

Sveučilište u Zagrebu

Šumarski fakultet

Valentina Lovrić, Bruno Mihaljević

UTJECAJ DUŽINE I DEBLJINE KORIJENSKIH REZNICA PAULOVNIJE
NA USPJEŠNOST ZAKORJENJIVANJA

Zagreb, 2019

Ovaj rad izrađen je na Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Damira Drvodelića te je predan na Natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2018/2019.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Plantažni uzgoj paulovnije	2
1.2. Razmnožavanje paulovnije.....	3
1.3. Vrste reznica	4
1.4. Razmnožavanje korijenskim reznicama	6
1.5. Problem dužine reznice	8
1.6. Fiziologija razmnožavanja biljaka korijenskim reznicama.....	9
1.6.1. Fiziološka osnova zakorjenjivanja reznica	9
1.6.2. Faza indukcije.....	10
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA	12
3. MATERIJALI I METODE.....	13
3.1. Uzimanje i dorada korijenskih reznica hibrida <i>Paulownia fortunei</i> x <i>Paulownia tomentosa</i>	13
3.2. Pikiranje reznica u kontejnere	15
4. REZULTATI S RASPRAVOM	18
5. ZAKLJUČCI	24
6. LITERATURA.....	25
7. SAŽETAK	28
8. SUMMARY.....	30

1. UVOD

U rod *Paulownia* pripadaju listopadne, brzorastuće, tvrde vrste drveća iz porodice *Paulowniaceae*, a sastoji se od devet vrsta i nekoliko prirodnih hibrida koji od prirode rastu u Kini (Freeman i dr., 2012). Važne vrste u ovom rodu su: *P. albiflora*, *P. australis*, *P. catalpifolia*, *P. elongata*, *P. fargesii*, *P. fortunei*, *P. kawakamii* i *P. tomentosa* (Zhu i dr., 1986).

U prirodi, vrste iz ove porodice, ali i hibridi nastali prirodnim putem, razmnožavaju se isključivo sjemenom (generativno ili spolno). Ovakav način razmnožavanja karakterizira i ostale kritosjemenjače, njih oko 250 000 tisuća.

Na području Republike Hrvatske platažni uzgoj vrsta iz roda *Paulownia* intezivirao se tek u posljednjih nekoliko godina. Na području prirodnog rasprostranjenja ovih brzorastućih vrsta, odnosno na području Kine gospodari se već više stoljeća, te danas zauzimaju područje oko 2,5 milijuna hektara, što predstavlja značajan izvozni proizvod koji je prepoznat na globalnom tržištu. U razvijenim zemljama Europske Unije, kao npr. Njemačka, Italija i Španjolska, gospodari se vrstama i hibridima iz roda *Paulownia* već više desetljeća. Prema Zakonu o drvenastim kulturama kratkih ophodnji («Narodne novine», broj 15/18 i 111/18) i pravilniku o popisu billjnih vrsta za osnivanje drvenastih kultura kratkih ophodnji, te načinu i uvjetima pod kojima se mogu uzgajati, u Republici Hrvatskoj je iz roda *Paulownia* dopušetno osnivati plantaže sljedećim vrstama: *Paulownia elongata* × *Paulownia fortunei* (trgovački naziv: Bellissia), *Paulownia elongata* × *Paulownia fortunei* (trgovački naziv: RBTC15), *Paulownia fortunei*, *Paulownia elongata*, *Paulownia fortunei* × *Paulownia tomentosa* (trgovački naziv: 9501), *Paulownia fortunei* × *Paulownia tomentosa* (trgovački naziv: Shan Tong). Dosadašnji rezultati o plantažnom uzgoju ovih brzorastućih vrsta i hibrida davao je izvanredne rezultate u prinosu drvne mase, a svojim vlasnicima osiguravao je veliku financijsku isplativost. Naime, osim financijske dobiti koju ostvare uzgajivači, čija je isplativost veća od drugih poljoprivrednih kultura, kao npr. kukuruza i pšenice, paulovnja ima i mnoge druge općekorisne funkcije. Jedna od njih je smanjivanje neobrađenih hektara poljoprivrednog zemljišta, zatim održavanje bioraznolikosti, povećavanje kvalitete samog zemljišta radi stvaranja dodatnog humusnog sloja uslijed otpadanja velike količine lisne mase svake jeseni i

sprječavanje erozije tla. Plantažnim uzgojem se osigurava i stanište mnogim pticama i drugim vrstama životinja i povećava se kvaliteta zraka. Valja napomenuti da je uz sve navedeno, paulovnja i medonosna vrsta. Brzina rasta paulovnije može se kapitalizirati i kroz agrošumarstvo (Wang i Shogren, 1992; Kaymakci i Ayrilmis, 2013). Drvo paulovnije je mekano, lagano s odličnim mogućnostima obrade i dorade (Akyildiz i Sahin, 2010). Prosječna težina po 1 m³ iznosi oko 305 kg.

Iako se najveći profit ostvaruje uzgojem paulovnije radi industrije, postoje i drugi proizvodi koji uzgajivaču, odnosno plantažeru mogu donijeti profit. Tako se na tržištu otkupljuje peletirana stočna hrana od lišća koja se u stočarstvu koristi kao prihrana domaćim životinjama, budući da sadrži visok udio bjelančevina i mikroelemenata. Koristi se također za proizvodnju etanola i biomase zbog velike energetske vrijednosti. U industriji zbog svoje kvalitete paulovnja je odavno prepoznata, pa se tako drvo paulovnije koristi za izradu muzičkih instrumenata, u brodogradnji, avio-industriji, za izradu stolarije, namještaja, furnira, dječijih igračaka, gradnju montažnih kuća i sl.

