

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Vanja LOGAR

**IZRAŽENOST POJAVA FIZIOLOŠKE STAROSTI
PRI JAVORJIH VRST (*Acer negundo* L. IN *Acer
palmatum* Thunb.)**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Vanja LOGAR

**IZRAŽENOST POJAVA FIZIOLOŠKE STAROSTI PRI JAVORJIH
VRST (*Acer negundo* L. IN *Acer palmatum* Thunb.)**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**OCCURRENCE OF THE PHENOMENON OF PHYSIOLOGICAL
AGE IN MAPLE TREES (*Acer negundo* L. AND *Acer palmatum* Thunb.)**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2015

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Kmetijstvo – agronomija in hortikultura – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo.

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

Komisija za oceno in zagovor:

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

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

Član: prof. dr. Dominik VODNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Vanja Logar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	UDK 635.924:582.746:631.534(043.2)
KG	javor/razmnoževanje rastlin/topofiza/fiziološka starost
AV	LOGAR, Vanja
SA	OSTERC, Gregor (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2015
IN	IZRAŽENOST POJAVA FIZIOLOŠKE STAROSTI PRI JAVORJIH VRST (<i>Acer negundo</i> L. IN <i>Acer palmatum</i> Thunb.)
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
OP	IX, 29, [4] str., 2 pregl., 17 sl., 6 pril., 16 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Za lesnate rastline je značilno, da različni deli iste rastline niso enake fiziološke starosti, kar opisujemo s pojmom topofiza. Potaknjenci iz notranjih delov krošnje so fiziološko mlajši, zato se bolje koreninijo, kot potaknjenci iz oboda krošnje, ki so fiziološko starejši. Postavili smo poskus, pri katerem smo želeli preveriti, kako močno se izraža pojav topofize pri rastlinskih vrstah z različno intenziteto rasti. Junija 2014 smo pripravili substrat iz šote in kremenovega peska v razmerju 1:1, ki smo mu dodali gnojilo Osmocote 3 – 4 M (15+11+13+2). Potaknjence obeh vrst javorjev <i>Acer palmatum</i> Thunb. in <i>Acer negundo</i> L. smo pridobili iz različnih nivojev krošnje (spodnjega, ki je najbližje deblu, srednjega in zgornjega, ki je od debla najbolj oddaljen). Za posamezni nivo smo imeli tri ponovitve. Pred potikom smo potaknjence tretirali z 0,5 % IBA ter jih po posameznih nivojih naključno razporedili po 18 parcelah velikosti 30 x 50 cm, v vsako po 20 potaknjencev. Potaknjence smo oroševali s sistemom megljenja. Novembra 2014 smo ocenili koreninjenje potaknjencev. Spremljali smo število preživelih in propadlih potaknjencev, število korenin. Ocenili smo kakovost koreninjenja, izmerili višino potaknjencev, število stranskih poganjkov ter dolžino stranskih poganjkov, ki so jih potaknjenci razvili. Pojav topofize se je bolje izrazil pri vrsti <i>Acer negundo</i> L., kjer se je koreninilo največ potaknjencev iz spodnjih delov krošnje, 64 %, ki so v povprečju razvili okrog 14 korenin. Pri vrsti <i>Acer palmatum</i> Thunb. se je največ potaknjencev koreninilo iz zgornjih delov krošnje 48%, ti so v povprečju razvili 3 korenine.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dv1
 DC UDC 635.924:582.746:631.534(043.2)
 CX maple tree/plant reproduction/topophysis/physiological age
 AU LOGAR, Vanja
 AA OSTERC, Gregor (supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
 PY 2015
 TY OCCURRENCE OF THE PHENOMENON OF PHYSIOLOGICAL AGE IN
 MAPLE TREES (*Acer negundo* L. AND *Acer palmatum* Thunb.)
 DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
 NO IX, 29, [4] p., 2 tab., 17 fig., 6 ann., 16 ref.
 LA sl
 Al sl/en
 AB It is distinctive of woody plants that different parts of the same plant are not of the same physiological age, this phenomenon is called topophysis. Cuttings from internal part of a crown are physiologically younger therefore they root better than cuttings from the crown circumference, which are physiologically older. The occurrence of topophysis is of great importance in nursery management because the success rate of rooting depends on the physiological age of cuttings. We made an experiment to examine how strong the occurrence of topophysis is in plant species with different growth intensity. In June 2014 we prepared a 1:1 substrate mixture of silica sand and peat moss and added the Osmocote 3 – 4 M (15+11+13+2) fertilizer. Cuttings from both maple species *Acer palmatum* Thunb. and *Acer negundo* L. were obtained from different levels of the crown (lower, which is closest to the trunk, middle, and upper, which is the farthest from the trunk). For each level we had three repetitions. Before planting we treated the cuttings with 0.5 % IBA and placed them randomly by separate levels to 18 propagation flats of 30 x 50 cm, 20 cuttings in each flat. The fog propagation method was used. In November 2014 we evaluated rooting of the cuttings. We counted the number of survived and dead cuttings, determined the number of roots. We evaluated the quality of rooting, measured the height of cuttings, the number of side shoots and the length of side shoots that formed on the rooted cuttings. The phenomenon of topophysis is better expressed it's in a species of *Acer negundo* L. where the roots the most cuttings from the lower parts of the crown 64% which are on average around have developed 14 roots. The species *Acer palmatum* Thunb. the most cuttings roots of the upper parts of the crown 48%, these are on average have developed 3 roots.

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO PRILOG	IX
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 NAMEN RAZISKAVE	1
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 ZNAČILNOSTI RODU <i>ACER</i>	2
2.1.1 Značilnosti vrste <i>Acer negundo</i>	2
2.1.2 Značilnosti vrste <i>Acer palmatum</i>	2
2.2 VEGETATIVNO RAZMNOŽEVANJE LESNATIH RASTLIN	2
2.2.1 Razmnoževanje rastlin s potaknjenci	3
2.2.1.1 Zeleni potaknjenci	3
2.2.1.2 Lesnati potaknjenci	3
2.2.1.3 Koreninski potaknjenci	4
2.3 DEJAVNIKI USPEŠNEGA KORENINJENJA POTAKNJNCEV	4
2.3.1 Matična rastlina	4
2.3.2 Čas rezi potaknjencev in potika	5
2.3.3 Rastni hormoni	5
2.3.4 Sistemi oroševanja	5
2.3.5 Substrat	6
2.3.6 Gnojenje	7
2.3.7 Razvoj kalusa	7
2.4 GOJENJE SADIK DO PRODAJE	7
3 MATERIAL IN METODE	9
3.1 LOKACIJA POSKUSA	9
3.2 RASTLINSKI MATERIAL	9
3.2.1 Pahljačasti javor <i>Acer palmatum</i>	9
3.2.2 Jesenolistni javor <i>Acer negundo</i>	9
3.3 METODE DELA	9
3.3.1 Zasnova poskusa	9
3.3.1.1 Matične rastline	9
3.3.1.2 Priprava substrata	11
3.3.1.3 Priprava parcel	11
3.3.1.4 Priprava potaknjencev na potik	12
3.3.1.5 Potik potaknjencev	12
3.3.2 Oroševanje	12

3.3.3	Temperatura	12
3.4	VREDNOTENJE REZULTATOV	12
3.4.1	Vrednotenje materiala	12
3.4.2	Statistična obdelava podatkov	14
4	REZULTATI	15
4.1	KORENINJENJE	15
4.2	ŠTEVILO KORENIN	17
4.3	KAKOVOST KORENINJENJA	19
4.4	RAZVOJ KALUSA	21
4.5	PRIRAST IN RAZVOJ STARNOSKIH POGANJKOV	23
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	24
5.1	RAZPRAVA	24
5.2	SKLEPI	26
6	POVZETEK	27
7	VIRI	28
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO SLIK

	Str.
Slika 1: Matična rastlina <i>Acer palmatum</i> ob stavbi Oddelka za živilstvo	10
Slika 2: Matična rastlina <i>Acer palmatum</i> za stavbo Oddelka za agronomijo	10
Slika 3: Matična rastlina <i>Acer negundo</i> L. za stavbo Oddelka za agronomijo	10
Slika 4: Shema razporeditve obravnavanj in ponovitev izvedenega poizkusa	11
Slika 5: Shema za določanje načina koreninjenja	13
Slika 6: Delež ukoreninjenih potaknjencev pri <i>Acer palmatum</i> Thunb. glede na mesto odvzema na krošnji	15
Slika 7: Delež ukoreninjenih potaknjencev pri <i>Acer negundo</i> L. glede na mesto odvzema na krošnji	16
Slika 8: Primerjava deleže ukoreninjenih potaknjencev pri obeh vrstah javorja (<i>Acer palmatum</i> Thunb. in <i>Acer negundo</i> L.) glede na mesto odvzema potaknjencev	16
6Slika 9: Povprečno število korenin pri <i>Acer palmatum</i> Thunb. glede na mesto odvzema potaknjenca na krošnji	17
Slika 10: Povprečno število korenin pri <i>Acer negundo</i> L. glede na mesto odvzema potaknjenca na krošnji	18
Slika 11: Primerjava števila razvitih korenin pri obeh vrstah javorja (<i>Acer palmatum</i> Thunb. in <i>Acer negundo</i> L.) glede na mesto odvzema potaknjencev na krošnji	18
Slika 12: Delež bazalno in akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev pri <i>Acer palmatum</i> Thunb.	19
Slika 13: Delež bazalno in akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev pri <i>Acer negundo</i> L.	20
Slika 14: Primerjava bazalnega in akrobazalnega deleža ukoreninjenih potaknjencev pri pahljačastem (<i>Acer palmatum</i> Thunb.) in jesenovolistnem javorju (<i>Acer negundo</i> L.) glede na mesto odvzema	20
Slika 15: Delež ukoreninjenih potaknjencev pri <i>Acer palmatum</i> Thunb. s kalusom ali brez kalusa	21
Slika 16: Delež ukoreninjenih potaknjencev pri <i>Acer negundo</i> L. s kalusom ali brez kalusa	22
Slika 17: Primerjava koreninjenja potaknjencev s kalusom ali brez kalusa pri pahljačastem (<i>Acer palmatum</i> Thunb.) in jesenovolistnem javorju (<i>Acer negundo</i> L.) glede na mesto odvzema	22

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Prirast in razvoj stranskih poganjkov pri vrsti <i>Acer negundo</i> L.	Str. 23
Preglednica 2:	Prirast in razvoj stranskih poganjkov pri vrsti <i>Acer palmatum</i> Thunb.	23

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Priprava potaknjencev

Priloga A 1: Potaknjenec *Acer palmatum*, pripravljen za potik; Ljubljana 2014

Priloga A 2: Pred potikom smo baze potaknjencev pomočili v 0,5 % IBA; Ljubljana 2014

PRILOGA B: Razporeditev potaknjencev po parcelah

Priloga B 1: Potaknjence smo v rastni sezoni meglili s pomočjo visokotlačnega sistema; Ljubljana 2014

Priloga B 2: Podatke smo ovrednotili po zaključku rastne sezone, ko so potaknjenci odvrgli liste; Ljubljana 2014

PRILOGA C: Vrednotenje potaknjencev

Priloga C 1: Potaknjenci *Acer palmatum* iz parcele številka 2 pred vrednotenjem parametrov; Ljubljana 2014Priloga C 2: Potaknjenci *Acer negundo* iz parcele številka 3 pred vrednotenjem parametrov; Ljubljana 2014

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Pri razmnoževanju lesnatih rastlin imajo drevesničarji veliko težav. Pri razmnoževanju s semeni imajo težave pri vrstah, ki ne razvijejo plodov redno vsako leto, seme nekaterih vrst se težko skladišči, potrebna je stratifikacija semen.

Do novih rastlin hitreje pridemo z vegetativnim razmnoževanjem, pri katerem se pri lesnatih rastlinah srečujemo s problemom fiziološke staranja rastlin. Te reakcije opisujemo s pojavi ciklofize, topofize in perifize.

Da bi v prihodnosti bilo manj težav pri uspešnosti koreninjenja javorja, smo raziskali pojav topofize.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Javor je pogosto uporabljena vrsta pri sajenju v vrtove, parke in v urbano okolje, zato je potrebno zagotoviti dovolj kakovostnega sadilnega materiala. Pri javorju je kakovostno koreninjenje težje zagotoviti, saj spada med vrste, ki se težje koreninijo, na to vpliva tudi pojav topofize.

Poznamo javorje z različno intenziteto rasti, nekatere vrste dosežejo končno velikost pri 2 metrih, medtem, ko poznamo tudi vrste, ki dosežejo 30 metrov ali več.

Namen raziskave je pri rastlinskih vrstah z različno intenziteto rasti preveriti, kako močno se izraža pojav topofize znotraj posameznega drevesa. Od tega odziva je odvisno, kje je v praksi najprimerneje pridobivati potaknjence.

Naš cilj je bil dokazati, da se potaknjenci iz notranjih delov krošnje kakovostneje koreninijo, kot potaknjenci iz oboda krošnje.

