance za čas nabiranja (nabiranje), prostor setve (prostor) in čas setve (čas setve) ter vse kombinacije (nabiranje*prostor, nabiranje*setev, prostor*setev, nabiranje*prostor*setev)

vir variacije	SS	df	MS	F	Sig.
nabiranje	3,3	1	3,3	0,1	0,820
prostor	42236,8	1	42236,8	679,0	0,000
čas setve	394,9	1	394,9	6,3	0,017
nabiranje*prostor	12,7	1	12,7	0,2	0,655
nabiranje*čas setve	2,1	1	2,1	0,0	0,856
prostor*čas setve	514,0	1	514,0	8,3	0,007
nabiranje*prostor* čas setve	52,7	1	52,7	0,8	0,364
napaka	1990,6	32	62,2		

$R^2 = 0,956$

Sklepi:

Potrdili smo značilni vpliv prostora setve na kalivost semen navadnega koprivovca ($F=679,0$; $p<0,001$). S tem smo ničelno hipotezo, da prostor setve ne vpliva na kalivost, zavrnili. V našem primeru je imela večji uspeh setev na prosto, medtem ko je bila setev v kalilnik mnogo manj uspešna.

Potrdili smo tudi značilni vpliv časa setve na kalivost semen navadnega koprivovca ($F=6,3$; $p<0,05$). S tem smo zavrnili ničelno hipotezo, da med semenom posejanim jeseni in semenom posejanim spomladji, ni statistično značilnih razlik v kalivosti. V našem primeru je imela večji uspeh jesenska setev.

Potrdili smo značilni vpliv interakcije med prostorom setve in časom setve na kalivost semen navadnega koprivovca ($F=8,3$; $p<0,01$). Zavrnili smo ničelno hipotezo, da med kombinacijami semena, posejanega v kalilnik jeseni, v kalilnik spomladji, na prosto spomladji in na prosto jeseni ni statistično značilnih razlik v kalivosti. To pomeni, da je prostor setve različno vplival na kalivost semen, posejanih ob različnem času. V našem primeru se kalivost semen, posejanih jeseni v kalilnik (1,8 %), ni značilno razlikovala od kalivosti semen, posejanih spomladji v kalilnik (1,5 %). Kalivost semen, posejanih jeseni na prosto (93,0 %), pa je bila značilno višja od kalivosti semen, posejanih spomladji na prosto (77,8 %) (preglednica 10).

Ostalih ničelnih hipotez nismo zavrnili, saj je tveganje večje od 5 %. To pomeni, da nismo potrdili vpliva časa nabiranja na kalivost semena. Kalivost semena, nabranega septembra,

se ni značilno razlikovala od kalivosti semena, nabranega oktobra (preglednica 7). Pomeni tudi, da nismo potrdili vpliva preostalih interakcij.

Po opravljeni analizi variance smo za tiste parametre, pri katerih smo potrdili statistične razlike, s post-hoc analizo (Tukey-test) ugotovljali, katere kombinacije postopkov se med seboj razlikujejo.

Preglednica 11: Tukeyev test (vrednost p) za kalivost glede na prostor setve (prosto ali kalilnik) in čas setve (jesen ali pomlad)

	prosto*pomlad	kalilnik*jesen	kalilnik*pomlad
prosto*jesen	0,002	0,000	0,000
prosto*pomlad		0,000	0,000
kalilnik*jesen			0,994

Dokazali smo statistično značilno razliko v kalivosti semen med kombinacijami postopkov prostor*setev za vse kombinacije, razen za kombinacijo kalilnik*jesen in kalilnik*pomlad. To pomeni, da čas setve ne vpliva na kalivost semena, posejanega v kalilnik. Odkrili pa smo razliko v kalivosti med semenom, posejanim na prosto jeseni in na prosto spomlaadi, ter med semenom, posejanim na prosto, in semenom, posejanim v kalilnik, ne glede na čas setve. Za boljše razumevanje teh razlik nam je v pomoč preglednica 11. Iz nje je razvidno, da so štiri različne skupine postopkov, razdeljene v tri podskupine, ki se med seboj statistično značilno razlikujejo glede povprečne kalivosti. Skupini kalilnik*jesen in kalilnik*pomlad sta v podskupini ena in imata najnižjo kalivost ter se med seboj statistično ne razlikujeta. V podskupini dva je skupina prosto*pomlad, katere povprečna kalivost v odstotkih znaša 77,8 %. V podskupini tri je skupina prosto*jesen z največjo vrednostjo kalivosti, ki v odstotkih znaša 93,0 %. Znotraj tretje skupine, v kateri je seme posejano jeseni na prosto, je imelo največjo kalivost seme, nabранo septembra z drevesa v Piranu. Skalilo je kar 100 %. Le nekoliko nižjo, 97,5 % kalivost je imelo seme iz iste skupine, nabранo oktobra z drevesa v Piranu in z obeh dreves v Dekanih (preglednica 8).

Preglednica 12: Grupiranje postopkov setve na podlagi Tukeyevega testa ($p<0,05$)

prostor*setev	N	podskupina		
		1	2	3
kalilnik*jesen	10	4,05		
kalilnik*pomlad	10	4,93		
prosto*pomlad	10		62,75	
prosto*jesen	10			76,20
Sig.		0,994	1,000	1,000

Z univariatno analizo variance za spremenljivko drevo smo prišli do rezultatov, ki nam podajo verjetnost, da ničelna hipoteza (med kalivostjo semena glede na to, s katerega drevesa je bilo nabранo, ni statistično značilnih razlik) velja (preglednica 12).



Slika 21: klica navadnega koprivovca s prvim parom pravih listov

Preglednica 13: Univariatna analiza variance za drevo

vir variacije	SS	df	MS	F	Sig.
drevo	734,749	4	138,687	0,145	0,964
napaka	44472,255	35	1270,636		

$$R^2 = 0,016$$

Ničelne hipoteze nismo zavrnili, saj tveganje znaša $p>0,05$. To pomeni, da učinka drevesa na kalivost semena nismo odkrili.