1.1. Plantažni uzgoj paulovnije

Ovisno o cilju proizvodnje, osniva se plantaža s jasno definiranim razmacima između sadnica, odnosno s jasnim brojem sadnica koje se nalaze na površini od 1 ha. Tako se npr. u svrhu ostvarivanja energetske sirovine, sadnice sade u razmaku od 1 m × 1 m, 1 m × 1,5 m, 1,5 m × 2 m, ili 2 m × 2 m što na hektaru iznosi između 2165 i 10000 sadnica. Odlučimo li se za uzgoj paulovnije u svrhu proizvodnje stočne hrane, broj sadnica po hektaru iznosi oko 4000. Paulovnja se u tom slučaju sječe kad dosegne visinu između 80 – 90 cm. Taj postupak moguće je ponoviti do 7 puta godišnje. Ono što uvelike smanjuje ulaganja je to da prilikom sječe, površinu odnosno plantažu nije potrebno ponovno podizati novim sadnicama, jer vrste iz roda *Paulownia* nakon sječe iz panja potjeraju novi izbojak. Odlučimo li se pak za uzgoj paulovnije u industrijske svrhe, broj sadnica za osnivanje plantaže kreće se između 500 i 625 po 1 ha, ovisno jesmo li se odlučili za razmak 5 m × 4 m ili 4 m × 4 m. U ovom slučaju već nakon 8 – 10 godina možemo očekivati 1 m³ drva koji na svjetskom tržištu postiže visoku cijenu.

1.2. Razmnožavanje paulovnije

Za razliku od razmnožavanja u prirodi koje se isključivo odvija sjemenom (spolno, generativno, seksualno), kod osnivanja plantaža nikada se ne vrši sjetva sjemena željene vrste. Kod razmnožavanja sjemenom, zbog rekombinacije svojstava, nove biljke nikada nisu genetski identične majčinskoj biljci (Drvodelić, 2018a). Budući da je željeno svojstvo, kao npr. ravan rast, nasljedna osobina, ne možemo znati kakvo će to svojstvo biti jer ne poznajemo karakteristike jednog roditelja. Kod kultura kratkih ophodnji (vrba, topola, breza, bagrema, paulovnja i dr.) razmnožavanje se najčešće vrši autovegetativnim putem (reznicama i korjenjacima). Postoji više načina cijepljenja (kopuliranje, okuliranje, ablaktacija) ali se ne koriste kod kultura kratkih ophodnji pa tako ni kod vrsta iz roda *Paulownia*, osim u slučaju potrebe osnivanja plantaža za pčelarenje. Za dobivanje certificiranih sadnica provjerenog podrijetla koriste se još tehnike mikropropagacije, odnosno razmnožavanje biljaka kulturom biljnog tkiva *in vitro*. Pokazalo se da vegetativna mikropropagacija ima mnoge prednosti u odnosu na razmnožavanje sjemenom kod vrsta iz roda *Paulownia* (Bergmann i Moon, 1997; Bergmann, 1998; Rout i dr., 2001).

U ovom radu bit će prikazana dva načina razmnožavanja paulovnije, autovegetativni način pomoću korijenskih reznica i razmnožavanje paulovnije kulturom tkiva *in vitro*. Kada govorimo o *in vitro* razmnožavanju paulovnije, ali općenito i bilo kojih drugih biljaka, to podrazumijeva uzimanje malog, vegetativnog dijela majčinske biljke koji ulazi u proces razmnožavanja. To je zapravo klonsko razmnožavanje u sterilnim uvjetima. Ovom metodom omogućava se multiplikacija ishodišnog materijala bez opasnosti od zaraza, s ciljem dobivanja velikog broja zdravih uniformnih biljaka koje će biti pogodne za daljnu multiplikaciju ili za razvoj na vlastitom korijenu ovisno o cilju proizvodnje (Drvodelić, 2018a). Prednost *in vitro* metode je da se može na jako malom prostoru proizvesti veliki broj sadnica od samo jedne matične biljke. Proces razmnožavanja počinje sa uzimanjem biljnog tkiva sa matične biljke koja se može razvijati bilo gdje. Za razliku od razmnožavanja korijenskim reznicama kod *in vitro* razmnožavanja nam nije potreban matičnjak. Nakon odabira, iz matične biljke se izrezuju komadići tkiva – eksplantati. Eksplantat je dio biljke koji je se u laboratoriju izolira i uvodi u kulturu, zatim se stavlja na krutu

hranidbenu podlogu gdje nastavlja svoj rast. Svaki postupak koji se odvija u *in vitro* kulturi se događa u strogo kontroliranim, sterilnim uvjetima. Također, o sastavu hranidbene podloge ovisi uspješnost kulture tkiva. Za *in vitro* proizvodnju paulovnije koriste se tri različite podloge: hranidbena podloga za uvođenje u kulturu tkiva, te podloge za multiplikaciju i zakorijenjivanje. Nakon faze multiplikacije, biljke se prenose na podlogu za zakorijenjivanje na kojoj ostaju od 3 do 4 tjedna. Predzadnja faza je aklimatizacija, odnosno proces prilagođavanja biljaka uvjetima izvan *in vitro* uzgoja. Tijekom aklimatizacije, obavljaju se preventivne mjere zaštite insekticidima i folijarna prihrana. Sadnice nakon aklimatizacije se presađuju u platenik gdje nastavljaju rast i mogu biti korištene za različite namjene.