Ugotavljali smo tudi, kako je pojav topofize izražen pri jesenvolistnem javorju, ki je vrsta, kjer drevesa zrastejo precej višje (do 20 m), v primerjavi s pahljačastim javorjem, kjer drevesa dosežejo manjšo končno velikost (do 8 m).

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Potaknjenci pridobljeni iz različnih delov drevesa, se bodo med seboj razlikovali glede uspešnosti razmnoževanja. Najslabše razmnoževalne rezultate pričakujemo pri obeh vrstah pri potaknjencih iz zgornjega dela drevesa, saj je ta del fiziološko najstarejši.

Večje razlike med posameznimi nivoji odvzema potaknjencev pri posamezni vrsti pričakujemo pri jesenvolistnem javorju, saj ta vrsta naravno razvije večja drevesa.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ZNAČILNOSTI RODU *ACER*

Rod javor ali *Acer* spada v družino javorovk ali *Aceraceae*. V ta rod sodi 150 različnih vrst, ki so razširjene po severni polobli. Drevesa iz tega rodu imajo dlanasto ali pernato deljene liste, ki nimajo prilistov in so nasprotno nameščeni. Cvetovi so zvezdaste oblike s 4 do 10 prašniki. Njihov plod je sestavljen iz dveh krilatih oreškov in se imenuje pokovec. V Sloveniji imamo avtohtone in tuje vrste iz tega rodu (Mlakar, 1985).

2.1.1 Značilnosti vrste *Acer negundo* L.

Ameriški javor ali jesenovec (jesenovolistni javor), je listopadno drevo, ki zraste do 20 metrov visoko, njegovo deblo zraste do 1,2 metra debeline. Ima sivkasto – rjavo, gladko skorjo. Krošnja je okrogla in široka. Listi so lihopernato sestavljeni iz 5 do 7 jajčastih lističev. Mladi poganjki imajo siv poprh. Cveti konec marca do aprila, enospolni cvetovi so viseči v grozdastih socvetjih. Krilci v plodu dosežeta 2,5 do 5 cm dolžine. To vrsto lahko razmnožujemo s semeni ali nesporno z zelenimi potaknjenci ali cepljenjem.

Uspeva na vlažnih, bolj peščenih tleh, ki so dobro odcedna. Zimske temperature dobro prenaša, pozimi ga lahko poškoduje veter in sneg, ker ima dolge krhke veje, zato je potrebno razmisliti o primernosti vrste za določeno lokacijo. Dobro uspeva v urbanem okolju. V Sloveniji ni avtohton, razširjen je predvsem v okrasne namene, v mestnih središčih (Brus, 2004).

2.1.2 Značilnosti vrste *Acer palmatum* Thunb.

Pahljačasti javor zraste do višine 8 metrov in ima močno razvejano okroglo krošnjo. Lahko raste tudi kot grm. Ima rjavkasto gladko skorjo. Listi so dlanasto deljeni in nasprotno nameščeni. Lahko so zelene ali rdeče barve (odvisno od sorte), sestavljeni iz 5-7 krp, ki so podolgovate in na koncu zašiljene. Jeseni se obarvajo v rumeno ali rdečo barvo. Cvetovi so majhni, združeni v socvetja, cveti maja. Plod je velik 1 do 2 centimetra. Razmnožujemo ga lahko s semenom, za okrasne sorte je potrebno nesporno razmnoževanje, da ohranimo sortne lastnosti.

Za dobro rast potrebuje globoka, zračna in rodovitna tla. Občutljiv je na sušo. Zimske temperature do -30°C mu ne škodijo. Sadimo ga samo v okrasne namene. Razširjen je v mestih, parkih in na zasebnih površinah. Ta vrsta je v Sloveniji najpogostejša okrasna drevesna vrsta na javnih površinah, predvsem pa na zasebnih vrtovih. Uporaben in okrasen je predvsem zaradi svoje nizke rasti (Brus, 2004).

2.2 VEGETATIVNO RAZMNOŽEVANJE LESNATIH RASTLIN

Nesporno ali vegetativno razmnoževanje je razmnoževanje rastlin z deli poganjkov ali korenin. Vegetativno razmnoževanje rastlinam omogoča njihova lastnost, da lahko iz ene celice razvijejo nov organizem. Pojav imenujemo totipotentnost (Osterc in Rusjan, 2013).

Za rastline razmnožene na nespolni način je značilno, da so genetsko popolnoma enake staršem oz. rastlini, na kateri smo potaknjence nabirali. Potaknjenci morajo v času razmnoževanja tvoriti nadomestne (adventivne) korenine. Tvorbo teh korenin pri potaknjencih pospešujemo s poškodbami tkiv, ob ločitvi poganjka od matične rastline. Na razvoj kakovostnega koreninskega sistema vplivamo z eksogenim dodajanjem rastnih regulatorjev. Na uspešnost tvorbe korenin vplivajo tudi fiziološke, morfološke ter fenološke lastnosti starševskih rastlin. Najuspešnejše koreninjenje bomo dosegli, če bomo nabirali potaknjence na rastlinah, ki so v mladostnem oz. juvenilnem obdobju (Osterc in Rusjan, 2013).

2.2.1 Razmnoževanje rastlin s potaknjenci

Metoda razmnoževanja rastlin s potaknjenci sodi med metode direktnega (autovegetativnega) razmnoževanja rastlin, pri katerih del rastline, ki ga razmnožujemo ločimo od matične rastline pred razvojem korenin. Pri razmnoževanju s potaknjenci bomo prišli do zdravega sadilnega materiala, ki je lastnostno enak starševskim rastlinam. Glede na organ rastline, ki ga uporabimo za razmnoževanje ločimo potaknjence iz poganjkov, koreninske in listne potaknjence. Slednjih pri lesnatih rastlinah ne uporabljamo. Glede na fenofazo rastline, pri kateri pripravljamo potaknjence iz poganjkov ločimo zelene in lesnate potaknjence (Osterc in Rusjan, 2013).

2.2.1.1 Zeleni potaknjenci

Zelene potaknjence pripravljamo iz toletnih poganjkov rastlin, ko poganjki še niso oleseneli. Ta metoda daje različne možnosti razmnoževanja, zato lahko z njo uspešno koreninimo tudi rastline, ki se težje koreninijo. Na uspešnost koreninjenja zelenih potaknjencev vplivajo različni dejavniki, kot so fiziološka starost matičnih rastlin, mesto odvzema potaknjencev, čas nabiranja potaknjencev, kakovost oroševanja, uporabljen substrat, eksogeni dodatek rastnih regulatorjev. Dolžina potaknjencev je odvisna od razmnoževalne vrste, običajno uporabljamo potaknjence dolge 5 do 15 cm. Kot vse metode razmnoževanja, moramo tudi metodo razmnoževanja rastlin z zelenimi potaknjenci ocenjevati celostno. To pomeni, da je naš osnovni razmnoževalni cilj pridobiti čim več kakovostnih končnih sadik. Zato je poleg koreninjenja samega ključnega pomena tudi uspešna prezimitev prve zime ukoreninjenih potaknjencev, saj je ob neuspešni tehnologiji razmnoževanja propad uspešno ukoreninjenih rastlin med prvo zimo lahko zelo velik (Osterc in Rusjan, 2013).

2.2.1.2 Lesnati potaknjenci

Potaknjence režemo iz enoletnih ali več letnih olesenelih poganjkov, v času mirovanja rastlin. Režemo jih na dolžino 15 do 20 cm ali več. Povežemo jih v šope, zasujemo z vlažnim substratom, ter shranimo v temi. Spomladi potaknjence posadimo na prsto. V rastni sezoni se potaknjence ukorenini ter razvije poganjek iz brsta (Štampar in sod., 2009).

2.2.1.3 Koreninski potaknjenci

Pri koreninskih potaknjencih potikamo koreninske dele, dolžine 5 do 10 cm in debeline 5 do 10 mm. Potaknjence režemo na koncu rastne sezone, ko rastlina zaključí z rastjo. Shranjujemo jih na hladnem in vlažnem mestu. Spomladi nato potaknjence potikamo do 2 cm globoko. Pazimo, da so koreninski deli pravilno obrnjeni (plagiotropnost), da je del, ki ima večji premer obrnjen navzgor, drugače nam koreninski potaknjenci ne bodo odgnali (Smole in Črnko, 2000).

2.3. DEJAVNIKI USPEŠNEGA KORENINJENJA POTAKNJENCEV

2.3.1 Matična rastlina

Ustrezen matični material nam jamči uspeh pri koreninjenju potaknjencev. Pomembno je, da je matična rastlina zdrava, brez napada bolezni ali škodljivcev ter je dobro preskrbljena s hranilnimi snovmi. Raziskovalci še posebej v zadnjih desetletjih ugotavljajo, da je za uspešno razmnoževanje rastlin izjemno pomembna ustrezna fiziološka starost matičnih rastlin oz. njenih delov, ki jih uporabimo za razmnoževanje. Le s takšnim razmnoževalnim materialom, lahko pričakujemo dobre rezultate pri koreninjenju potaknjencev. Z večanjem fiziološke starosti matičnih rastlin oz. njenih delov se močno spreminja predvsem zmožnost koreninjenja potaknjencev, povečuje se kalusiranje, število glavnih korenin, zmanjšuje se preživetje potaknjencev, zmanjšuje se vegetativni prirast mladih rastlinic, ta pa nam omogoča boljše preživetje prve zime (Osterc in Rusjan, 2013).

Fiziološko reakcijo potaknjenca opisujemo s pojavi ciklofize, topofize in perifize.

Ciklofiza

Razmnoževanje lesnatih rastlin s potaknjenci je najbolj uspešno v mladostnem ali juvenilnem obdobju matične rastline (Osterc, 2001). S staranjem matične rastline upada sposobnost tvorbe korenin in oblikovanja potomcev fenotipsko enakih matični rastlini (Chalupha, 2007). S ciklofizo poimenujemo pojav morfoloških in fizioloških sprememb s staranjem drevesa (Osterc in Rusjan, 2013).

Topofiza

S pojmom topofize označujemo spreminjanje fiziološke reakcije znotraj istega drevesa. Pojav topofize torej posredno razlaga različno rast potaknjencev iz različnih delov krošnje. Različni deli istega drevesa se ne starajo enako hitro, zato se pojavijo razlike v rasti potaknjencev (Spethmann, 1997, cit. po Osterc, 2001).

Različni deli iste rastline nimajo enake starosti, notranji deli krošnje, ki so bližje deblu so fiziološko mlajši, čeprav so kronološko starejši in se lažje koreninijo, kot zunanji deli krošnje, ki so od debla najbolj oddaljeni, zato so fiziološko starejši in se slabše koreninijo (Osterc in Rusjan, 2013). Pojav topofize je odvisen predvsem od rastlinske vrste in okolja v katerem rastlina živi. Fenomen topofize se pri nekaterih vrstah ali sortah sploh ne pojavi,

pri drugih pa se pojavi lahko glede na lego, pri čemer imajo ključno vlogo podnebje, padavine letni časi in temperature (Robbins 1964, cit. Po Borchert, 1967).

Perifiza

Pojem perifize opisuje spremembe, ki nastanejo na mladih rastlinah zaradi okoljskih vplivov, kot so svetloba, temperatura, zračna vlaga in življenjski prostor. S pojmom perifize je torej pojasnjena fiziološka reakcija potaknjenca, kot posledica okoljskih vplivov (Olsen, 1987).

2.3.2 Čas rezi potaknjencev in potika

Na uspeh koreninjenja ima velik vpliv čas rezi potaknjencev oziroma nabiranje poganjkov za pripravo potaknjencev. Pomembno je, da upoštevamo razvojno fazo posamezne rastline, ki je najugodnejša za rez potaknjencev in je specifična za vsako posamezno rastlinsko vrsto. Nastop primerne razvojne faze je odvisen od rastlinske lege ter vremenskih razmer. Razvojna faza, v kateri je koreninjenje najuspešnejše, je odvisna od rastlinske vrste, pogosto celo sorte (Osterc in Rusjan, 2013).

2.3.3 Rastni hormoni

Rastni hormoni so organske molekule, ki so pomembne pri notranji regulaciji rasti in razvoja. V rastlini se nahajajo v zelo majhnih koncentracijah in rastlini niso pomembni kot hranila. Z rastnimi regulatorji so v rastlini uravnavani številni procesi (Vodnik, 2012).

Na razvoj adventivnih korenin vpliva avksin, ravno nasproten učinek pa ima citokinin, ta zavira koreninjenje. Najpogostejši in najpomembnejši avksin je indolocetna kislina (IAA), ta je najbolj razširjen in najpomembnejši avksin v naravi. V rastnih vršičkih, ki jih običajno uporabljamo za potaknjence, je prisotnega največ endogenega avksina, ta se s polarnim tokom od vršička proti koreninam premešča po rastlini. Na reznem mestu potaknjenca, se zaradi polarnega toka nakopiči avksin in stimulira razvoj adventivnih korenin.