4.2 VPLIV DODATNE OBDELAVE SEMENA NA KALIVOST

4.2.1 Brušenje semen

Od vseh 232 semen, ki smo jim z brusilnim papirjem stanjšali semenski ovoj, je vzklilo 52 semen. To znaša 22,4 % (preglednica 13). Seme, nabранo septembra in posejano na prosto, je med brušenimi doseglo največjo, 52,9 % kalivost (preglednica 14). Skoraj pol manjšo kalivost (25 %) je imelo na prosto posejano seme, nabранo oktobra.

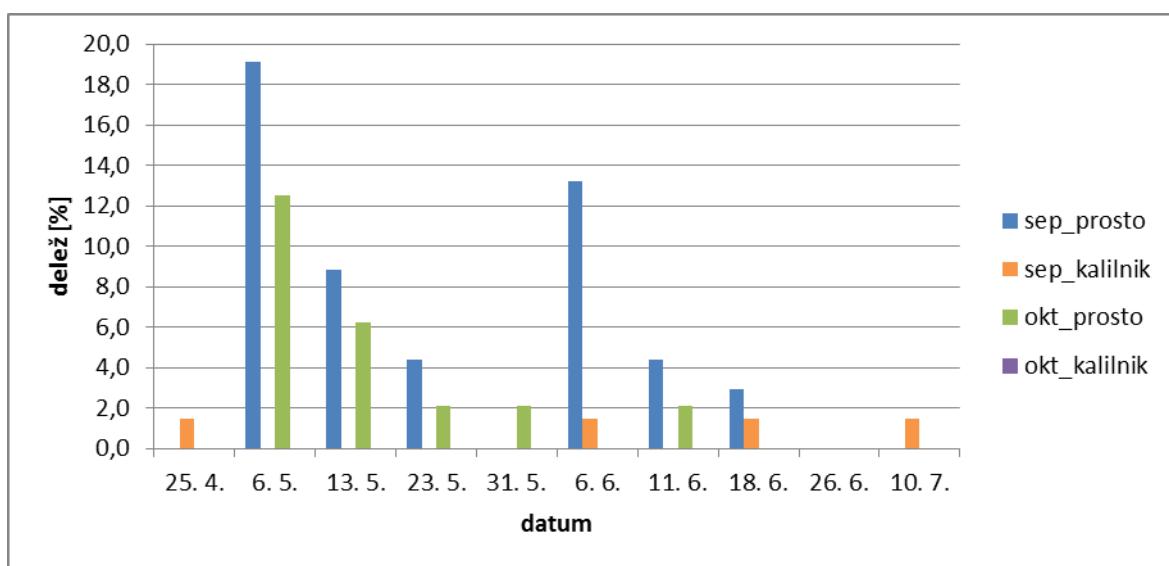
Kalitev na prostem se je začela med 25. aprilom in 6. majem 2013 in bila v tem obdobju tudi najbolj skoncentrirana. V nadaljevanju je kalilo zmeraj manj novih semen, s tem da je do 6. junija kalitev septembra nabranih semen znova močno narastla (slika 22). Kalivost v kalilnik posejanih semen je v primerjavi s kalivostjo semen na prostem zanemarljiva.

Preglednica 14: Skupno število in delež vzkaljenih semen (v odstotkih), ločeno glede na vrsto dodatne obdelave semena

tretma	število	delež [%]
brušen	52	22,4
H ₂ SO ₄	69	29,7
GA3	67	28,9
kontrola	92	39,7

Preglednica 15: Število novo-vzkaljenih semen v posameznem terminu štetja, skupno število (skupaj) in delež vzkaljenih semen (v odstotkih), ločeno glede na čas nabiranja (nabiranje), prostor setve (prostor) in glede na predhodno obdelavo semen (tretma)

nabiranje	prostor	tretma	datum										skupaj	delež [%]
			25.4.	6.5.	13.5.	23.5.	31.5.	6.6.	11.6.	18.6.	26.6.	10.7.		
15. 9.	prosto	brušen	0	13	6	3	0	9	3	2	0	0	36	52,94
15. 9.	prosto	H ₂ SO ₄	0	7	6	9	4	4	9	2	0	0	41	60,29
15. 9.	prosto	GA3	0	4	9	4	5	3	4	2	0	0	31	45,59
15. 9.	prosto	kontrola	0	24	16	4	3	2	3	0	1	0	53	77,94
15. 9.	kalilnik	brušen	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	4	5,88
15. 9.	kalilnik	H ₂ SO ₄	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	2,94
15. 9.	kalilnik	GA3	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	3	4,41
15. 9.	kalilnik	kontrola	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1,47
15. 10.	prosto	brušen	0	6	3	1	1	0	1	0	0	0	12	25,00
15. 10.	prosto	H ₂ SO ₄	0	9	5	3	3	0	3	2	0	0	25	52,08
15. 10.	prosto	GA3	0	14	12	0	3	1	2	0	0	0	32	66,67
15. 10.	prosto	kontrola	0	15	8	5	3	0	2	1	2	1	37	77,08
15. 10.	kalilnik	brušen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
15. 10.	kalilnik	H ₂ SO ₄	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,08
15. 10.	kalilnik	GA3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,08
15. 10.	kalilnik	kontrola	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2,08
			skupaj	1	94	65	29	24	22	27	12	4	280	30,17
			delež [%]	0,11	10,13	7,00	3,13	2,59	2,37	2,91	1,29	0,43	0,22	30,17