1.3. Vrste reznica

Općenito, reznice se klasificiraju na osnovu dijela biljke koji će se dalje upotrijebljivati, pa tako reznice možemo podijeliti u četiri skupine: 1. reznice od stabljike – stem cuttings; 2. korijenske reznice – root cuttings; 3. reznice od lista – leaf cuttings; 4. reznice od lista s pupom – leaf bud cuttings.

1. Reznica od stabljike je svaka reznica koja je uzeta od glavnog izdanka biljke odnosno bilo koji bočni izdanak koji raste iz iste biljke ili stabljike. Prema tome, reznice stabljike mogu se dalje podijeliti na:

a) *Hardwood cuttings* – zrele reznice – nazivaju se one reznice koje su uzete s potpuno odrvenjelih izbojaka. Uzimaju se za vrijeme dormantnosti i to su najčešće jednogodišnji izbojci. Dužina tih reznica varira od 10 do 45 cm, a debljina se kreće od 0,5 do 2,5 cm. Unatoč tome, najviše se preferiraju reznice čija se dužina kreće u rasponu od 25 do 30 cm, a debljina pak odgovara debljini obične olovke. Dakako, svi ti parametri ovise i o vrsti biljke. Ono što pak vrijedi za sve je činjenica da takve reznice moraju imati najmanje 3 ili više pupova. Kod ovih reznica prepoznamo i ravan rez na vrhu, dok se na bazi nalazi rez pod kutom. Sve to pomaže u održavanju polariteta.

b) *Semi-hardwood cuttings* – poluzrele reznice, uzete su sa drvenastih vrsta s dijelomično odrvenjelih izbojaka. Ovakav tip reznica nalazimo npr. kod manga,

guave, limuna i sl. Dužina ovih reznica kreće se od 8 do 20 cm. Pri uzimanju reznica, pravi se ravni rez ispod nodija i pri tome se uklanja nekoliko donjih listova. Međutim, bolje je uvijek ostaviti od 2 do 3 lista na vrhu reznice. Ovaj tip reznica uzima se ljeti, kad se pojavljuju novi izbojci čiji je bazalni dio odrvenio.

c) *Softwood cuttings* – zelene reznice su one reznice koje su uzete od mekanih, sočnih i nelignificiranih izbojaka. Ovaj tip reznica je sklon isušivanju, pa je potrebna stalna kontrola vlažnosti. Dužina ovih reznica kreće se 5 – 6 cm, iako može varirati od vrste do vrste. Zelene reznice se uzimaju u proljeće i za razliku od drugih lakše stvaraju korijenje, ali zahtijevaju više pažnje.

d) *Herbaceous cuttings* – zeljaste reznice jesu reznice karakteristične za ne-drvenaste biljke (karanfili, krizanteme i dr.). Dužina im se kreće od 7 do 15 cm, a proces ukorjenjivanja sličan je zelenim reznicama, tj. zahtijevaju visoku zračnu vlagu.

2. Korijenske reznice – predstavljaju još jednu jednostavnu i jeftinu metodu vegetativnog razmnožavanja koja se koristi kod vrsta koje je relativno teško razmnožiti nekom drugom metodom razmnožavanja. Prosječna debljina takvih reznica iznosi oko 1 cm dok se prosječna dužina kreće 10 – 15 cm. Najpogodnije vrijeme za uzimanje korijenskih reznica s korijenskoga busena je u kasnu zimu ili rano proljeće kada se unutar korijenovog busena, tj. unutar korijenčića, nalazi višak pohranjenih hranjivih tvari. Ovim načinom razmnožava se npr. breskva, malina, trešnja, kivi, dud, smokva, jabuka i brojne druge vrste.

3. i 4. Reznice od lista i reznice od lista s pupom sastoje se od dijelova lista, lisnih peteljki i kratkog komada stabljike s pupom. Reznice od lista s pupom kreću se 10 – 15 cm dužine, i koriste se kad je reprodukcijски materijal s kojim raspolažemo, malen. Ova metoda koristi se kod limuna, maline, kupine i dr.

Od svih navedenih vrsta reznica, za razmnožavanje vrsta roda *Paulownia* i njenih hibrida koriste se korijenske reznice. To je najčešća metoda razmnožavanja koja se u Kini prakticira već više od pola stoljeća. Na otvorenom prostoru, korijenske reznice se pikiraju u otvorene gredice koje su ukopane u tlo. Nasute su pijeskom i njihova dubina iznosi oko 15 cm. Pijesak zbog veličine svojih frakcija i male mogućnosti adsorpcije vode lako propušta višak vlage dok je okolno tlo zadržava. Takve ukopane gredice naknadno se prekrivaju najlonskim materijalom, radi

povećanja vlažnosti i temperature. Kada tako pikirane reznice razviju svoj korijenski sustav i kada započne rast izbojaka, one se vade iz gredica i presađuju se u matičnjak rasadnika. Ova metoda je omogućila relativno jeftinu proizvodnju biljaka u velikom broju.

1.4. Razmnožavanje korijenskim reznicama

Postoje 4 faze razmnožavanja paulovnije uzgojenih korijenskim reznicama (Drvodelić, 2018b).