Da je koreninjenje kakovostnejše, se v drevesničarski praksi avksin dodaja tudi eksogeno. Na ta način izboljšamo kakovost koreninskega sistema in v nekaterih primerih izzovemo nastanek korenin tudi pri potaknjencih, ki se brez eksogeno dodanega hormona sploh ne bi koreninili. V praških za koreninjenje se nahaja indol-3-maslena kislina (IBA), pa tudi indol-3-ocetna kislina (IAA) in naftil-3-ocetna kislina. Poznamo še 2,4-diklorofenoksiocetno kislino (2,4-D), ki deluje kot herbicid za širokolistne plevelce, ker ga ti ne morejo deaktivirati, fenilocetno kislino, 4-kloroindolocetno kislino. Slednjih avksinskih snovi v praške za koreninjenje v praksi ne dodajamo (Vodnik, 2012).

2.3.4 Sistemi oroševanja

Pri zelenih potaknjencih je pomembno, da poganjki v času ukoreninjenja ne ovenijo, le tako bo potaknjenec lahko normalno razvil koreninski sistem. Če je potaknjenec v stresni situaciji, ne bo tvoril korenin ampak bo propadel. Zato je za zelene potaknjence zelo

pomemben ustrezen sistem oroševanja, ki preko zagotavljanja stalno visoke zračne vlage preprečuje izsušitev potaknjencev. Dokazano je bilo, da zeleni potaknjenci v primeru kakovostnega oroševanja zelo hitro premagajo začetni stres, ki je nastal ob njihovi ločitvi od matične rastline (Štefančič in sod., 2007).

Zadostna zračna vlaga v prostoru je odvisna od zračnega volumna in temperature v posameznem sistemu. Če je sistem manjši, zadošča izhlapevanje vode iz tal, pri večjih sistemih, kot so rastlinjaki, pa je potrebno za zagotavljanje zadostne zračne vlage zrak dodatno oroševati z različnimi sistemi, kot so sistemi megljenja ali pršenja. V sistemih pršenja so kapljice velike do 100 mikronov, zato manj časa obstanejo v zraku, takšni sistemi porabijo veliko več vode, kot pri sistemih megljenja, kjer so kapljice velike do 10 mikronov. V sistemih pršenja je pomembno, da pri visokih dnevnih temperaturah nad 35°C rastlinjak zračimo, saj drugače prihaja do ožigov listja. V sistemih megljenja vodne kapljice počasi padajo na tla, ker so veliko manjše kot pri pršenju, zato so listi stalno mokri, na ta način se jim zmanjšuje temperatura, poleg tega kapljice enakomerno zapolnijo prostor in ščitijo rastline pred ožigi (Osterc in Rusjan, 2013).

Sisteme megljenja so začeli razvijati že po letu 1970, vendar jim je težavo predstavljalo enakomerno prerazporejanje vlage po celotnem sistemu. Težavo so odpravili z odkritjem visokotlačnega sistema megljenja, pri čemer tlačilka dvigne pritisk vode v sistemu na okoli 50 barov in jo nato potisne skozi meglilne šobe, ki imajo zelo drobne odprtine. S pomočjo tega sistema lahko zelo dobro razporedimo vlago v prostoru, na ta način lahko zagotovimo stalno enakomerno zračno vlažnost v prostoru (Smole in Črnko, 2000).

2.3.5 Substrat

Življenjska osnova vsem rastlinam je substrat, ta je sestavljen iz organskih in anorganskih snovi. Njegova naloga je rastlinam nuditi oporo ter imeti določeno vodno in zračno kapaciteto ter hranila, te lastnosti rastlinam omogočajo življenje.

Substrat in gnojenje se razlikujeta glede na razmnoževalno vrsto, običajno se šotne substrate meša s peskom, da dosežemo večjo odcednost.

Substrati za razmnoževanje rastlin morajo biti zelo kakovostni, pri izbiri substrata so pomembne tako fizikalne, kot tudi kemične lastnosti substrata. Pri razmnoževalnih substratih je predvsem pomembno, da so sposobni vezave hranil in oddajanja hranil, ki jih potaknjenci za koreninjenje in nadaljnjo rast potrebujejo.

Substrati morajo biti sterilni, zračni, rahle strukture ter dobro odcedni, voda ne sme zastajati, saj bi prišlo do gnitja baze potaknjenca, takšni potaknjenci se ne bi koreninili.

V drevesničarski praksi sta za razmnoževanje najpogosteje uporabljeni mešanica peska in šote v razmerju 2:1 ali pa mešanica peska šote in perlita v razmerju 1:1:1. Vrsto substrata izbiramo glede na to, kaj določeni rastlinski vrsti najbolj ustreza. Uporabljamo lahko tudi prod, kremenčev pesek, vermikulit in podobne substrate, ki so dobro odcedni (Golob, 1989).

2.3.6 Gnojenje

Pri razmnoževanju je še posebej pomembno dognojevanje substrata, ki ga bomo uporabili za razmnoževanje. Običajno dognojujemo substrat že v fazi priprave substrata in mu dodamo potrebna hranila, ki bodo rastlini zadoščala do presajanja.

Da ne prihaja do ožigov korenin, kar se dogaja pri hitro delujočih hranilih, se danes v drevesničarstvu za razmnoževanje uporablja počasi delujoča gnojila, s katerimi zagotovimo enakomerno prisotnost hranil skozi celoten čas koreninjenja (Osmocote, Plantacote...).

Počasi delujoča gnojila omogočajo postopno sproščanje hranil, zato so hranila dostopna potaknjencu šele po fazi koreninjenja. Ko se potaknjenecek ukorenini, potrebuje hranila za nadaljnjo rast, ki mu jih zagotovimo z gnojili s počasnim sproščanjem.

Pri gnojenju pa moramo paziti tudi na razmerje med posameznimi hranili, predvsem na količino dodanega dušika. Dušik v prevelikih odmerkih povzroča hitro rast rastlin, s tem pa postajajo rastline neodporne na bolezni. Za dobro koreninjenje potaknjencev je pomemben fosfor (Osterc in Rusjan, 2013).

2.3.7 Razvoj kalusa

Včasih so razvoj kalusa ocenjevali kot pozitiven pojav, ker naj bi vplival na koreninjenje. Danes menijo, da to ne drži, saj korenine potaknjenca izraščajo iz baze potaknjenca in prodrejo skozi kalus.

Kalus se pri potaknjencih razvije zaradi naravne reakcije, ki se sproži ob ločitvi potaknjenca od rastline. Reakcijo razvoja kalusa lahko še dodatno sprožimo, če potaknjenecek še dodatno ranimo pri pripravi na potik.

Kalus varuje ranjeni del pred vstopom škodljivcev in bolezni skozi rano, torej ga smatramo kot pozitiven pojav.

Lahko se pojavi tudi do nekaj centimetrov debela plast kalusa, ki je negativen pojav. Tak kalus nakazuje, da so bile razmere za koreninjenje neustrezne, npr. fiziološko star razmnoževalni material, neustrezno oroševanje, neustrezen čas razmnoževanja (Osterc in Rusjan, 2013).

2.4 GOJENJE SADIK DO PRODAJE

Sadike po končanem obdobju koreninjenja presadimo v ustrezen substrat za nadaljnje gojenje. Kdaj to storimo je nepsredno odvisno od izbranega načina prezimitve rastlin. V splošnem nekako velja, da vrste, ki se lažje razmnožujejo presajamo že pred nastopom zime. Te vrste pogosto potikamo že direktno v lončke, da jih kasneje ni potrebno presajati in tako ni potrebno povzročati dodatnega stresa pri ukoreninjenih rastlinah. Potaknjence pri vrstah, ki jih težje razmnožujemo (npr. pravi kostanj) zelo pogosto pustimo v

razmnoževalnem substratu preko prve zime in jih sadimo v lončke za gojenje šele spomladi.

Sadike v prvem letu rasti primerno dognojemo, dušik dodajamo v dveh do treh odmerkih, s tem preprečimo izgube dušika zaradi izpiranja ter prehitro rast poganjkov. Rastline ustrezno varujemo pred boleznimi in škodljivci. Odstranjujemo plevle, da ti ne zavirajo rasti. Pazimo tudi, da so tla zrahljana, da se lahko korenine lepo razvijajo, da ima rastlina dovolj vode na razpolago.

Nove rastline bodo ob dobrih razmerah intenzivno rastle, zato je potrebna tudi ustrezna opora, najbolje je narediti individualno oporo iz bambusovih palic ali kovinskih palic vsaki posamezni rastlini, saj bomo na ta način preprečili lomljenje mladih poganjkov, ki so precej krhki.

Če želimo doseči stransko obraščanje pri sadikah (sadne rastline), lahko to pospešimo z pinciranjem ali hormoni. Pri pinciranju odstranimo rastni vršiček na višini, kjer želimo stransko obraščanje. Hormonsko pa pospešimo s tretiranjem s citokinini, ki zavirajo apikalno prevlado glavnega poganjka in vplivajo na stransko obraščanje.

Oskrba in nadaljnje gojenje potaknjencev sta v veliki meri odvisna od vrste rastline in tudi namena uporabe prodajne sadike. Drevoredna drevesa zahtevajo drugačno gojenje kot parkovna drevesa.

Rastline pred prodajo izkoplamo, lahko jih sproti vsako posamezno spodrežemo in jih peljemo v zakop ali pa spodrežemo strojno več rastlin, potegnemo skupaj in peljemo v zakop.

Pazimo, da izkop vršimo po odpadanju listja (zaključena rastna doba), saj bo v nasprotnem primeru kakovost sadik slabša. Odpadanje listov lahko pospešimo tudi s tretiranjem z bakrenimi pripravki, česar se poslužujemo predvsem v sadjarskem drevesničarstvu (Osterc in Rusjan, 2013).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 LOKACIJA POSKUSA

Poskus, kjer smo ugotavljali vpliv topofize na razmnoževanje dveh različnih vrst javorja smo izvajali v rastlinjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani. Rastlinjak je neogrevan, ima možnost zračenja ter avtomatsko visokotlačno oroševanje (fog system).

3.2 RASTLINSKI MATERIAL

V poskus smo vključili potaknjence dveh različnih vrst javorjev, jesenolistnega javorja *Acer negundo* L. in pahljačastega javorja *Acer palmatum* Thunb..

3.2.1 Pahljačasti javor *Acer palmatum* Thunb.

Pahljačasti javor je največkrat uporabljena vrsta v parkih, zato je za razmnoževanje dobro poznati tudi vpliv topofize pri tej vrsti. Drevo je nižje rasti, zato nas je zanimalo ali bodo razlike med posameznimi nivoji krošnje tako velike kot pri jesenolistnem javorju. Pričakujemo, da bo pojav topofize manj izrazit.

3.2.2 Jesenolistni javor *Acer negundo* L.

Jesenolistni javor je drevo visoke rasti, pri tej vrsti pričakujemo, da bo prišlo do bolj izrazitega pojava topofize. Med posameznimi nivoji koreninjenja pričakujemo velike razlike. To vrsto javorja smo izbrali, ker jo veliko uporabljamo za sajenje predvsem v mestnem okolju.

3.3 METODE DELA

3.3.1 Zasnova poskusa

Poskus smo 23.6.2014 postavili v rastlinjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Poskus smo zasnovali tako, da smo imeli dve različni vrsti javorja, za vsako vrsto smo imeli po tri obravnavanja, ki so predstavljala nivo krošnje (spodnjega, ki je najbližje deblu, srednjega in zgornjega, ki je od spodnjega dela debla najbolj oddaljen). Za vsako obravnavanje smo imeli po tri ponovitve, za vsako ponovitev po 20 potaknjencev.

3.3.1.1 Matične rastline

Potaknjence pahljačastega javorja *Acer palmatum* smo rezali na odraslem drevesu ob stavbi Oddelka za živilstvo in na drevesu za stavbo Oddelka za agronomijo na Biotehniški fakulteti.



Slika 1: Matična rastlina *Acer palmatum* ob stavbi Oddelka za živilstvo



Slika 2: Matična rastlina *Acer palmatum* za stavbo Oddelka za agronomijo

Potaknjence jesenolistnega javorja *Acer negundo* smo rezali iz odraslega drevesa za stavbo Oddelka za agronomijo na Biotehniški Fakulteti. Na voljo je bilo manj primerne materiala za rez, ker smo imeli na razpolago le eno drevo jesenolistnega javorja.



Slika 3: Matična rastlina *Acer negundo* za stavbo Oddelka za agronomijo

Pri obeh vrstah smo iz vsakega nivoja krošnje narezali 60 zelenih poganjkov dolžine 15 do 20 cm in jih zložili v zaboj. V rastlinjaku smo nato pripravili potaknjence.

3.3.1.2 Priprava substrata

Pripravili smo substrat šote in kremenčevega peska. Substrat smo pripravljali v volumskem razmerju 1:1.

V pripravljeno mešanico smo dodali gnojilo Osmocote 3 – 4 M (15+11+13+2), s katerim smo dodali 2,5 g dušika na liter substrata, kar zadošča za čas koreninjenja potaknjencev.

Substrat smo mešali v mešalcu za beton da smo dosegli čim boljšo enotnost substrata. Pripravljen substrat smo nato dali v grede v rastlinjaku ter ga poravnali. Pazili smo, da po pripravljenem terenu nismo več hodili, da ni prišlo do zbitosti, to bi preprečilo odtok vode in otežilo razvoj korenin.