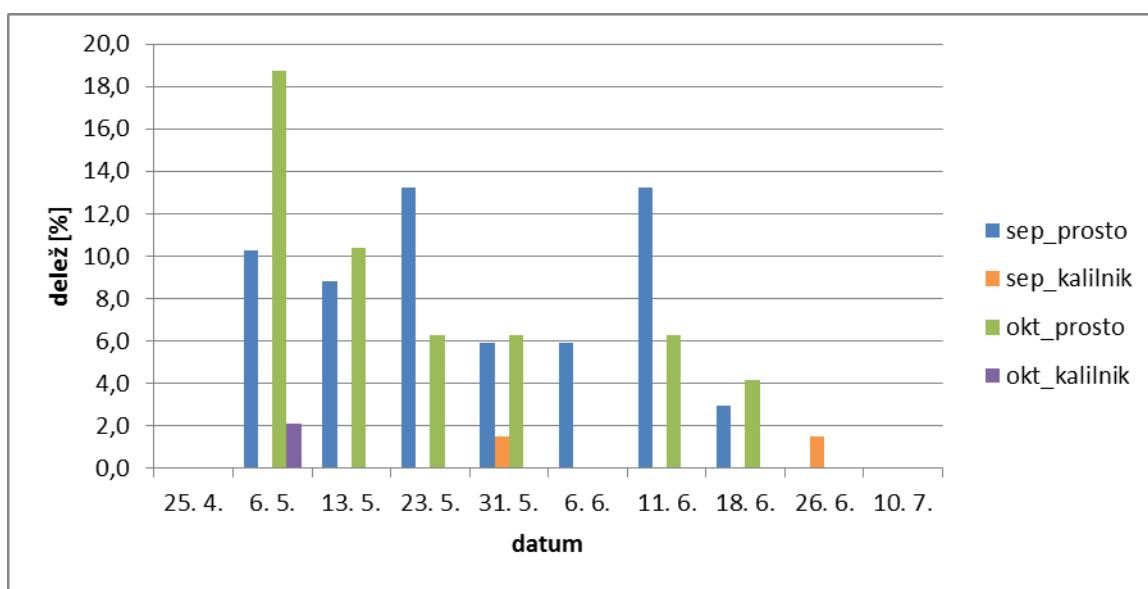


Slika 22: Delež na novo vzkaljenih semen, katerih semensko lupino smo stanjšali z brušenjem, prikazan v odstotkih in ločeno po datumu štetja, času nabiranja semen ter prostoru setve. Sep_prosto predstavlja seme, nabrano septembra in posejano na prosto, sep_kalilnik predstavlja seme, nabrano septembra in posejano v kalilnik, okt_prosto predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano na prosto, okt_kalilnik pa predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano v kalilnik.

4.2.2 Žveplena kislina (H_2SO_4)

Od vseh 232 semen, ki smo jih za eno uro potopili v koncentrirano raztopino žveplene kisline, je vzklilo 69 semen, kar znaša 29,7 % (preglednica 13). Od vseh je največjo, 60,29 % kalivost (preglednica 14) doseglo seme, nabrano septembra in posejano na prosto.

Semena so pričela kaliti med 25. aprilom in 6. majem. Oktobra nabrano in na prosto posejano seme je najbolj skoncentrirano kalilo v samem začetku, nato pa je kalilo vedno manj novih semen. Pri septembra nabranih semenih je kalitev potekala precej bolj enakomerno preko celotne dobe z manjšim maksimumom med 6. in 11. junijem (slika 23).

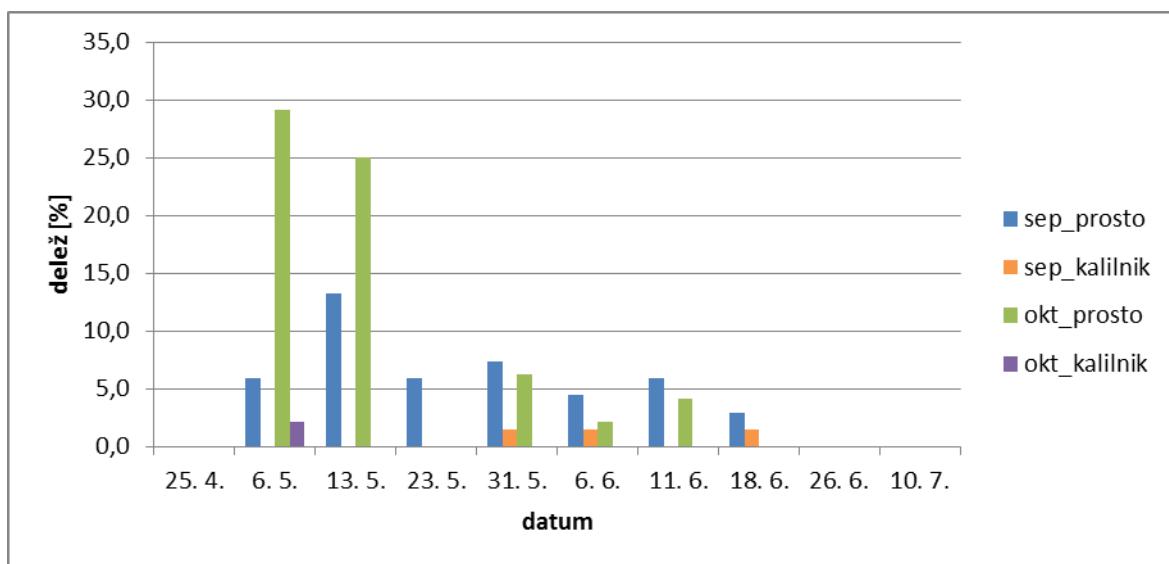


Slika 23: Delež na novo vzkajenih semen, tretiranih z žvepleno kislino (H_2SO_4), prikazan v odstotkih in ločeno po datumu štetja, času nabiranja semena ter prostoru setve. Sep_prosto predstavlja seme nabrano septembra in posejano na prosto, sep_kalilnik predstavlja seme nabrano septembra in posejano v kalilnik, okt_prosto predstavlja seme nabrano oktobra in posejano na prosto, okt_kalilnik pa predstavlja seme nabrano oktobra in posejano v kalilnik.

4.2.3 Giberelinska kislina (GA3)

Od vseh 232 semen, ki smo jih za 24 ur potopili v giberelinsko kislino, je vzkliklo 67 semen. To znaša 28,9 % (preglednica 13). Največjo kalivost so med temi semeni dosegla tista, ki smo jih nabrali oktobra in jih posejali na prosto. Znašala je 66,7 %.