1. Faza – Uzimanje i dorada korijenskih reznica sa matične biljke u rasadniku

Općenito, korijenske reznice uzimaju se u matičnjaku rasadnika za vrijeme mirovanja vegetacije (dormantnosti), od prosinca do ožujka, kad tlo nije prekriveno snijegom i kada nije smrznuto. Biljke sa kojih se uzimaju korijenske reznice moraju biti stare minimalno jednu, a najviše dvije godine. Zbog unčikovitosti, korijenov busen se vadi van uz pomoć bagera. Buduće reznice trebaju biti dužine od oko 10 cm, dok promjer treba biti u rasponu od 1,5 do 3,0 cm. Nakon odabira reznica, iste se čiste od okolnog tla i tretiraju se fungicidima. Broj reznica koje se mogu uzeti sa jednog korijenovog busena kreće se između 20 i 30. Korijenski sustav koji se vadi van doseže dubinu do maksimalno 50 cm. Kako ne bi došlo do zabune prilikom pikiranja, treba obratiti pažnju na polaritet reznica. Kako bi se postiglo bolje zakorijenjivanje reznica, one se nakon čišćenja i tretiranja fungicidom ostavljaju od 5 do 10 dana u zrakosuhom prostoru. Ostatak korijenskog busena može se nakon toga prodati za sadnju. Takav korijenski sustav ne može poslužiti za osnivanje plataža bilo koje vrste (industrijske, energetske i sl.) nego isključivo za osnivanje novih stabloređa, kao soliterno stablo i sl.

2. Faza – Pikiranje reznica u PVC lončice ispunjene supstratom za zakorijenjivanje

Dio korijena bliže pridanku debla treba biti pikiran u supstrat prema gore (Drvodelić, 2018b). Onaj dio korijena koji je bliži pridanku (proksimalni dio) reže se pod kutom od 90°, a onaj dalji od pridanka, distalni dio, reže se pod kutom od 45°. Pikiranje u PVC lončice se obavlja ručno i to tako da gornji, ravni rez na reznici, bude

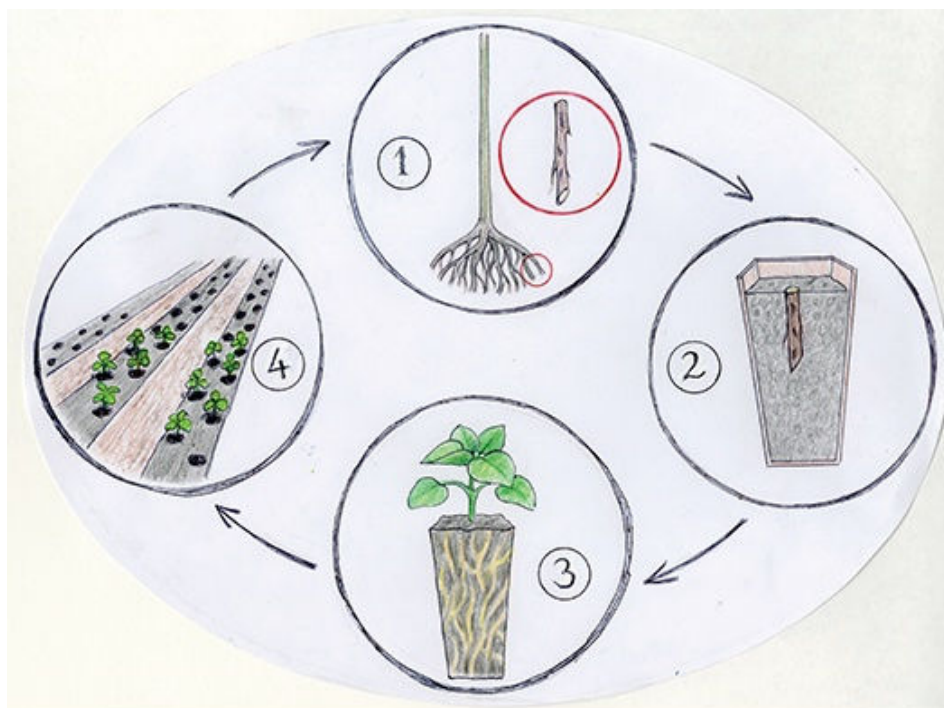
u ravnini sa supstratom koji se nalazi u lončiću. Supstrat koji se stavlja u lončiće mora imati dobre vodozračne odnose. Pikiranje se osim u četvrtastim loncima, čije se visine kreću od 12 do 15 cm i čija je zapremnina od 1,0 do 1,5 l, može obavljati i u perforiranim PVC vrećicama koje su dosta jeftinije, ali nemaju jednako dobar učinak kao PVC lončići.

3. Faza – Zakorjenjivanje korijenskih reznica

Kako bi došlo do zakorjenjivanja reznica, trebamo supstrat održavati stalno vlažnim. Uz taj uvjet, nužno je osigurati i temperaturu zraka od 20 °C na više. Taj uvjet postiže se u grijanom i dobro zaštićenom prostoru. Budući da takve reznice imaju velike zalihe hranjivih tvari, one iz adventivnih pupova počinju tjerati izbojke, a iz meristemskih stanica se razvije adventivno korijenje. Za rast izbojaka (1 – 3) potrebno je osigurati umjetnu hladno bijelu boju svjetlosti (4500 – 6500K) ili prirodno svjetlo (kad su dani duži) u zaštićenim objektima (Drvodelić, 2018b). Sve ovo dovodi do jako visoke stope zakorjenjivanja, koja prema domaćim iskustvima iznosi oko 97 %.