3.3.1.3 Priprava parcel

Pripravili smo 18 parcel velikosti 30 x 50 cm. Parcele smo oštevilčili in naključno razporedili obravnavanja in ponovitve po parcelah.

št. parcele 18 <i>Acer palmatum</i> odvzem: spodaj	št. parcele 17 <i>Acer negundo</i> Odvzem: spodaj	št. parcele 16 <i>Acer negundo</i> Odvzem: zgoraj
št. parcele 15 <i>Acer negundo</i> odvzem: sredina	št. parcele 14 <i>Acer negundo</i> odvzem: zgoraj	št. parcele 13 <i>Acer negundo</i> odvzem: spodaj
št. parcele 12 <i>Acer palmatum</i> odvzem: sredina	št. parcele 11 <i>Acer palmatum</i> odvzem: spodaj	št. parcele 10 <i>Acer palmatum</i> odvzem: spodaj
št. parcele 9 <i>Acer negundo</i> odvzem: sredina	št. parcele 8 <i>Acer palmatum</i> odvzem: zgoraj	št. parcele 7 <i>Acer negundo</i> odvzem: zgoraj
št. parcele 6 <i>Acer palmatum</i> odvzem: sredina	št. parcele 5 <i>Acer palmatum</i> odvzem: zgoraj	št. parcele 4 <i>Acer negundo</i> odvzem: sredina
št. parcele 3 <i>Acer negundo</i> odvzem: spodaj	št. parcele 2 <i>Acer palmatum</i> odvzem: zgoraj	št. parcele 1 <i>Acer palmatum</i> odvzem: sredina
Pot		vrata v rastlinjak

Slika 4: Shema razporeditve obravnavanj in ponovitev izvedenega poskusa

3.3.1.4 Priprava potaknjencev na potik

Za vsako sorto in nivo krošnje smo potaknjence pripravljali posebej.

Potaknjence smo rezali na približno 5 cm dolžine oziroma 2 internodija. Uporabili smo le vršne potaknjence.

3.3.1.5 Potik potaknjencev

V vsako parcelo smo potaknili po dvajset potaknjencev. Potaknjence smo razporedili po vsaki posamezni parcelici tako, da so bili enakomerno razporejeni po celotni parceli. Tik pred potikom smo bazo potaknjencev tretirali s 0,5 % IBA (indol-3-maslena kislina) v obliki praška (z dodatkom 10 % fungicida Captan, ostalo smukec).

3.3.2 Oroševanje

Pri poskusu smo uporabili visokotlačni sistem meglenja oziroma 'fog system', proizvajalca Plantfog (Fischament, Avstrija).

Sistem deluje tako, da tlačilka spravi pritisk vode v sistemu na 50 barov in jo potisne skozi šobe, ki imajo odprtine velikosti 10 µm. Na ta način se ustvari gosta megla z zelo drobnimi kapljicami. Meglenje poteka v intervalih po 25 sekund na 1,5 do 2 minuti, v vročih dneh, v hladnih dneh med posameznimi intervali preteče več časa.

Meglili smo od začetka postavitve poskusa do konec septembra. Ponoči nismo meglili. Z meglenjem smo zagotovili 90 - 100% zračno vlago v rastlinjaku. Megla je ščitila potaknjence pred izsušitvijo ter pred ožigi.

3.3.3 Temperatura

V vročih poletnih dneh je temperatura v rastlinjaku presegla 45°C. Vendar zaradi meglenja, ki je zagotavljalo stalno visoko zračno vlago ta temperatura ni povzročala težav. Nočne temperature so bile med 16 in 18°C.

3.4 VREDNOTENJE REZULTATOV

3.4.1 Vrednotenje materiala

Ko so potaknjenci zaključili z rastjo in jim je odpadlo listje, konec novembra 2014, smo po posameznih obravnavanjih ovrednotili material.

Substrat okoli potaknjencev smo dobro zrahljali, ga odstranili ter previdno izruvali vsak posamezni potaknjenec iz posameznih parcelic, pazili smo, da smo potrgali čim manj korenin.

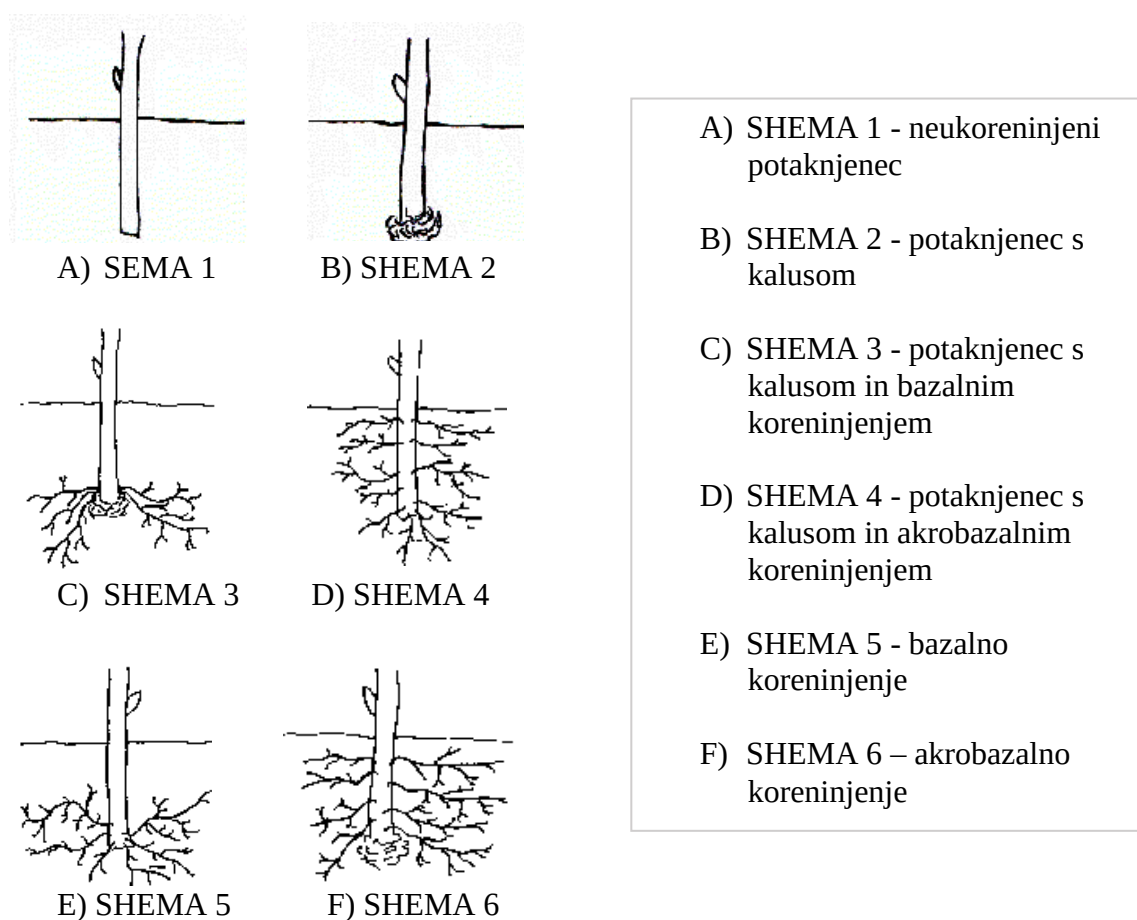
Ocenili smo koliko potaknjencev se je koreninilo, določili način koreninjenja (shema), prešteli število korenin, izmerili smo dolžino koreninskega šopa, izmerili višino

potaknjenca, prešteli stranske poganjke, če so se razvili, ter jim izmerili dolžino. Vse meritve smo opravili z ravnilom.

Delež preživelih potaknjencev

Število preživelih potaknjencev smo delili s številom potaknjenih potaknjencev v parceli (20).

Način koreninjenja po shemi



Slika 5: Shema za določanje načina koreninjenja

S pomočjo slike 5 cm določili način koreninjenja potaknjencev ter nato izračunali deleže koreninjenja. Za vsako obravnavanje smo določili delež akrobazalnega koreninjenja (shema 4 in 6), delež bazalnega koreninjenja (shema 3 in 5), delež koreninjenja s kalusom (shema 3 in 4) in delež koreninjenja brez kalusa (shema 5 in 6).

Za vsako ponovitev posameznega obravnavanja smo delež potaknjencev z akrobazalnim koreninjenjem izračunali tako, da smo število potaknjencev, ki smo jim določili shemo 4 in 6 delili s številom ukoreninjenih potaknjencev.

Za bazalno koreninjenje smo delili število potaknjencev, ki smo jim določili shemo 3 in 5, delili s številom ukoreninjenih potaknjencev.

Za koreninjenje s kalusom smo delili število potaknjencev, ki smo jim določili shemo 3 in 4, delili s številom ukoreninjenih potaknjencev.

Za koreninjenje brez kalusa smo delili število potaknjencev, ki smo jim določili shemo 5 in 6, delili s številom ukoreninjenih potaknjencev.

Nato smo za vsako posamezno obravnavanje izračunali povprečni delež posameznega načina koreninjenja tako, da smo število ukoreninjenih potaknjencev iz vseh treh obravnavanj pomnožili z pripadajočim deležem potaknjencev koreninjenjih po posameznem načinu koreninjenja in nato delili s številom vseh ukoreninjenih potaknjencev.

Število korenin

Prešteli smo vse korenine, ki so se razvile v času koreninjenja. Izračunali smo povprečno število korenin, ki so jih razvili potaknjenci, za vsako obravnavanje.

Višina potaknjenca

Z ravnilom smo izmerili višino potaknjenca od koreninskega vratu do vrha najvišjega poganjka. Izračunali smo povprečno višino potaknjenca za posamezno obravnavanje.

Prirast

Izmerili smo dolžino prirasta terminalnega poganjka. Prirast smo izmerili samo pri 6 potaknjencih iz celotnega poizkusa, zato nismo računali povprečja.

Število stranskih poganjkov

Prešteli smo vse stranske poganjke, ki so se razvili. Samo 4 potaknjenci pahljačastega javorja so razvili stranske poganjke, zato nismo računali povprečja.

Dolžina stranskih poganjkov

Razvitim stranskim poganjkom smo izmerili dolžino. Povprečja nismo računali.

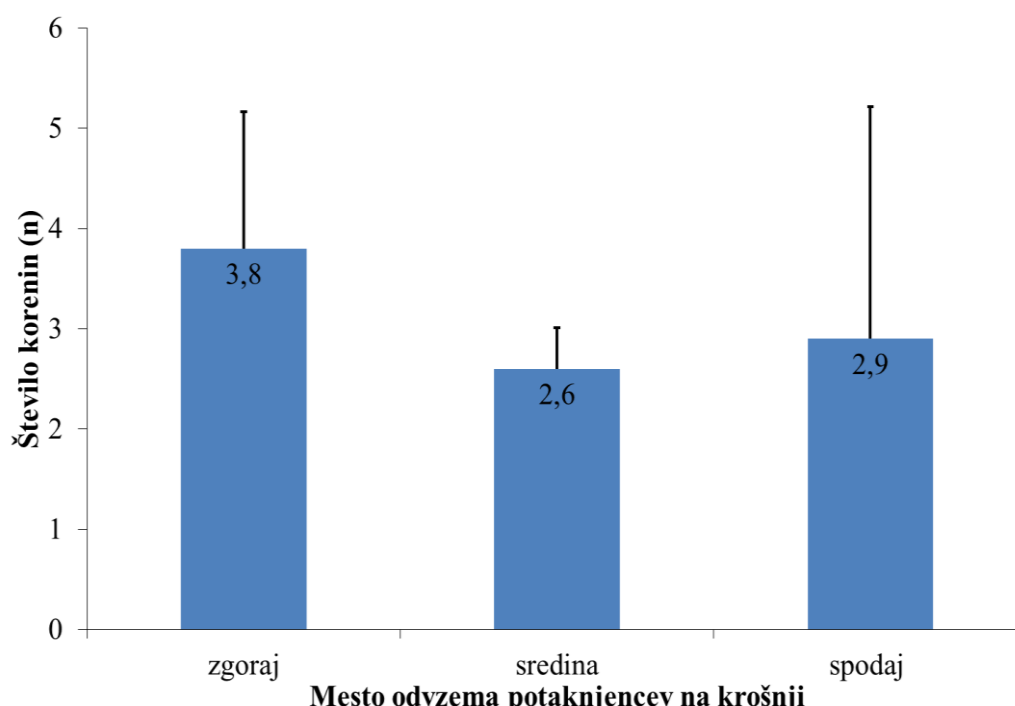
3.4.2 Statistična obdelava podatkov

Podatke smo vnesli v računalniški program "Excel" ter izračunali povprečne vrednosti za vse ponovitve in obravnavanja. Izračunali smo tudi standardno deviacijo, da smo preverili variabilnost rezultatov. Povprečne vrednosti in tudi standardno deviacijo smo prikazali s pomočjo preglednic in slik.