Tudi pri semenih, tretiranih z giberelinsko kislino, je seme, nabrano oktobra in posejano na prosto, skoncentrirano kalilo na začetku opazovanega obdobja ter se nato umirilo. Seme, nabrano septembra, je kalilo enakomerno v vsem obdobju. Semena so pričela kaliti med 25. aprilom in 6. majem (slika 24).

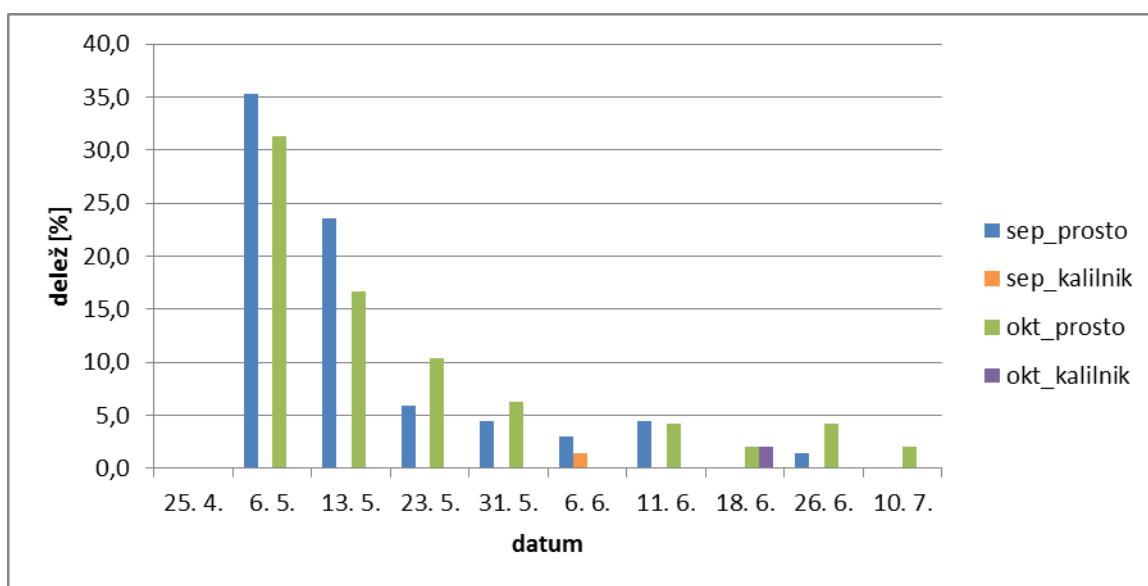


Slika 24: Delež na novo vzkaljenih semen, tretiranih z giberelinsko kislino (GA3), prikazan v odstotkih in ločeno po datumu štetja, času nabiranja semena ter prostoru setve. Sep_prosto predstavlja seme, nabrano septembra in posejano na prosto, sep_kalilnik predstavlja seme, nabrano septembra in posejano v kalilnik, okt_prosto predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano na prosto, okt_kalilnik pa predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano v kalilnik.

4.2.4 Kontrolna skupina

Od vseh 232 semen, ki jih nismo dodatno obdelali, je vzkliklo 92 semen. To znaša 39,7 % (preglednica 13). Vzkliklo je 77,9 odstotkov semen, nabranih septembra in posejanih na prosto (preglednica 14). Seme v kontrolni skupini je imelo v primerjavi z vsemi skupinami dodatno obdelanega semena največjo kalivost, kar pomeni, da dodatna obdelava semena ni potrebna oziroma ni priporočljiva, saj ne pripomore k boljši kalivosti.

Pri kontrolni skupini je bila tako v primeru septembra nabranih semen kot tudi v primeru oktobra nabranih semen, posejanih na prosto, kalivost največja na začetku, med 25. aprilom in 6. majem 2013 (slika 25). Kasneje se je število novo-vzkaljenih semen postopoma zmanjševalo.



Slika 25: Delež na novo vzkaljenih semen, ki niso bila dodatno obdelana, prikazan v odstotkih in ločeno po datumu štetja, času nabiranja semena ter prostoru setve. Sep_prosto predstavlja seme, nabrano septembra in posejano na prosto, sep_kalilnik predstavlja seme, nabrano septembra in posejano v kalilnik, okt_prosto predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano na prosto, okt_kalilnik pa predstavlja seme, nabrano oktobra in posejano v kalilnik.

4.2.5 Značilnost razlik v uspehu kalitve med različnimi načini obdelave semena

S Kruskal-Wallisovim testom smo prišli do rezultatov, ki nam povedo, ali obstajajo statistično značilne razlike v kalivosti semen, ki so bila predhodno tretirana na štiri različne načine (preglednici 15 in 16).

Preglednica 16: Kruskal Wallisov test (povprečje rangov)

tretma	N	povprečje rangov
zbrušeni	4	7,50
H ₂ SO ₄	4	8,50
GA3	4	8,75
kontrola	4	9,25
skupaj	16	

Preglednica 17: Kruskal-Wallisov test (χ^2)

transformirani podatki	
χ^2	0,288
Df	3
Asymp. Sig.	0,962

Velikost vpliva izračunamo tako, da vrednost χ^2 (hi kvadrat), ki znaša 0,288, delimo s 15 stopinjami prostosti. Velikost vpliva znaša 0,0192, kar pomeni, da je 1,9 % variabilnosti med rangi razložene z izbranimi stratifikacijskimi postopki. To nam pove, da različna priprava semena v našem primeru ni imela vpliva na kalivost oz. je bil vpliv zanemarljiv ($p>0,05$).