4. Faza – Osnivanje novog matičnjaka

Nakon što sadnice s 1 – 3 izbojka dosegnu 10-ak cm visine mogu se presađivati u matičnjak rasadnika u trenutku kada je prošla opasnost od kasnih proljetnih mrazeva što u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske znači iza 15. svibnja. Prilikom presadnje, ostavlja se jedan izbojak dok se ostatak uklanja, ali mogu se ostaviti i biljke gdje nije provedeno uklanjanje izbojaka, jer se po završetku prve vegetacijske sezone sadnice režu u području vrata korijena, tj. čepiraju se. Sadnice se sade u matičnjak na prethodno pripremljeno tlo (riperanje, oranje, tanjuranje) i uzdignute gredice na kojima je projektiran sustav navodnjavanja kap na kap iznad koje ide crna folija širine 120 cm (Drvodelić, 2018b). Nakon što smo na foliji napravili otvore u obliku slova "X", sadnice se sade kroz te otvore i to u pravilnom trokutastom rasporedu gdje je razmak od biljke do biljke u istom redu iznosi 60 – 80 cm. Razmak između redova može varirati 50 – 60 cm. Nakon prve vegetacijske sezone, od prosinca do ožujka slijedi ponovno uzimanje reznica, čime je zatvoren krug od 4 faze.



Slika 1. Faze razmnožavanja korijenskim reznicama (izradio: doc. dr. sc. Damir Drvodelić i Petar Tadić) Ilustracija: akademski slikar Ivica Gabrić

1.5. Problem dužine reznice

Parametar dužine reznice predstavlja vrlo važan čimbenik za zakorjenjivanje koji najčešće dovodi do negativnih pojava slabog postotka oživljavanja reznica i njihovog sušenja. Prema istraživanjima Međedovića i Ferhatovića (2003) koja su provedena u brojnim rasadnicima, granica gornje vrijednosti dužine reznice je 15 cm, iako velik broj vrsta zahtijeva daleko manju dužinu reznice. Prema tome, prosječna vrijednost dužine reznice za većinu vrsta i kultivara iznosi između 10 i 12 cm. Dužina reznice, kao parametar, bitno utječe na transport vode pri transpiraciji te kretanju asimilata u bazipetalnom smjeru. Osim asimilata, u istom smjeru se kreću i biljni hormoni rizogeneze čija je uloga od posebnog značaja za proces oživljavanja reznice. Uz provodnu funkciju, dužina je bitna i kao faktor fiksiranja i zadržavanja reznice u ortotropnom položaju, do vremena prorastanja korijenskog sustava i učvršćivanja. Međutim, najveće značenje dužine reznice (osobito kod četinjača) ogleda se u činjenici da se prilikom razmnožavanja reznicama u startu dobije nivo

dvogodišnje ili trogodišnje sadnice iz sjemena. Time se skraćuju vrijeme i troškovi proizvodnje, te razdoblje školovanja i uzgoja sadnica u rasadniku.

1.6. Fiziologija razmnožavanja biljaka korijenskim reznicama

U posljednjih nekoliko godina različite discipline koje se bave proučavanjem biljaka pokazuju sve veći interes za diferencijaciju korijena i *in vitro* razmnožavanje. Stvaranje adventivnog korijenja iz reznica izuzetno je važno u vegetativnom razmnožavanju (Jackson, 1986; Davis i Haissig 1990).

Adventivno korijenje može nastati kao posljedica ozljede korijena, debla, grane ili drugih tkiva (Pallardy, 2008) i taj proces sličan je procesu inicijacije normalnog bočnog korijenja. Adventivno korijenje inducirano ranjavanjem tkiva čini osnovu za razmnožavanje šumskih i hortikulturnih vrsta (Steffens i Rasmussen, 2016) koje su pogodne za vegetativno razmnožavanje reznicama.

1.6.1. Fiziološka osnova zakorjenjivanja reznica

Prema Drvodeliću (2018b), postoje tri faze zakorjenjivanja, a to su inicijacija – koja je ujedno i ključna; indukcija – odvija se dioba stanica, te ekspresija. Faza inicijacije traje svega od 2,5 h do 48 h, nema diobe stanica, auksini se nakupljaju, šećeri putuju prema dolje, počinje reprogramiranje kambija – kod jedne ili nekoliko stanica dolazi do promjene na DNK molekuli (aktivacija i inaktivacija). Razlikujemo dva tipa indukcije, a to su direktna i indirektna. Kod direktne indukcije korijen se razvija iz kambija, dok kod indirektna nastaje adventivno korijenje, stvara se kalus koji se počne diferencirati.

Fiziološki uvjeti za stvaranje novog korijena općenito su poznati. Auksini, sami ili u specifičnoj ravnoteži s citokininima, igraju ključnu ulogu u razvoju korijena iz organiziranog tkiva kao i iz nediferenciranog kalusa (Skoog i Miller, 1957; Thorpe, 1982; Davis i Haissig, 1990). U netaknutim biljkama, signalne molekule citokinin i strigolaktoni se uglavnom proizvode u korijenu, dok se auksin uglavnom proizvodi u izbojku. Odmah nakon rezanja, putevi za signaliziranje odgovora na ranu