4 REZULTATI

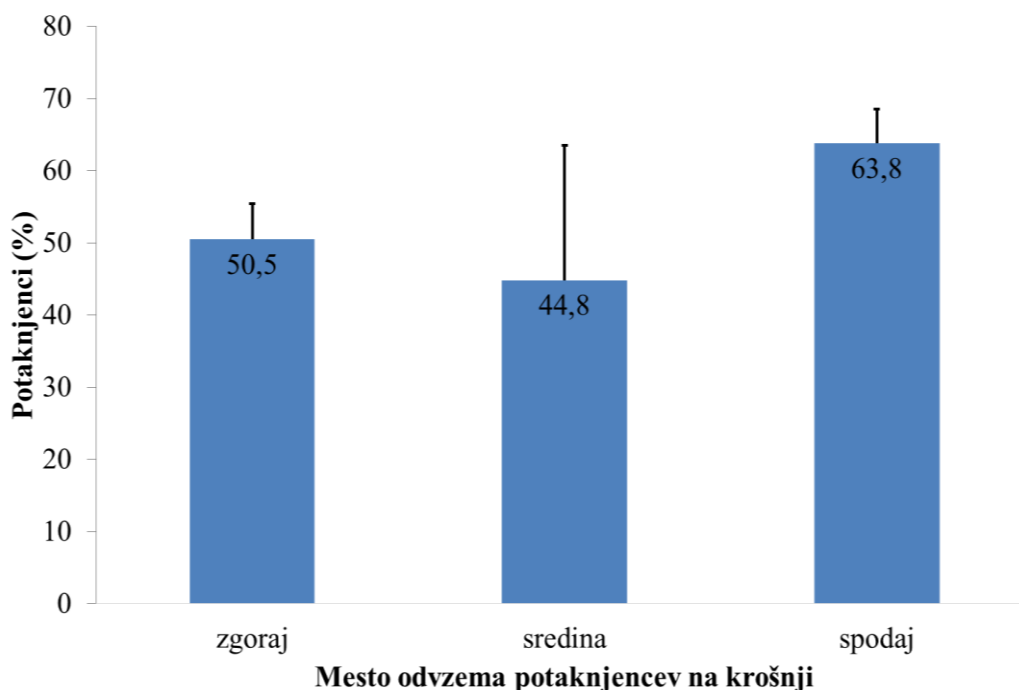
4.1 KORENINJENJE

Pri *Acer palmatum* Thunb. je bil največji delež, 47,7 % ukoreninjenih potaknjencev iz zgornjih delov krošnje, manjši delež, 28,9 % ukoreninjenih potaknjencev je bil pri potaknjencih iz spodnjih krošnje, najslabše so se koreninili potaknjenci iz sredine, z 23,6 %. Največje razlike med ponovitvami so bile pri potaknjencih iz zgornjih delov krošnje, najmanjše razlike med ponovitvami pri potaknjencih iz spodnjih delov krošnje (slika 6).



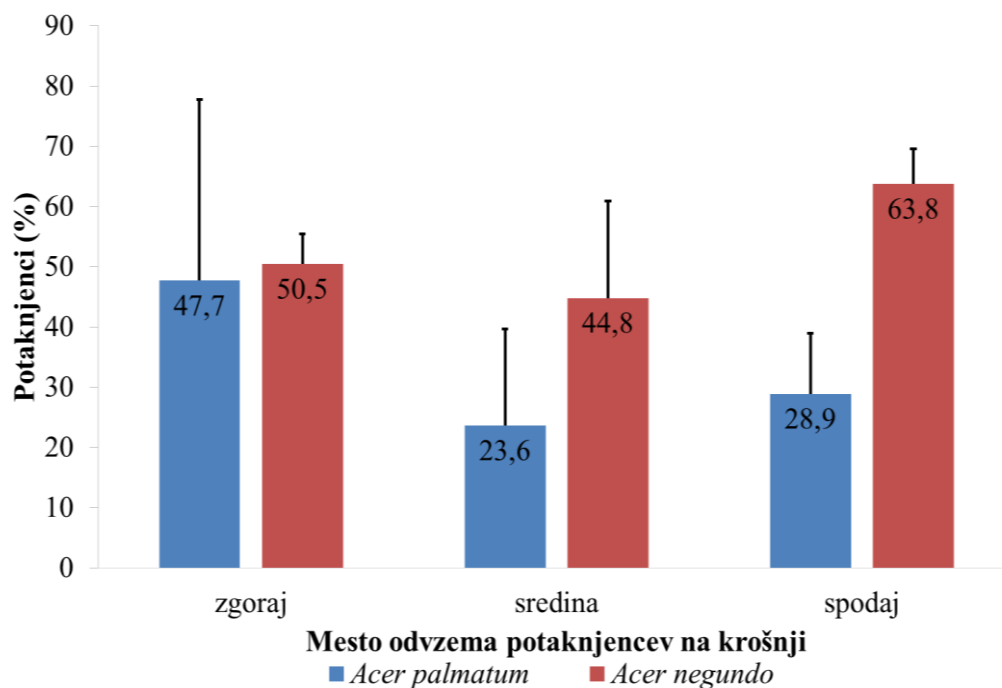
Slika 6: Delež ukoreninjenih potaknjencev pri *Acer palmatum* Thunb. glede na mesto odvzema na krošnji

Pri *Acer negundo* L. je bil največji delež ukoreninjenih potaknjencev iz spodnjih delov krošnje, 63,8 %. Manjši delež ukoreninjenih potaknjencev, 50,5 % je bil pri potaknjencih iz zgornjih delov krošnje, najslabše, z 44,8 % so se koreninili potaknjenci iz sredine krošnje. Največje razlike med ponovitvami so bile pri potaknjencih iz sredine krošnje, najmanjše razlike med potaknjenci iz zgornjih delov krošnje (slika 7).



Slika 7: Delež ukoreninjenih potaknjencev pri *Acer negundo* L. glede na mesto odvzema na krošnji

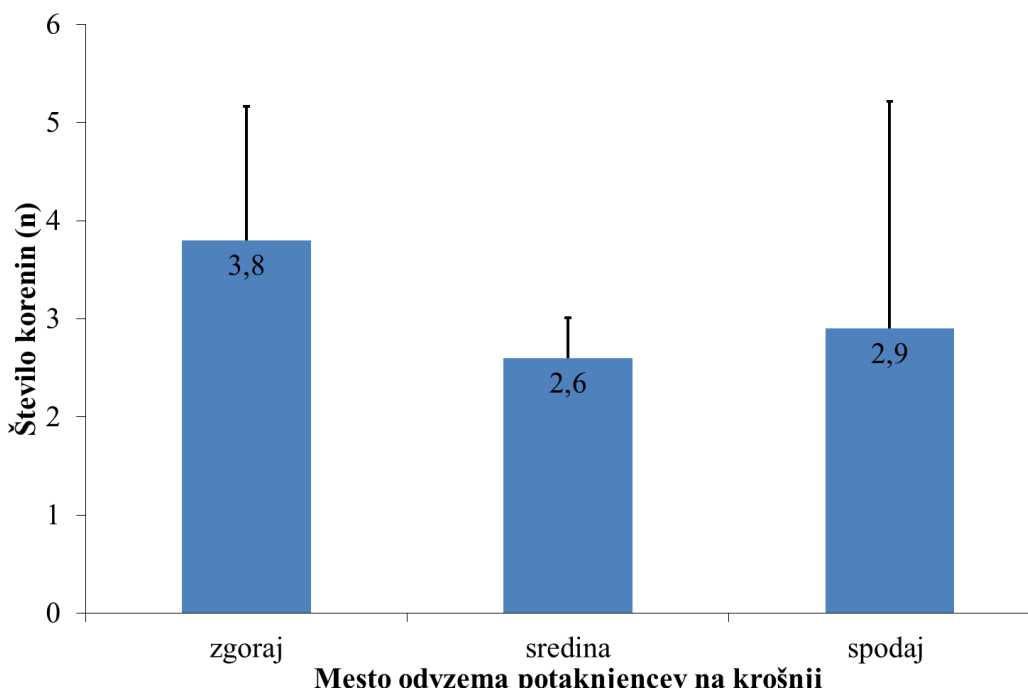
Če primerjamo obe vrsti, vidimo, da se je vrsta *Acer negundo* L. pri vseh treh obravnavanjih bolje koreninila kot *Acer palmatum* Thunb. Zelo jasno je opazno, da obstajajo v reakciji potaknjencev, glede na to, kje smo jih rezali, zelo velike razlike med posameznima vrstama (slika 8).



Slika 8: Primerjava deležev ukoreninjenih potaknjencev pri obeh vrstah javorja (*Acer palmatum* Thunb. in *Acer negundo* L.) glede na mesto odvzema potaknjencev na krošnji

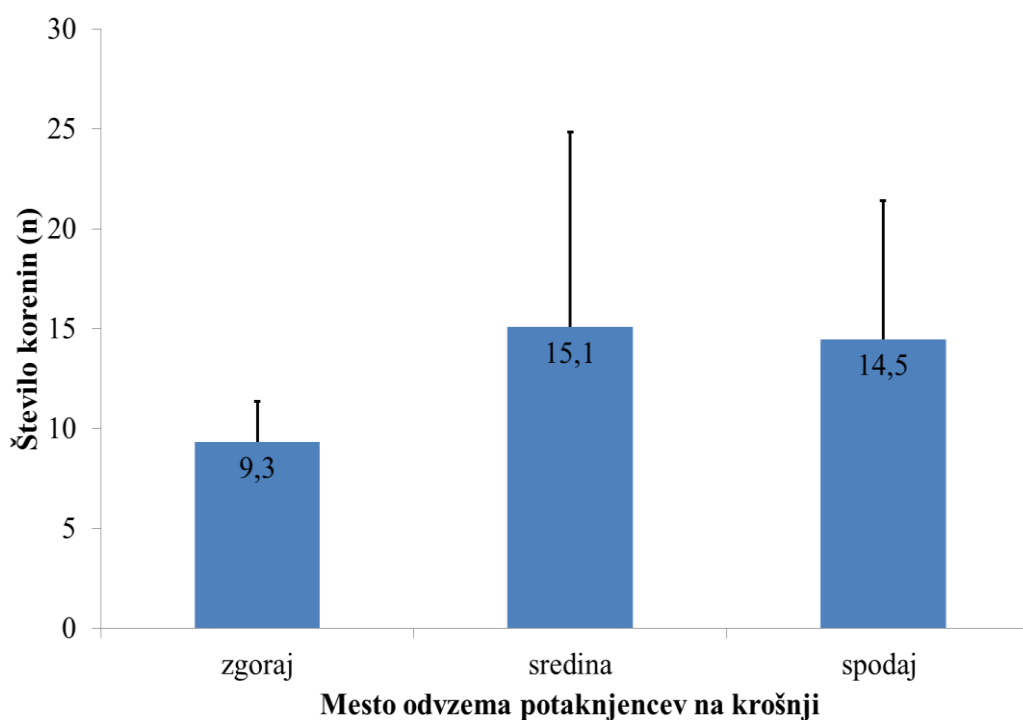
4.2 ŠTEVILO KORENIN

Pri *Acer palmatum* Thunb. so največje število korenin, v povprečju 3,8 korenin razvili potaknjenci z vrha krošnje. Potaknjenci iz najnižje ležečih poganjkov so razvili v povprečju 2,9 korenine, potaknjenci iz poganjkov v srednjem delu krošnje so v povprečju razvili najmanjše število korenin, in sicer 2,6 korenine. Največja odstopanja med podatki so se pojavila pri potaknjencih iz spodnjih delov krošnje, najmanjša odstopanja opazimo pri podatkih iz srednjih delov krošnje (slika 9).



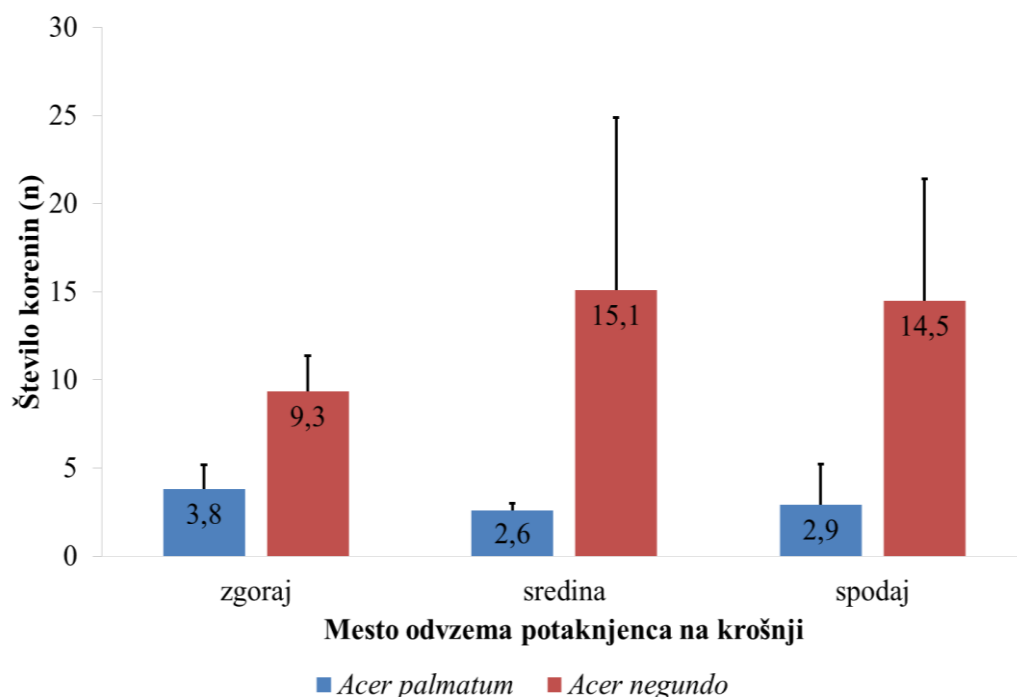
Slika 9: Povprečno število korenin pri *Acer palmatum* Thunb. glede na mesto odvzema potaknjencev

Pri *Acer negundo* L. so največ korenin, v povprečju 15,1 korenin razvili potaknjenci iz sredine krošnje. Manjše število korenin, povprečno 14,5 se je razvilo pri potaknjencih iz spodnjih delov. Najmanj korenin, 9,3 povprečno, so razvili potaknjenci iz vrha drevesa. Največje razlike med podatki opazimo pri potaknjencih iz sredine krošnje, najmanjše razlike med podatki so se pojavile pri potaknjencih iz zgornjih delov krošnje (slika 10).