5 RAZPRAVA

Rezultati so pokazali statistično visoko značilno razliko v kalivosti med semenom, posejanim v velike posode na prosto, in semenom, posejanim v gojitvene plošče, postavljene v kalilnik. Povprečna kalivost semena, posejanega na prosto, je znašala 85,4 %, kar je znatno več kot v kalilniku, kjer je kalivost znašala 1,6 %. Podobno raziskavo so izvedli Singh in sod. (2008) in v njej primerjali kalivost semen, posejanih zadnji mesec marca na prosto v gredice velikosti 1×1 m in v gojitvene plošče. Njihovi rezultati so pokazali zelo majhno razliko v kalivosti. Semena, posejana v gojitvene plošče, so skalila 51,2 %, v gredicah pa 48,2 %. V njihovem primeru je bil prostor setve enak in tudi mešanica zemlje se ni bistveno razlikovala. V našem poskusu je težko odkriti razlog za tako veliko razliko v kalivosti, saj je prisotnih več neodvisnih spremenljivk, ki vplivajo na kalivost. Med njimi so različna mešanica substrata, različna velikost posode in različen prostor, kamor so posode položene. Nanašajoč se na ugotovitve omenjene raziskave, vpliv različne velikosti posode ni bistven. Vendar je bila v našem poskusu mogoče prav kombinacija gojitvenih plošč in kalilnika neprimerna. Najverjetnejši razlog je zahtevnost uravnavanja vlažnosti zemlje, saj je bila slednja bodisi prevlažna takoj po zalivanju bodisi povsem izsušena, ker je iz kalilnika prehitro izhlapela. Velika ovira je bila mogoče tudi zakisanost zemlje in tvorba mahu, ki je posledica večmesečnega zalivanja gojitvenih plošč, v katerih ni bilo rastlin, ki bi porabile mineralne snovi, vnesene z vodo. Visoko kalivost (79 %) sta v svojem poskusu pri setvi decembra na prosto dosegla tudi Takos in Efthimiou (2003). Znatno nižjo kalivost, le 16 %, sta zabeležila v laboratorijskem poskusu kalitve v petrijevki, kjer sta semena pred kalitvijo namakala v žvepleno kislino. Tudi v njunem poskusu so bili rezultati setve na prosto boljši. Tako po nabiranju so seme posejali tudi Šijačić Nikolić in sod. (2008) ter dosegli kalivost do 41 %.

Za objektivnejšo primerjavo kalivosti v topli gredi in na prostem bi bilo v prihodnje verjetno bolj smiselno semena posejati v enake posode z enako mešanico zemlje, kar bi pokazalo razliko v vplivu okolja. Znotraj posameznih lokacij bi bilo zanimivo primerjati tudi vpliv različnih mešanic zemlje. Kljub temu da smo z izbrano mešanicu zemlje na prostem dosegli zelo visoko kalivost, bi bilo treba ugotoviti, ali bi kalivost upadla, če bi semena posejali v lokalno zemljo brez dodanih gnojil in drugih primesi. Za vzgojo gozdnih sadik je namreč boljše, če so razmere že od samega začetka podobne tistim v gozdu. V vsakem primeru pa menimo, da je dosežena kalivost na prostem (85 %) v celoti tako visoka, da ni več prave potrebe po nadalnjem testiranju postopkov v rastlinjaku, kjer bi

tako visoko kalivost tudi z izboljšanimi postopki verjetno težko dosegli. Poleg tega bi bilo to povezano z bistveno višjimi stroški.

Naši rezultati so pokazali tudi statistično značilno razliko v kalivosti med jeseni posejanim semenom na prosto (kalivost 93,0 %) in semenom, posejanim na prosto spomladi po hladni stratifikaciji (kalivost 77,8 %). Razlog za to je lahko razlika v načinu stratifikacije. Jeseni posejano seme je prestalo naravno stratifikacijo v neprestano vlažni zemlji, medtem ko je bilo spomladi posejano seme stratificirano v steklenih posodicah z rahlo navlaženimi stenami in izpostavljenog pogostim nihanjem temperature. Te umetno ustvarjene razmere so bile zelo verjetno slabše od naravnih, zato seme ni skalilo v tolikšni meri. Tu torej še obstaja možnost izboljšave postopka stratifikacije, s katero bi lahko povečali kalivost. Problem shranjevanja semen je zelo raziskan na primeru želodov gradna in doba, ki so z vidika shranjevanja zelo problematični. Odkrite so bile že uspešne metode shranjevanja preko ene zime, daljše obdobje shranjevanja pa je povezano z zapletenimi postopki in visokimi stroški ter še vedno predstavlja obsežen nerešen problem (Žitnik, 1999). Drugi razlog, čeprav manj verjeten, je morda tudi to, da smo spomladi posejana semena zaradi pomanjkanja prostora posejali z manjšimi razmiki kot jesenska semena. Možni razlog za evidentirano nižjo kalivost je tudi kratko obdobje spremljanja kalitve, saj so nekatera semena skalila tudi po končanem spremljanju in celo še po enem letu. Pri jeseni posejanih semenih je kalitev prenehala več tednov pred koncem spremljanja in obdobje kalitve je trajalo 51 dni, medtem ko je spremljanje obdobja kalitve spomladi posejanih semen trajalo 65 dni. Spremljanje je bilo prekinjeno predvsem zaradi potrebe po presaditvi, saj so bile sadike že dobro razvite in koreninski sistemi prepleteni med seboj. Khan in Mughal (2008) sta sicer kalitev spremljala zgolj 20 dni, a je največja kalivost v njunem primeru znašala le 23 %. Setev jeseni na prosto je tudi v raziskavi, ki sta jo v Grčiji opravila Takos in Efthimiou (2003), dala visoke rezultate kalivosti (79 %). Opazno slabšo kalivost (48,2 %) so zabeležili Singh in sod. (2008), ki so seme brez predhodne stratifikacije posejali na prosto konec marca, ter Singh in sod. (2006), ki so semena posejali na prosto v začetku avgusta ob nastopu monsunskega obdobja, pri čemur so dosegli kalivost 29 %.