uspostavljaju se u bazi reza (Creelman i dr., 1992; Schillmiller i Howe, 2005) s naglim povećanjem razine jasmonične kiseline 30 minuta nakon rezanja koja je potrebna za uspješan razvoj korijena. Reaktivni oblici kisika, polifenoli i sumporovodik, također potiču i pospješuju zakorjenjivanje. Polifenoli to postižu smanjivanjem razgradnje auksina (Steffens i Rasmussen, 2016). Auksin se nakuplja u bazi reznice djelujući uzvodno dušikovog oksida za iniciranje zakorjenjivanja. Auksin, dušikov oksid i vodikov peroksid povećavaju topljivost šećera koji se mogu koristiti za razvoj korijena. Vodikov peroksid je važan za procese koji se javljaju kao odgovor na ranjavanje tkiva (Quan i dr., 2008) čija se proizvodnja povećava 12 h nakon reza i na to može pozitivno utjecati indol-3-maslačna kiselina (auksin) (Li i dr., 2009) što upućuje na mehanizam povratne sprege između biosinteze auksina i signaliziranja reaktivnih oblika kisika. Nadalje, razine inhibitora inicijacije korijena (citokinin i strigolakton) su smanjene uklanjanjem izvornog sustava korijena. U kasnijim fazama, auksin inhibira produljenje primordija, dok etilen potiče pojavu adventivnog korijenja. Kako se uspostavlja novi korijenski sustav, proizvodnja citokinina i strigolaktona vraća se u normalu i ponovno se stvara ravnoteža biljnih hormona.

1.6.2. Faza indukcije

Indukcija korijena potiče se istovremeno povećanom koncentracijom auksina i sniženom koncentracijom citokinina (Bollmark i Eliasson, 1986). Koncentracija auksina netom nakon rezanja reznica doseže maksimum a potom se smanjuje, dok koncentracija citokinina naglo opada i s vremenom, u narednim fazama, se stabilizira. Koncentracija auksina regulirana je biosintezom, transportom (aktivni transport kroz membranu putem proteinskih prenositelja) i razgradnjom. Redukcijom jednog od ovih procesa mijenja se i proces zakorjenjivanja, od kojih najviše utječe transport jer djelovanjem inhibitora na proteinske prenositelje u staničnoj membrani onemogućuje se njegov prijenos do ciljane stanice ili tkiva. Ustanovljeno je da bi proces razgradnje auksina mogao biti razlog promjena u sposobnosti zakorjenjivanja reznica graška ili *Prunus* sp. (Rasmussen i dr., 2015). Utjecaj etilena na uspješnost zakorjenjivanja pokazao se varijabilnim ovisno o uvjetima i vrsti biljke. Tako npr. kod duhana (*Nicotiana tabacum* L.) (McDonald i Visser, 2003) i trešnje (*Prunus avium* L.) (Biondi i dr., 1990) tretman etilenom je pokazao inhibicijski utjecaj na zakorjenjivanje

reznica, dok je kod grožđa (Riov i Yang, 1989) djelovao pozitivno na zakorjenjivanje reznica stabljike. Dakle, poznato je da etilen, kao biljni hormon, može biti u interakciji i s auksinima i citokininima, ali za određivanje prirode tih interakcija u razmnožavanju reznicama potrebna su daljna proučavanja (Steffens i Rasmussen, 2016).

Ovi signalni putevi kontroliraju diobu stanica i diferencijaciju što rezultira stvaranjem novog korijena. Kod mnogih vrsta, adventivno korijenje se formira iz kambijalnih stanica, koje se ili razvijaju izravno u novi primordij (direktna indukcija) ili se prvo dijele i nastaje kalusno tkivo prije diferencijacije traheida i nastanka primordija (indirektna indukcija). Najosjetljiviji trenutak je povezivanje provodnih elemenata korjenčića i dijela stanice (Drvodelić, 2018b). Kako se tkivo korijena formira, mijenjaju se razine hormonskih signalnih molekula tako da se produkcija citokinina i strigolaktona povećava, moguće sprječavajući nekontroliranu diobu stanica i inicijaciju korijena. Osim biljnih hormona, dostupnost hranjivih tvari također je važan čimbenik za uspješnost zakorjenjivanja reznica.

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Pretpostavka ovog istraživanja je da morfologija korijenskih reznica ima značajan utjecaj na fiziologiju zakorjenjivanja i bitno povećava postotak zakorjenjivanja u obliku dužih, odnosno debljih reznica koje se zakorjenjuju brže i imaju veću uspješnost zakorjenjivanja, dok je za kraće, odnosno tanje reznice potrebno duže vremensko razdoblje i uspješnost zakorjenjivanja je manja.

Specifični ciljevi rada su:

1. istražiti utjecaj dužine korijenskih reznica na brzinu i uspješnost zakorjenjivanja,
2. istražiti utjecaj debljine korijenskih reznica na brzinu i uspješnost zakorjenjivanja.

Nadalje, jedan od ciljeva ovog istraživanja je, na temelju dobivenih rezultata, pridonijeti uspješnijoj rasadničkoj proizvodnji korištenjem onog tipa reznica kod kojeg je ustanovljen veći postatak zakorjenjivanja u što kraćem vremenskom razdoblju.

3. MATERIJALI I METODE

Za ispitivanje utjecaja dužine i debljine korijenskih reznica na uspješnost zakorjenjivanja korištene su reznice hibrida *Paulownia fortunei* × *Paulownia tomentosa*. Pokus hibrida paulovnije osnovan je 10.04.2018. godine u stakleniku rasadnika "Šumski vrt i arboretum" Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

3.1. Uzimanje i dorada korijenskih reznica hibrida *Paulownia fortunei* × *Paulownia tomentosa*

Reznice su rezane voćarskim škarama koje su prethodno dezinficirane. Uzimane su s obzirom na polaritet, kako bi se izbjegla zabuna prilikom pikiranja istih. Gornji (proksimalni) dio korijena rezao se pod kutom od 90°, a donji (distalni) pod kutom od 45°. Budući da se standardna dužina reznica kreće od 8 do 15 cm, reznice su podijeljene u dvije skupine: kratke (8 cm) i dugačke (15 cm) kako bismo ispitali utjecaj dužine reznica na zakorjenjivanje. Digitalnom pomičnom mjerkom izmjerili smo promjer reznica na sredini s preciznošću na stotinku milimetra, te je svaka skupina podijeljena i s obzirom na debljinu tako da razlika među njima bude na oko vidljiva.