Slika 10: Povprečno število korenin pri *Acer negundo* L. glede na mesto odvzema potaknjenca na krošnji

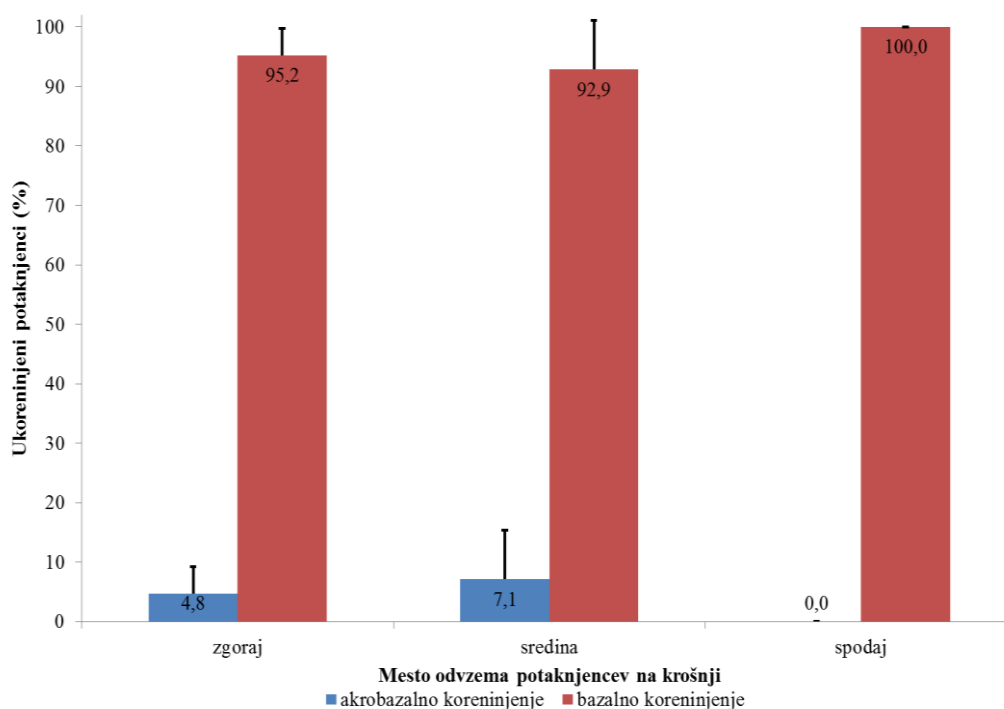
Potaknjenci *Acer negundo* L. so v primerjavi s potaknjenci *Acer palmatum* Thunb. povprečno razvili večje število korenin pri vseh nivojih krošnje (slika 11).



Slika 11: Primerjava števila razvitih korenin pri obeh vrstah javorja (*Acer palmatum* Thunb. in *Acer negundo* L.) glede na mesto odvzema potaknjencev na krošnji

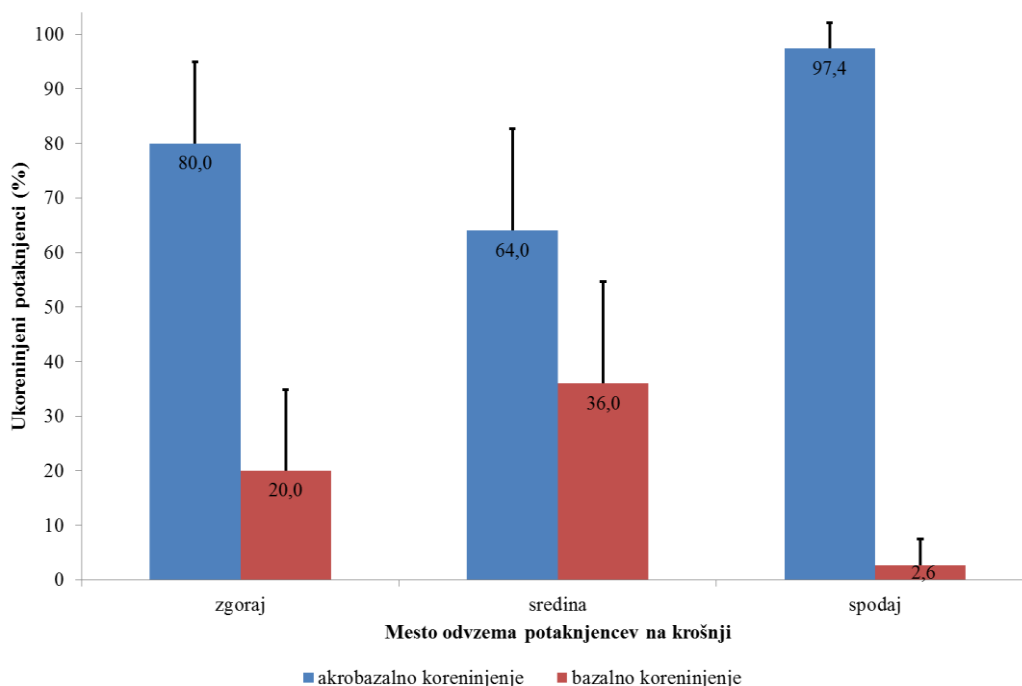
4.3 KAKOVOST KORENINJENJA

Pri *Acer palmatum* Thunb. so se vsi potaknjenci iz spodnjih delov krošnje koreninili bazalno, z 100%. Pri potaknjencih iz sredine krošnje se je koreninilo 92,9% bazalno, to je najmanjši delež akrobazalnega koreninjenja pri pahljačastem javorju, akrobazalno se je koreninilo 7,1 % ukoreninjenih potaknjencev. Pri potaknjencih iz zgornjih delov krošnje se je koreninilo 95,2 % bazalno in 4,8% akrobazalno. Pri vseh obravnavanjih, je bilo majhno odstopanje med podatki, pri potaknjencih iz spodnjih delov krošnje ni bilo odstopanj, največje razlike so bile pri potaknjencih iz sredine krošnje (slika 12).

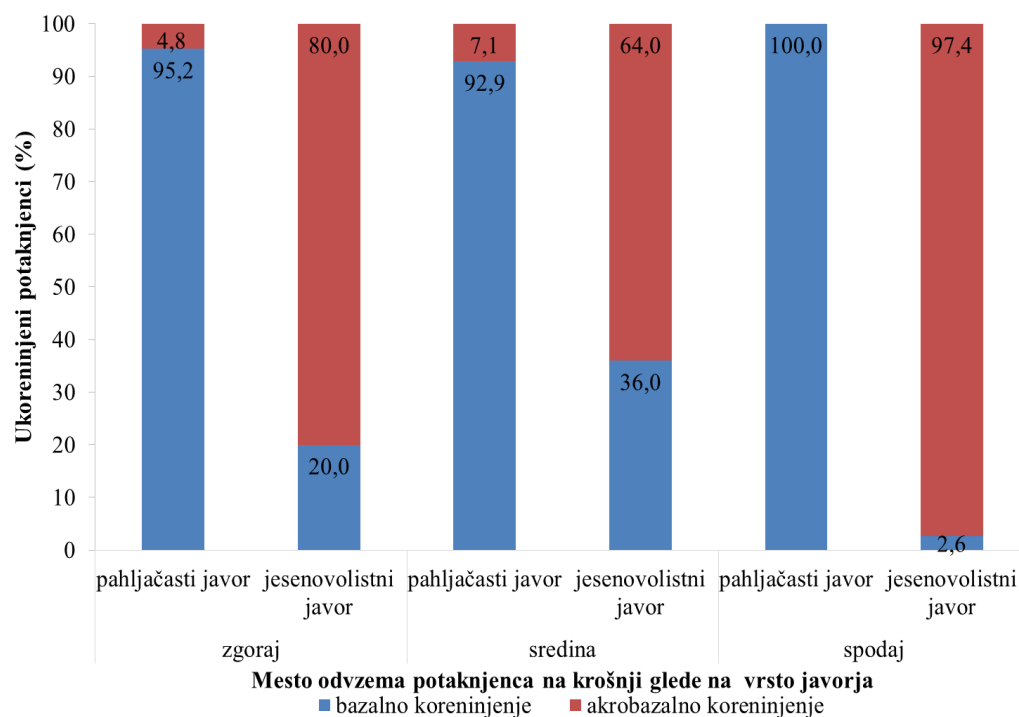


Slika 12: Delež bazalno in akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev pri *Acer palmatum* Thunb.

Pri *Acer negundo* L. se je največ potaknjencev koreninilo akrobazalno iz spodnjih delov krošnje, 97,4 %, manjši delež se jih je koreninilo akrobazalno iz zgornjih delov krošnje, 80,0 %, najmanj se jih je akrobazalno koreninilo iz sredine krošnje, 64,0 %. Bazalno se jih je največ koreninilo iz sredinskih delov krošnje, 36,0 %, manjši delež je bil pri potaknjencih iz zgornjih delov krošnje, 20,0 %, najmanj se jih je bazalno koreninilo iz spodnjih delov krošnje, 2,6%. Najmanjše odstopanje opazimo pri potaknjencih iz spodnjih delov krošnje, največje razlike med podatki vidimo pri potaknjencih iz sredine krošnje (slika 13).

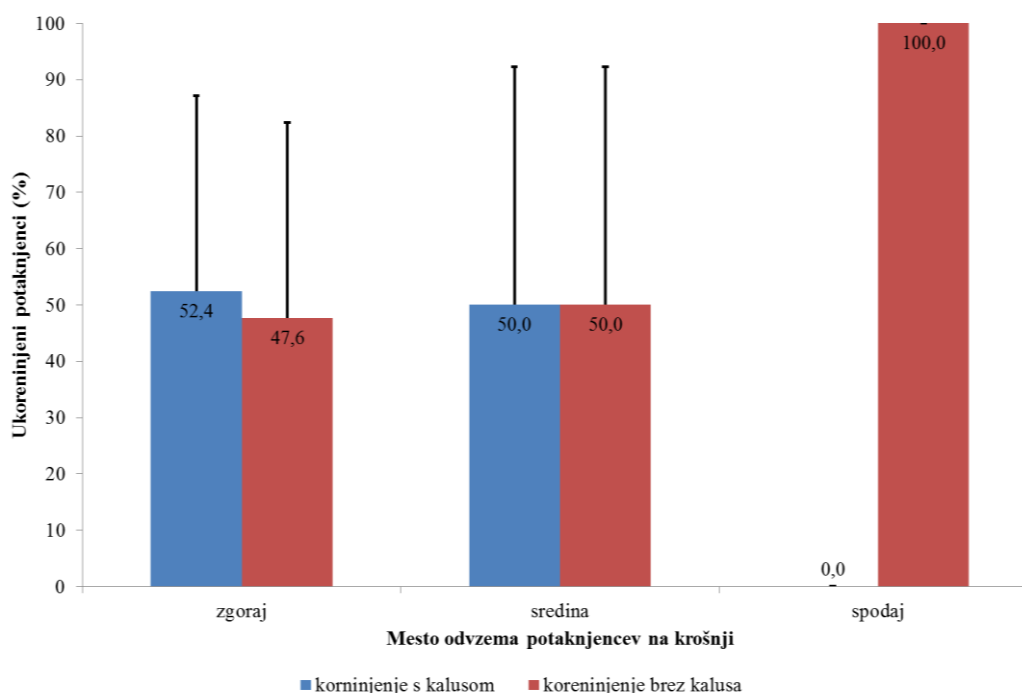
Slika 13: Delež bazalno ali akrobazalno ukoreninjenih potaknjencev pri *Acer negundo* L.

Pri *Acer palmatum* Thunb. se je večji delež potaknjencev koreninil bazalno, pri vseh nivojih krošnje, potaknjenci *Acer negundo* L. pa so pri vseh nivojih krošnje korenine pogosteje razvili akrobazalno (slika 14).