Kljub temu da je kalivost jesenske setve nekoliko višja od spomladanske, ne gre spregledati dveh pomembnih dejstev. Spomladi posejano seme je potrebovalo znatno krajše obdobje od setve do pričetka kalitve. Za razliko od jeseni posejanih semen, ki so začela kaliti 151 dni po setvi, so prva spomladi posejana semena skalila že po 40 dneh, kar je bolje v primeru pomanjkanja prostora, če je slednjega mogoče v zimskih mesecih uporabiti za kaj drugega. Boljše je tudi zato, ker lahko sicer semena preko zime pojedo ptice ali druge živali, čemur se lahko s shranjevanjem semena preko zime v veliki meri izognemo. Spomladi posejano seme je za razliko od jeseni posejanega začelo kaliti en mesec kasneje, zaradi česar klice niso bile izpostavljene poznim spomladanskim pozebam in so zato v večji meri prezivele.

Rezultati niso pokazali statistično značilnih razlik v kalivosti med septembra in oktobra nabranimi semen. Khan in Mughal (2008), ki sta raziskovala spreminjanje kalivosti semen navadnega koprivovca v času dozorevanja plodov od 15. julija do 15. decembra, sta opazila, da je seme maksimalno kalivost (23 %), ki je kasneje ostala konstantna, doseglo 15. septembra. Ugotovila sta, da je barva plodov pri semenih z največjim deležem kalivosti vijolične do črne barve. V naš poskus smo v obeh terminih nabiranja vključili le plodove črne barve in naši rezultati se skladajo z rezultati pravkar omenjene raziskave, kjer je bila kalivost semen iz zrelih plodov, torej iz plodov vijolične do črne barve, enaka. Sklepamo lahko, da ni smiselno nabirati plodov rumene, sploh pa zelene barve. Iz naših rezultatov lahko izpeljemo priporočilo za čimprejšnje nabiranje plodov že v septembru oziroma takoj, ko se plodovi črnovijoličnoobarvajo. S tem tudi zmanjšamo nevarnost, da bi plodove že prej pojedli ptiči, in posredno omogočimo nabiranje semena z večjega števila dreves.

V našem poskusu prav tako nismo odkrili statistično značilnih razlik v kalivosti med različno obdelanim semenom. Največjo povprečno kalivost so dosegla semena brez dodatne obdelave, najslabšo kalivost pa semena, ki smo jim z brušenjem stanjšali semensko lupino. Glede na naše rezultate lahko zaključimo, da je najboljša, njenostavnejša in hkrati najcenejša metoda brez dodatne obdelave. Sicer se je za razliko od naših rezultatov metoda namakanja semen navadnega koprivovca v raztopino žveplene kisline izkazala za najuspešnejšo v poskusu, ki sta ga v laboratoriju izvedla Takos in Efthimiou (2003), in dosegla zgolj 16 % kalivost. Da bi še bolje razumeli značilnosti generativnega razmnoževanja navadnega koprivovca, bi bilo morda bolj smiselno izvesti poskus, v katerem bi primerjali uspešnost hladne stratifikacije, giberelinske kisline brez hladne stratifikacije in uspešnost kalitve spomladanskih semen ob odsotnosti kakršnekoli predpriprave. S tem bi ugotovili, ali je res smiselno seme hladno stratificirati, ali je morda namakanje v raztopino giberelinske kisline boljši način ali pa morda sploh nobena od obeh predpriprav ni potrebna.

6 SKLEPI

Glede na dobljene rezultate lahko zaključimo, da je generativno razmnoževanje navadnega koprivovca (*Celtis australis* L.) v submediteranskem podnebju Slovenske Istre razmeroma enostavno in da je najboljši način setev semen na prosto takoj po nabiranju. S tako setvijo dosežemo najboljšo kalivost. Povsem sprejemljiva je tudi spomladanska setev predhodno stratificiranega semena na prosto. Vse druge v našem poskusu preizkušene tehnike so se izkazale za manj primerne in bi jih na osnovi rezultatov le težko priporočili za uporabo. Seme je najbolj smiselno nabirati že septembra oziroma takoj, ko se plodovi črnovijoličnoobarvajo. Pri tem moramo biti pozorni, da nas ne prehitijo ptice, saj se lahko zgodi, da jata ptic v zelo kratkem času z drevesa poje vse zrele plodove.

7 POVZETEK

V 19. stoletju so ogolela kraška območja pogozdili z neavtohtonim črnim borom (*Pinus nigra*), čigar najstarejši sestoji se danes že redčijo. V spodnji plasti se znova pojavljam drevesne vrste avtohtonih listavcev, med katere sodi tudi navadni koprivovec (*Celtis australis* L.). Navadni koprivovec spada v družino brestovk (Ulmaceae). Je listopadno drevo višine do 25 m in prsnega premera do 60 cm, ponekod tudi do dva metra. Doživi starost do 400, morda celo do 1000 let. Skorja je siva in gladka, listi so premenjalno nameščeni, enostavni, celi in po robu nažagani. Cvetovi so dvospolni, majhni in svetlozelene barve. Plod je koščičast, okrogle oblike ter je velik med 6 in 12 mm. Najprej je zelene barve, kasneje porumeni in ko dozori, postane črnovijolične barve. Les navadnega koprivovca je izredno kakovosten in cenjen. Je težek, trd, žilav, prožen in trajen. Navadni koprivovec je drevo subtropskega in zmernega podnebja. Raste na suhih, kamnitih ali peščenih tleh, najraje na apnenu, sicer pa tudi na drugih vrstah tal. Je svetloljuben, rad ima sončne in tople lege ter zelo dobro prenaša sušo. Prenese tudi močnejše pozebe, vse do -19 °C. Po pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam iz leta 2002 je navadni koprivovec v Sloveniji uvrščen v kategorijo redka vrsta. Vse lastnosti navadnega koprivovca kažejo na njegovo primernost za vnašanje v kraške gozdove tako z ekološkega kot tudi z gospodarskega vidika. Ker pa certificiranih gozdnih sadik navadnega koprivovca ustrezne provenience v slovenskem območju trenutno ni mogoče dobaviti, se zdi smiselno preučiti možnosti za uspešno generativno razmnoževanje in vzgojo kakovostnih sadik, ki bi ustrezale zahtevam Zakona o gozdnem reprodukcijskem materialu iz leta 2002. Iz tega razloga je bil osnovan poskus, v katerem smo preučevali uspešnost generativnega razmnoževanja navadnega koprivovca. Primerjali smo kalivost glede na različen čas nabiranja semena, kraj setve in čas setve ter uspešnost dodatne obdelave semena pred setvijo.