Slika 2. Kratke korijenske reznice (tanke – lijevo; debele – desno)



Slika 3. Dugačke korijenske reznice (tanke – lijevo; debele – desno)

3.2. Pikiranje reznica u kontejnere

Iz svake skupine uzeto je po 30 reznica. Pikirane su u pojedinačne PVC kontejnere Soparco volumena 2 l (11,3 cm × 11,3 cm × 21,5 cm) u gotovi supstrat za uzgoj ukrasnog grmlja i drveća u kontejnerima Klasmann. Klasmann kontejnerski supstrat je mješavina slabo razgrađenog bijelog treseta, smrznutog crnog treseta i drvenih vlakana kojemu provodljivost iznosi 40 mS/m (+/- 25 %), pH vrijednost 5,0 – 6,0 te ukupna količina dodanog gnojiva (NPK 14:10:18) 1,5 kg/m³. Količina teških metala u supstratu nalazi se ispod maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK), propisanih Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima (NN br.15/92) mg/kg: Zn 71,3; Cu 16,7; Cd 0,638; Pb 21,11; Mo 0,109; Ni 6,98, Cr 4,51; Hg<0,01; As 0,126; Co 8,05. U supstrat je dodano 6 g/l gnojiva s produženim djelovanjem treće generacije Osomocote Exact Standard 5-6M formulacije 15-9-12+2MgO+TE (15 % dušik, 9 % fosfor pentoksid, 12 % kalijev oksid, 2 % magnezijev oksid). U svaki kontejner od 2 l dodano je metodom miješanja 12 g gnojiva. Reznice prethodno nisu tretirane fitohormonima niti fungicidima protiv truleži. Reznice svih skupina pikirane su 10.04.2018. godine na isti način, utiskivanjem u supstrat tako da je gornja površina reza od 90° u razini supstrata, kako bi se izbjeglo sušenje dijela reznice iznad supstrata. Odmah nakon pikiranja u stakleniku je postavljena prijenosna meteorološka postaja za mjerenje temperature i relativne vlage zraka proizvođača Rotronic.



Slika 4. Korijenske reznice prije pikiranja u PVC kontejnere

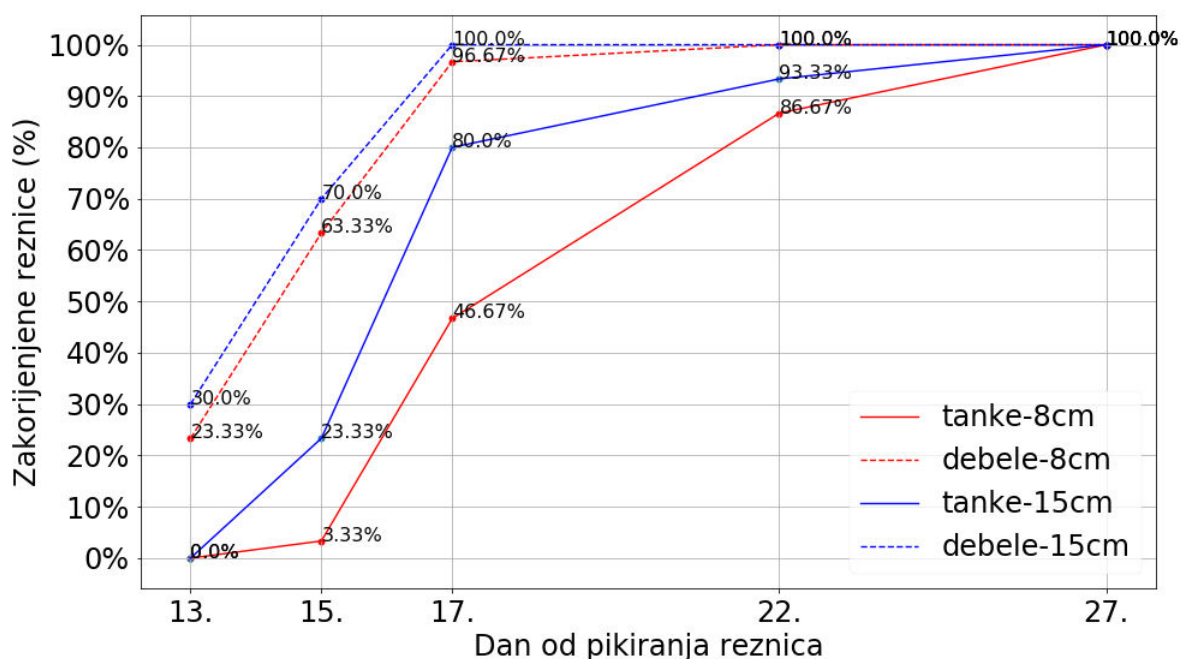


Slika 5. Korijenska reznica pikirana u PVC kontejner

Prva kontrola zakorjenjivanja reznica bila je 23.04.2018. godine, 13 dana od pikiranja. Nakon toga, kontrola zakorjenjivanja reznica obavljena je svaka dva dana do 27.04.2018. godine, a nakon toga još dva puta u razmaku od 5 dana (02.05.2018. i 07.05.2018.).