Slika 14: Primerjava bazalnega in akrobazalnega deleža ukoreninjenih potaknjencev pri pahljačastem (*Acer palmatum* Thunb.) in jesenovolistnem javorju (*Acer negundo* L.) glede na mesto odvzema

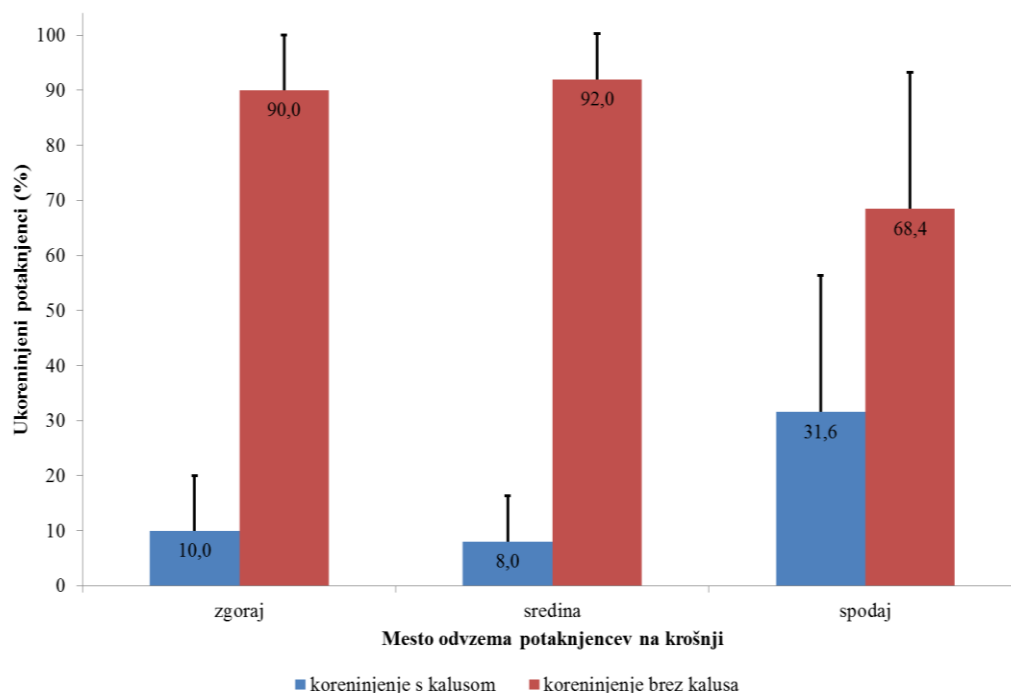
4.4 RAZVOJ KALUSA

Pri *Acer palmatum* Thunb. se je ukoreninilo brez kalusa največ potaknjencev 100%, iz spodnjih delov krošnje, pri tem obravnavanju ni bilo koreninjenja s kalusom. Pri potaknjencih iz sredine krošnje se je polovica potaknjencev koreninila s kalusom, polovica potaknjencev brez kalusa. Pri potaknjencih iz zgornjega nivoja krošnje je bil večji delež potaknjencev, ki so se koreninili s kalusom in sicer 52,4 %, brez kalusa se je koreninilo 47,6% potaknjencev. Pri potaknjencih iz spodnjih delov krošnje ni bilo odstopanj med podatki, največje odstopanje je bilo pri podatkih iz sredine krošnje (slika 12).

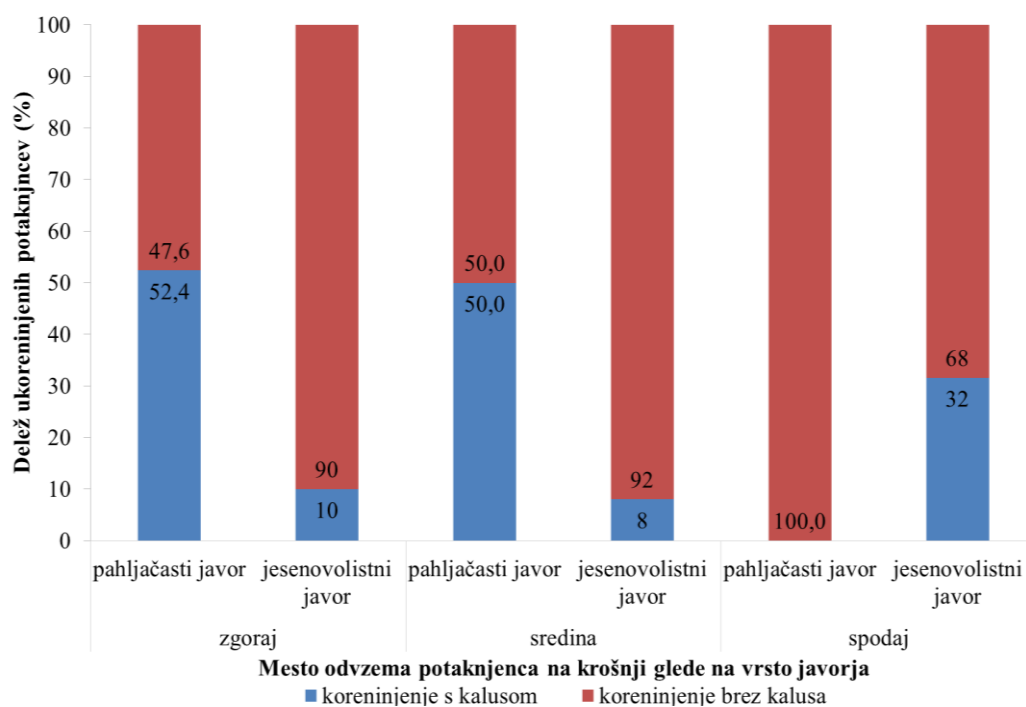


Slika 15: Delež ukoreninjenih potaknjencev pri *Acer palmatum* Thunb. s kalusom ali brez kalusa

Pri *Acer negundo* L. je bil pri potaknjencih iz spodnjega nivoja krošnje največji delež tistih, ki so se koreninili s kalusom, 31,6%, pri tem obravnavanju se je brez kalusa koreninilo 86,4% potaknjencev. Pri potaknjencih iz sredine krošnje se jih je največ koreninilo brez kalusa, 92,0%, s kalusom se je koreninilo 8,0% potaknjencev. Potaknjenci iz zgornjih delov krošnje so se koreninili s kalusom v 10,0% deležu, brez kalusa pa v 90,0% deležu. Največje odstopanje je bilo pri podatkih iz spodnjih delov krošnje, najmanj so odstopali od povprečja podatki iz sredine krošnje (slika 16).

Slika 16: Delež ukoreninjenih potaknjencev pri *Acer negundo* L. s kalusom ali brez kalusa

V primerjavi *Acer palmatum* Thunb. z *Acer negundo* L. opazimo, da se je skoraj pri vseh obravnavanih koreninilo več potaknjencev brez prisotnosti kalusa, razen pri vrsti *Acer palmatum* Thunb. iz zgornjih delov krošnje, kjer se je koreninilo več potaknjencev s kalusom (slika 17).

Slika 17: Primerjava koreninjenja potaknjencev s kalusom ali brez kalusa pri pahljačastem (*Acer palmatum* Thunb.) in jesenovolistnem javorju (*Acer negundo* L.) glede na mesto odvzema

4.5 PRIRAST IN RAZVOJ STRANSKIH POGANJKOV

Nekaj potaknjencev je v rastni sezoni že razvilo prirast in stranske poganjke, skupno le šest iz celotnega poskusa, zato za te parametre nismo računali povprečja. Pri *Acer negundo* L. je le eden od potaknjencev v razmnoževalni sezoni tudi zrasel (preglednica 1).

Preglednica 1: Prirast in razvoj stranskih poganjkov pri vrsti *Acer negundo* L.

Nivo krošnje	Število potaknjencev	Prirast (mm)
spodnji	1	5,0

Pri *Acer palmatum* Thunb. je pet potaknjencev med razmnoževanjem tudi zraslo, od teh so štirje potaknjenci tudi že začeli z razvojem stranskih poganjkov (preglednica 2).

Preglednica 2: Prirast in razvoj stranskih poganjkov pri vrsti *Acer palmatum* Thunb.

Nivo krošnje	Število potaknjencev	Prirast (mm)	Število stranskih poganjkov	Dolžina stranskih poganjkov
zgoraj	1	60,0	1	30,0
	1	10,0	1	5,0
	1	10,0	/	/
sredina	1	20,0	1	25,0
	1	15,0	1	50,0

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Topofiza je pojav, ki razlaga spremembe v fiziološki starosti različnih delov iste rastline (Spethmann, 1997, cit. Po Osterc, 2001). To je tudi glavni vzrok, da se potaknjenci iz fiziološko mlajših delov krošnje oziroma delov krošnje, ki so najbližje deblu bolje koreninijo, kot potaknjenci, ki jih pridobimo iz zunanjih delov krošnje; za njih velja, da so fiziološko starejši (Osterc in Rusjan, 2013). Torej s topofizo opisujemo lastnosti nekaterih rastlinskih vrst, ko potaknjenci iz različnih poganjkov različno rastejo (Spethmann, 1997, cit. po Osterc, 2001).

Rezultati poskusa kažejo, da se potaknjenci iz notranjih delov krošnje bolje koreninijo, kot potaknjenci iz zunanjih delov krošnje, kar je še posebej očitno pri jesenovcu. Tu se je kar 63,8 % potaknjencev iz spodnjih delov krošnje uspešno ukoreninilo. Pri potaknjencih iz spodnjih delov krošnje smo pri isti vrsti opazili tudi največji delež akrobazalnega koreninjenja, kar 97,4%. Pri potaknjencih pahljačastega javorja zakonitosti topofize niso bile tako očitne, še več, bolje so se ukoreninjali potaknjenci, ki smo jih rezali v zgornjem delu krošnje.

Pri pahljačastem javorju so se vsi potaknjenci, ki so razvili korenine, ukoreninili brez kalusa, kar je bolje, saj sočasni razvoj kalusa ob koreninjenju ocenjujemo negativno (slabša kakovost koreninskega sistema) (Hartmann in sod., 1997, cit. po Osterc 2001). Pri tej vrsti je v razmnoževalni sezoni več potaknjencev pričelo z rastjo in z razvojem stranskih poganjkov. Takšni potaknjenci bodo lažje preživel prvo zimo, saj je za drevesničarsko proizvodnjo, poleg koreninjenja samega ključnega pomena tudi uspešna prezimitev prve zime ukoreninjenih potaknjencev (Osterc in Rusjan, 2013).

Podobno raziskavo so izvedli na drevesih petih križancih macesna, ki so jih pridobili s križanjem treh vrst macesna (*Larix decidua* Mill., *Larix laricina* K. Koch, in *Larix kaempferi* Gord.), kjer so prav tako odvzeli potaknjence iz treh nivojev krošnje (vrhnjega, srednjega in spodnjega), iz petletnih dreves. Opazili so znaten upad koreninjenja potaknjencev z oddaljevanjem odvzema potaknjencev od debla pri treh od petih vrst, prav tako je z višino odvzema potaknjencev upadala kakovost koreninskega sistema. Dokazali so, da se topofiza ne izraža pri vseh vrstah oz. sortah enako (Peer in Greenwood, 2000).

Podatki tudi dobro potrjujejo našo hipotezo, da bodo večje razlike med potaknjenci jesenolistnega javorja in manjše razlike pri potaknjencih pahljačastega javorja. Pri *Acer negundo* L. opazimo razlike pri deležu ukoreninjenih potaknjencev. Najbolje so se koreninili potaknjenci iz spodnjih delov krošnje, ki so najbližje deblu. Pri tej vrsti se je razvilo tudi večje število korenin, iz spodnjih delov krošnje v povprečju 14,5, iz sredine krošnje 15,1 korenin na potaknjencec, medtem ko so potaknjenci iz oboda krošnje razvili najmanjše število korenin v povprečju 9,3 korenin. Pri vrsti *Acer palmatum* Thunb. ni tolikšnih razlik med povprečji. Najmanj korenin se je pri tej vrsti razvilo pri potaknjencih iz sredine krošnje, v povprečju le 2,6, največ pa pri potaknjencih iz oboda krošnje 3,8 korenin na potaknjencec.

Pojav topofize so raziskovali tudi na evkaliptusu (*Corymbia torelliana* x *Corymbia citriodora*), kjer so želeli ugotoviti ali se vzdolž poganjka izboljšuje ukoreninjenje potaknjenca ter bujnost mlade rastline. Ugotovili so, da položaj poganjka vpliva na koreninjenje in vitalnost mlade rastlinice. Ukoreninjenje potaknjencev običajno upada z naraščajočo razdaljo od osnove rastline, vendar so pri tej raziskavi dobili ravno obratne rezultate. Potaknjenci iz višjih delov poganjka so se koreninili 80 % medtem, ko so se potaknjenci iz nižjih delov poganjka koreninili le okrog 30 %, kar je v nasprotju s pojmom topofize (Wendling in sod., 2015)

Pri pahljačastem javorju torej ni bila tako opazna razlika med potaknjenci iz zgornjih in spodnjih delov krošnje, kot je bilo to pri jesenovcu. To kaže na dejstvo, da je pojav topofize resnično izrazitejši pri jesenolistnem javorju, ki je precej večje drevo, kot *Acer palmatum*, kjer drevo ne doseže tolikšne višine. S tem smo potrdili druge ugotovitve, da je izraženost pojava topofize pri večjih drevesih veliko večja kot pri manjših drevesih ali grmih (Osterc in Rusjan, 2013).