Najprej je bilo treba poiskati primerna matična drevesa, iz katerih bi bilo mogoče nabrati potrebno količino zrelega semena. V poskus je bilo vključenih pet semenskih dreves in z vsakega smo nabrali 320 semen. Od tega je bilo z vsakega drevesa v prvem terminu 15. septembra nabranih 160 semen in prav toliko v drugem terminu nabiranja 15. oktobra. Vsem semenom smo takoj po nabiranju odstranili mesnati del plodu in jih shranili v papirnate vrečke. Prvo polovico, torej 80 semen, nabranih septembra, in 80 semen, nabranih oktobra, smo posejali jeseni, drugo polovico semen pa smo izpostavili trimesečni hladni stratifikaciji in jih nato posejali spomladi. Znotraj vsakega termina nabiranja in setve smo 40 semen posejali na prosto, drugih 40 pa v kalilnik znotraj rastlinjaka. V kalilniku smo jeseni uporabili gojitvene plošče prostornine 0,03 l in Substrat za zelenjavno proizvajalca Njiva d. o. o. Spomladi smo – z namenom zmanjšanja možnosti zakisanja zemlje z zalivalno vodo – uporabili gojitvene plošče s prostornino posodic 0,01 l. Na prostem smo uporabili mešanico lokalne zemlje, vulkanske granulirane gline in substrata za krizanteme proizvajalca Njiva d. o. o. Primešali smo še 2,5 kg/m² gnojila Nutricote tipa

100 in 180 ter 10 kg/m^2 hlevskega gnoja v briketih, vse od proizvajalca Njiva d. o. o. Pri spomladanski setvi smo primerjali tudi uspešnost dodatne obdelave semena pred setvijo. Seme, namenjeno dodatni obdelavo, smo razdelili na štiri dele. Prvo četrtino semen smo za eno uro potopili v koncentrirano žvepleno kislino, drugo četrtino semen smo za 24 ur potopili v raztopino giberelinske kisline, tretji četrtini semen pa na dveh mestih stanjšali semensko lupino z brušenjem. Zadnje četrtine semen, ki je bila kontrolna, nismo dodatno obdelali.

Rezultati poskusa so pokazali, da med septembra in oktobra nabranim semenom ni razlik v kalivosti. Rezultati setve na prostu so pokazali značilno višjo kalivost od rezultatov setve v kalilnik. Na prostem je namreč skalilo v povprečju 85,4 % semen, v kalilniku pa zgolj 1,6 %. Tudi med jesensko in spomladansko setvijo je bila očitna razlika v kalivosti. Jeseni posejano seme je v povprečju skalilo 47,4 odstotno, po hladni stratifikaciji spomladi posejano seme pa 39,6 odstotno. Seme, nabранo s petih različnih dreves, je imelo zelo podobno kalivost. Za najuspešnejšo metodo se je izkazala jesenska setev na prostu s 93 % kalivostjo. Nekoliko nižjo, a vseeno zadovoljivo kalivost (77,8 %), je imelo po hladni stratifikaciji spomladi na prostu posejano seme. Dodatna obdelava semena se je izkazala za nepotrebno, saj med različno obdelanim semenom ni bilo značilnih razlik v kalivosti. Seme, katerega semenska lupina je bila stanjšana z brušenjem, je skalilo v povprečju 22,4 %. Seme, potopljeno v žvepleno kislino, je v povprečju skalilo 29,7 %. Seme, potopljeno v raztopino giberelinske kisline, je skalilo 28,9 %, medtem ko je seme brez dodatne obdelave skalilo 39,7 %. Glede na naše rezultate lahko zaključimo, da je najboljša, njenostavnejša in hkrati tudi najcenejša metoda spomladanske setve, brez dodatne obdelave.

V našem poskusu je težko odkriti razlog za razliko v kalivosti med setvijo na prostu in v kalilnik, saj je prisotnih več neodvisnih spremenljivk, ki vplivajo na kalivost. Med njimi so različna mešanica zemlje, velikost posode in prostor, kamor so posode položene. Mogoče je bila neprimerna prav kombinacija gojitvenih plošč in kalilnika. Najverjetnejši razlog je zahtevnost uravnavanja vlažnosti zemlje, saj je bila slednja bodisi prevlažna takoj po zalivanju bodisi povsem izsušena, ker je iz kalilnika prehitro izhlapela. Velika ovira je bila mogoče tudi zakisanost zemlje in tvorba mahu, ki je posledica večmesečnega zalivanja gojitvenih plošč, v katerih ni bilo rastlin, ki bi porabile mineralne snovi, vnesene z vodo. Za primerjavo vpliva okolja na kalivost bi bilo bolj smiselno semena posejati v enake posode z enako mešanico zemlje. Treba bi bilo ugotoviti, ali bi kalivost upadla, če bi semena posejali v lokalno zemljo brez dodanih gnojil in drugih primesi, saj je za vzgojo gozdnih sadik boljše, če so razmere že od samega začetka skromnejše. Razlog za razlike v kalivosti med jesensko in spomladansko setvijo je lahko razlika v načinu stratifikacije. Jeseni posejano seme je prestalo naravno stratifikacijo, spomladi posejano seme pa je bilo stratificirano v steklenih posodicah z rahlo navlaženimi stenami in izpostavljenogostim nihanjem temperature. Tu torej še obstaja možnost izboljšave postopka stratifikacije, s katero bi lahko povečali kalivost. Predvsem pa ne gre spregledati dejstva, da je spomladi posejano seme od setve do pričetka kalitve potrebovalo znatno krajše obdobje od jeseni

posejanega semena. To je zaželeno predvsem v primeru pomanjkanja prostora. Poleg tega pride pri spomladanski setvi do zamika kalitve, s čimer se je moč izogniti poznim spomladanskim pozebam, ki sicer uničijo klice navadnega koprivovca.