S fiziološkim staranjem matičnih dreves se zmanjšuje koreninjenje potaknjencev in preživetje, povečuje se kalusiranje, zmanjšuje se število glavnih korenin in vegetativni prirast mladih rastlin (Osterc in Rusjan, 2013). Kalusiranje je bilo izrazitejše pri pahljačastem javorju, kar nakazuje na to, da se ta vrsta težje razmnožuje s potaknjenci, vendar so se vsi potaknjenci iz fiziološko najmlajših delov krošnje koreninili brez kalusa. Tudi ta vrsta se torej lahko uspešno razmnožuje s fiziološko mladim matičnim materialom.

Ravno nasprotno se je pokazalo, da so potaknjenci pri vrsti *Acer negundo* največ kalusirali iz fiziološko mladega matičnega materiala, za kar 30%, medtem, ko je pri ostalih dveh nivojih krošnje, kalus razvilo pod 10 % potaknjencev. Ta rezultat morda lahko razlagamo z idejo, da so imeli potaknjenci iz spodnjih delov krošnje zaradi juvenilnosti večji potencial za razvoj korenin in so v določenem deležu poleg korenin razvili tudi kalus.

Na težje koreninjenje vrste *Acer palmatum* nakazuje tudi način koreninjenja. Pri teh potaknjencih so se v povprečju, pri večjem deležu potaknjencev, korenine razvile predvsem bazalno, pri vseh treh nivojih. Pri jesenovcu so se potaknjenci v večjem deležu ukoreninili akrobazalno, kar je kakovostnejše, saj se korenine razvijajo, po celotnem delu potaknjenca, ki je v substratu in zato potaknjenec lažje pride do hranil, pa tudi izkop sadik je lažji. Res pa je, da na omenjene razlike lahko vpliva tudi rastlinska vrsta sama (Robbins 1964, cit. po Borchert, 1967).

Pri *Acer palmatum* se je razvilo v povprečju manjše število glavnih korenin, pri *Acer negundo* pa večje število glavnih korenin. Tudi to nakazuje na težje koreninjenje pahljačastega javorja.

Razmnoževanje potaknjencev pri lesnatih rastlinah je najuspešnejše, ko so rastline v mladostnem obdobju (Hartmann in sod., 1997, cit. po Osterc, 2001). Potaknjenci fiziološko mladih rastlin, ki so v juvenilnem obdobju se koreninijo brez težav (Štampar in sod., 2009). Položaj potaknjenca na drevesu (vpliv topofize) in starost drevesa (fiziološka starost) imata torej velik vpliv na koreninjenje potaknjenca, kot tudi na poznejšo rast mlade rastlinice (Roulund, 1975). S staranjem matičnega materiala se sposobnost preživetja in

tvorbe korenin pri matičnih rastlinah zmanjšuje. Le pri fiziološko mladih (juvenilnih) rastlinah lahko pričakujemo optimalne parametre razmnoževanja (preživetje, koreninjenje, razvoj glavnih korenin, pojav kalusa, prirast in razvoj stranskih poganjkov), medtem ko se s staranjem zmanjšuje uspešnost koreninjenja (Hartmann in sod., 1997, cit. po Osterc, 2001). Ta pojav imenujemo ciklofiza (Štampar in sod., 2009).

Predvidevamo lahko, glede na višino matičnih dreves, iz katerih smo nabirali potaknjence, pa tudi glede na deblo in skorjo, da je *Acer palmatum* že starejše drevo, saj je že doseglo svojo končno višino okrog 8 m in ima lubje na deblu razpokano ter temnejše barve. Vrsta *Acer negundo* pa še ni dosegla svoje končne velikosti, lubje na deblu je manj razpokano ter svetlejša barva. To bi lahko nakazovalo, da je *Acer negundo* še v mladostnem ali juvenilnem obdobju medtem ko je *Acer palmatum* v obdobju staranja, kar je tudi lahko botrovalo rezultatom, ki smo jih izmerili.

5.2 SKLEPI

Različne fiziološke reakcije znotraj istega drevesa vplivajo na koreninjenje potaknjencev (Spethmann, 1997, cit. po Osterc, 2001). Razlike se pojavljajo tudi med vrstama. Po pričakovanju, je pojav topofize izrazitejši pri jesenovolistnem javorju in manj izrazit pri pahljačastem javorju. To dokazujejo predvsem naslednje ugotovitve, do katerih smo prišli:

- več kalusa pri starejšem materialu pri vrsti *Acer palmatum* Thunb.,
- topofiza bolj izražena pri vrsti *Acer negundo* L.,
- potaknjenci pri vrsti *Acer negundo* L. so se bolje koreninili od potaknjencev *Acer palmatum* Thunb.,
- pri vrsti *Acer negundo* L. so potaknjenci razvili večje število korenin,
- potaknjenci jesenovolistnega javorja so se v večjem deležu koreninili akrobazalono.

Potaknjenci so se dobro koreninili, primerjave med vrstami se dobro vidijo, morda bi bilo dobro vzeti še kakšno vrsto javorja, ki doseže še višjo končno velikost kot jesenovolistni javor.

Smiselno bi bilo primerjati tudi pojav topofize pri različnih rastlinskih rodovih. Predvsem bi bilo dobro povečati število potaknjencev v posameznih ponovitvah, ker bi bili podatki potem primerljivejši.

Seveda bi v tem primeru potrebovali več matičnih rastlin. Smiselno bi bilo tudi časovno podaljšati poskus, da bi videli, kako potaknjenci prezimijo prvo zimo.

6 POVZETEK

Topofiza v drevesničarski praksi predstavlja velik problem pri koreninjenju potaknjencev. Ker smo želeli ugotoviti ali obstajajo razlike v fizioloških reakcijah med drevesi različnih višin, smo leta 2014 v rastlinjaku Biotehniške fakultete v Ljubljani zasnovali poskus. Opazovali smo kako se koreninijo potaknjenci pridobljeni iz različnih delov krošnje, pri dveh različnih vrstah javorja, ki dosežeta različno končno velikost. Pri poskusu smo opazovali preživetje potaknjencev, način koreninjenja, število korenin ter njihovo dolžino, višino potaknjenca, prirast, število stranskih poganjkov ter dolžino stranskih poganjkov.

Potaknjence smo rezali iz toletnih poganjkov, ki so bili delno oleseneli. Rezali smo poganjke iz spodnjega dela krošnje, ki je bil najbližje deblu, sredine krošnje in zgornjega dela krošnje, ki je bil od debla najbolj oddaljen. Pred potikom smo potaknjence tretirali z 0,5 % IBA. Potikali smo jih v substrat, ki je bil mešanica peska in šote v razmerju 1:1. V rastni sezoni smo potaknjencem zagotavljali stalno visoko zračno vlago z visokotlačnim sistemom megljenja. Po končani rastni sezoni, smo ovrednotili podatke za zelene parametre.

Pri vrednotenju poskusa in izračunu deležev koreninjenja smo ugotovili, da je bilo koreninjenje uspešno. Pri jesenolistnem javorju je bilo koreninjenje pri vseh nivojih krošnje med 40 % in 65 %. Pri pahljačastem javorju je bilo koreninjenje slabše, najverjetneje zaradi starejšega matičnega materiala. Pri tej vrsti so se potaknjenci iz spodnjega in zgornjega nivoja krošnje uspešno koreninili pri 30 - 40% potaknjencev, najslabše so se koreninili potaknjenci iz sredine krošnje, kjer je bilo uspešno koreninjenje pri le 23,6 % potaknjencev.

Število korenin se je med vrstama zelo razlikovalo. V povprečju so pri pahljačastem javorju razvili potaknjenci od 2 do 4 korenine, med nivoji krošnje ni bilo večjih razlik. Pri *Acer negundo* so potaknjenci v povprečju razvili med 15 in 16 korenin, razen pri zgornjem nivoju krošnje, kjer je bilo povprečno 9,3 korenin na potaknjenc.

Nekateri potaknjenci so v rastni sezoni že začeli z razvojem stranskih poganjkov. Pri *Acer negundo* stranskih poganjkov ni razvil nobeden od potaknjencev, eden iz spodnjega nivoja krošnje je pričel z razvojem glavnega poganjka. Pri pahljačastem javorju sta dva potaknjenca iz sredine krošnje zrasla tudi v dolžino, oba sta razvila stranske poganjke. Trije potaknjenci iz zgornjega dela krošnje, so prav tako zrasli v dolžino in dva od njih sta razvila tudi stranske poganjke.

Glede na dobljene rezultate smo s poskusom zadovoljni. Izkazalo se je, da so razlike pri koreninjenju med različnimi vrstami javorja, ki dosežejo različno končno velikost. Predvidevamo, da so nekatere razlike nastale tudi zaradi razlike v starosti matičnega materiala. Domnevamo, da je drevo pahljačastega javorja starejše, kot drevo jesenolistnega javorja. Smiselno bi bilo v poskusu primerjati tudi različne rastlinske rodove, kajti sklepamo lahko, da se pri različnih rastlinskih rodovih topofiza še bolj različno izraža.

7 VIRI

- Borchert R. 1967. The concept of juvenility in woody plants. *Acta Horticulturae*, 56: 21-36
- Brus R. 2004. Drevesne vrste na slovenskem. Ljubljana, Založba Mladinska knjiga: 399 str.
- Chalupka W. 2007. Reproduction. *Forestry Sciences*, 78: 97-111
- Golob I. 1989. Substrati za razmnoževanje. V: Razmnožujmo okrasne rastline. Dreu S. (ur.). Druga, dopolnjena izdaja. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 31-33
- Mlakar J. 1985. Spindales. V: Dendrologija. Drevesa in grmi Slovenije. Žumer C. (ur.). Prvi natis. Ljubljana. Tehniška založba Slovenije: 89
- Olsen P.O. 1987. On cyclophysis and topophysis. *Silvae Genetica*, 27, 5: 173-216
- Osterc G. 2001. Fenomen fiziološkega staranja lesnatih rastlin kot dejavnik razmnoževanja s potaknjenci. *Sodobno kmetijstvo*, 34, 10: 430-434
- Osterc G., Rusjan D. 2013. Drevesničarstvo in trsnicarstvo. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 112 str.
- Osterc G. Spethmann W. 1997. Möglichkeiten der Stecklingsvermehrung bei *Prunus*- und *Malus*- Unterlagen. V: 34. Gartenbaumwissenschaftliche Tagung. BDGL-Schriftenreihe, 15: 22
- Peer K. R., Greenwood M. S. 2000. Maturation, topophysis and other factors in relation to rooting in *Larix*. *Tree Physiology*, 21: 267-272
- Roulund H. 1975. The effect of the cyclophysis and the topophysis on the tooring and behavior of Norway spruce cuttings. *Acta Horticulturae*, 54: 39-50
- Smole J., Črnko J. 2000. Razmnoževanje sadnih rastlin. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 203 str.
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2009. Sadjarstvo. Ljubljana, ČZD Kmečki Glas: 416 str.
- Štefančič M., Vodnik D., Štampar F., Osterc G. 2007. The effects of a fogging system on the physiological status and rooting capacity of leafy cuttings of woody species. *Trees*, 21, 4: 491-496
- Vodnik V. 2012. Osnove fiziologije rastlin. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 141 str.

Wendling I., Brooks P.R., Trueman S. J. 2015. Topophysis in *Corymbia torelliana* x *C. citriodora* seedlings: adventitious rooting capacity, stem anatomy, and auxin and abscisic acid concentrations. *New Forests*, 46, 1: 107-120

ZAHVALA

Najlepše se zahvaljujem mentorju doc. dr. Gregorju OSTERCU za pomoč in nasvete pri izvedbi poskusa ter pisanju diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi domačim za strpnost, podporo in spodbujanje pri izdelavi diplomske naloge.

PRILOGA A

Priprava potaknjencev



Priloga A 1: Potaknjeneč *Acer palmatum*, pripravljen za potik; Ljubljana 2014



Priloga A 2: Pred potikom smo baze potaknjencev pomočili v 0,5 % IBA; Ljubljana 2014

PRILOGA B

Razporeditev potaknjencev po parcelah



Priloga B 1: Potaknjence smo v rastni sezoni meglili s pomočjo visokotlačnega sistema; Ljubljana 2014



Priloga B 2: Podatke smo vrednotili po zaključku rastne sezone, ko so potaknjenci odvrgli liste; Ljubljana 2014

PRILOGA C

Vrednotenje potaknjencev



Priloga C 1: Potaknjenci *Acer palmatum* iz parcele številka 2 pred vrednotenjem parametrov; Ljubljana 2014



Priloga C 2: Potaknjenci *Acer negundo* iz parcele številka 3 pred vrednotenjem parametrov; Ljubljana 2014