Zaključimo lahko, da je generativno razmnoževanje navadnega koprivovca (*Celtis australis* L.) v submediteranskem podnebju Slovenske Istre razmeroma enostavno. Najboljši način je setev semena na prosto takoj po nabiranju, povsem sprejemljivo pa je tudi, če predhodno stratificirano seme spomladi sejemo na prosto. Seme je najbolj smiselno nabirati septembra oz. takoj, ko se plodovi črnovijoličnoobarvajo. Lahko se namreč zgodi, da nas prehititi jata ptic, ki v zelo kratkem času z drevesa pojete vse zrele plodove.

VIRI

Arhiv – mesečni podatki (Izbrano časovno obdobje: 1.10.2012–31.7.2013). 2013. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za Okolje.

<http://www.meteo.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWblR3LwVnaz9SYtVmYh9iclFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdlJnOn0UQQdSf>; (12. 11. 2013)

Atlas okolja. 2014. Agencija Republike Slovenije za Okolje.

http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (23. 4. 2014)

A tree species reference and selection guide. World agroforestry centre.

<http://www.worldagroforestrycentre.org/sea/products/afdbases/af/asp/SpeciesInfo.asp?SpID=17995> (16. 1. 2013)

Brus R. 2008. Dendrologija za gozdarje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.

Brus R. 2012. Drevesa in grmi Jadrana. Ljubljana, Modrijan: 623 str.

Celtis australis – L. 2012. Plants for a future.

<http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Celtis+australis> (1. 9. 2012)

Dakskobler I. 2009. Novosti v flori severnega dela submediteranskega območja Slovenije. Hladnikia, 24: 18–20

Description of seeds belonging to the angiospermae

<http://www.barillibiagi.com/english/angiospermae3.htm#celtis> (6. 11. 2013)

Dirr M., Heuser C. 2006. The reference manual of woody plant propagation: from seed to tissue culture. 2nd edition. North Carolina, Varsity Press: 410 str.

Garzuglia M. 2006. Threatened, endangeredand vulnerable tree species: a comparison between FRA 2005 and the IUCN Red list. Forest Resources Assessment Programme, 108/E: 18 str.

Gibberellic acid (GA3) the powder chemical. Brookside, Triplantanol.

http://www.triplantanol.com/gibb_acid_ga3.html (25. 3. 2013)

Hemery G. E., Clark J. R., Aldinger E., Claessens H., Malvolti M. E., O'Connor E., Raftoyannis Y., Savill P. S., Brus R. 2010. Growing scattered broadleaved tree species in Europe in a changing climate: a review of risks and opportunities. Forestry, 83, 1: 65–81

Khan M. A., Mughal A. H. 2008. Seed maturity indices in Hackberry (*Celtis australis* Linn.) tree. Environment & Ecology, 26, 2A: 742–746

Meteorološki in ekološki podatki za Koper

http://193.95.233.105/econova1/Html/Mesecne_103.aspx?mesto=Koper (12. 11. 2013)

Osterc G., Rusjan D. 2013. Drevesničarstvo in trsničarstvo: gojenje lesnatih sadik in trtnih cepljenk. Ljubljana, Kmečki glas: 112 str.

Pestrost gozdov. Zavod za gozdove Slovenije

<http://www.zgs.si/slo/obmocne-enote/postojna/pestrost-gozdov/index.html> (12. 6. 2014)

Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. 2002. Ur. l. RS, št. 82/2002

<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200282&stevilka=4055> (19. 12. 2013)

Singh A., Khan M. A., Mughal A. H. 2008. Efficacy of open nursery bed and root trainer on germination and growth of Hackberry (*Celtis australis* Linn.) a multipurpose tree species. Range Management&Agroforestry, 29, 1: 23–24

Singh B., Bhatt B. P., Prasad P. 2006. Variation in seed and seedling traits of *Celtis australis*, a multipurpose tree, in Central Himalaya, India. Agroforestry Systems, 67, 2: 115–122

Šijačić Nikolić M., Knežević R., Milovanović J. 2008. A contribution to the study of Hackberry (*Celtis occidentalis* L.) juvenile stage of development. Glasnik Šumarskog fakulteta, 97: 57-78

Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki Glas: 416 str.

Takos I., Efthimiou G. 2003. Germination results on dormant seeds of fifteen tree species autumn sown in a Northern Greek nursery. Silvae Genetica, 52, 2: 67–71

Vodnik D. 2012. Osnove fiziologije rastlin. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 141 str.

Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu. 2002. Ur. l. RS, št 58/2002

<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlurid=20022810> (1. 7. 2014)

Žitnik S. 1999. Vloga fitinske kisline pri shranjevanju želoda gradna (*Quercus Petraea* (Matt.) Liebl.). Zbornik gozdarstva in lesarstva, 59: 55–87

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Robertu Brusu, recenzentu prof. dr. Gregorju Ostercu in dr. Kristjanu Jarniju za strokovno pomoč pri izdelavi magistrske naloge. Zahvaljujem se tudi revirnemu gozdarju Zvonetu Sadarju za podatke o lokacijah dreves navadnega koprivovca ter gospe Šefiki z družino in gospodu Andreju za dovoljenje nabiranja plodov navadnega koprivovca na njihovem zemljišču. Podjetju Komunala Koper se zahvaljujem za prostor in ves material ter za pomoč pri delu predvsem Danjelu Šavletu in Romanu Drugoviču. Zahvaljujem se tudi Ani Rimahazi, Mihaeli Šušterič in Damjani Jurman za pomoč pri nabiranju plodov, staršem za zaupanje in vsestransko podporo pri študiju, bratu Jerneju za pomoč pri brušenju semen in presajanju sadik ter fantu Žigu za vse ostalo.