4. REZULTATI S RASPRAVOM

Prvo registriranje zakorjenjivanja zabilježeno je 13 dana nakon pikiranja, kod dvije skupine: debelih reznica dužine 8 cm i 15 cm, dok kod preostalih skupina tankih reznica nije uočeno zakorjenjivanje. Iako se na kraju zakorijene svi ispitivani uzorci, iz grafa je jasno vidljivo da su se debele reznice, bez obzira na njihovu dužinu, značajno brže zakorijenile od tankih reznica. Prva značajnija razlika u iznosu 23,33 % uočena je već prilikom prve kontrole između skupina debelih reznica dužine 8 cm i obje skupine tankih reznica dužine 8 cm i 15 cm, dok je skupina debelih reznica dužine 15 cm postigla najveći postotak zakorjenjivanja koji je iznosio 30 %. Već dva dana poslije, prilikom druge kontrole, došlo je do zakorjenjivanja i skupina tankih reznica. Iako je došlo do njihovog zakorjenjivanja, razlika u postotku još je više porasla između skupina debelih i tankih reznica, što se očituje iz grafa (Slika 6). U manjem postotku, značajna razlika zadržala se i prilikom treće kontrole, gdje su se debele reznice dužine 15 cm pokazale kao najuspješnije, te prve postigle 100 %-tno zakorjenjivanje. Vremenom su tanke reznice dužine 8 i 15 cm povećavale postotak zakorjenjivanja te dostigle vrijednost debelih reznica, ali im je za to bio potreban veći broj dana.



Slika 6. Tijek zakorjenjivanja korijenskih reznica hibrida *Paulownia fortunei* x *Paulownia tomentosa*

Tablica 1. Promjer korijenskih reznica prije pikiranja (mm)

Ponavljanja	Tanke 8 cm	Debele 8 cm	Tanke 15 cm	Debele 15 cm
1.	6,69	20,17	8,81	21,79
2.	9,64	13,16	7,88	19,28
3.	10,07	16,4	9,79	17,14
4.	10,45	15,72	6,24	16
5.	6,28	15,5	10,81	19,18
6.	9,87	13,41	8,28	15,02
7.	6,68	16,47	6,6	16,81
8.	11,5	21,21	10,26	14,85
9.	8,84	17,87	9,3	21,04
10.	7,93	16,53	9,1	15,34
11.	10,94	19,07	11,87	19,2
12.	11,81	14,18	10,65	21,78
13.	11,2	14,63	10,51	20,2
14.	7,47	15,26	8,83	16,69
15.	9,46	18,95	9,62	21,64
16.	6,03	14,12	10,7	16,57
17.	8,22	14,77	13,53	14,26
18.	7,95	17,12	7,98	18,59
19.	8,61	14,61	8,14	12,51
20.	9,51	13,52	9,77	17,82
21.	11,35	15,66	9,99	17,37
22.	10,52	14,22	8,9	18,77
23.	6,63	14,95	6,2	23,45
24.	6,4	13,77	8,37	15,64
25.	11,43	16,66	8,45	17,42
26.	9,58	13,48	6,5	11,76
27.	9,26	16,22	7,59	14,62
28.	8,91	14,92	5,66	16
29.	10,53	13,38	8,01	16,17
30.	8,59	14,87	8,15	16,04
Maksimum	11,81	21,21	13,53	23,45
Minimum	6,03	13,16	5,66	11,76
Medijan	9,36	15,11	8,82	11,76
Prosjek	9,08	15,69	8,88	17,43

Pri uzimanju, reznice iz matičnjaka selekcioniraju se na osnovu debljine tako da razlika među njima, osim u njihovoj dužini koja je jasno definirana, bude na oko vidljiva. Kako bi se postigla preciznost i u konačnici pokazala relevantnost debljine reznica sa brzinom zakorjenjivanja, izmjeren je promjer svake reznice koja se koristila u pokusu. Maksimalni promjer tankih reznica iznosio je 13,53 mm, a minimalni promjer 5,66 mm. Maksimalni promjer debelih reznica iznosio je 23,45 mm, a minimalni promjer 11,76 mm. Značajnije razlike između centralne i srednje vrijednosti nema, osim kod debelih reznica dužine 15 cm što u konačnici nije utjecalo na očekivane rezultate istraživanja.



Slika 7. Zakorjenjivanje reznica nakon 24 dana

Tablica 2. Prosječne dnevne vrijednosti temperature i vlažnosti zraka pokusnog staklenika

Ponavljanja	Datum	Temperatura (°C)	Vlažnost (%)
DAN 1	10.4.2018.	15,27	69,09
DAN 2	11.4.2018.	16,43	65,83
DAN 3	12.4.2018.	15,34	77,49
DAN 4	13.4.2018.	16,76	63,95
DAN 5	14.4.2018.	17,98	60,71
DAN 6	15.4.2018.	18,33	71,23
DAN 7	16.4.2018.	19,38	76,39
DAN 8	17.4.2018.	16,66	82,03
DAN 9	18.4.2018.	19,30	57,70
DAN 10	19.4.2018.	20,24	57,64
DAN 11	20.4.2018.	21,62	57,87
DAN 12	21.4.2018.	21,10	55,32
DAN 13	22.4.2018.	22,37	52,85
DAN 14	23.4.2018.	23,31	44,86
DAN 15	24.4.2018.	22,82	57,83
DAN 16	25.4.2018.	22,41	53,76
DAN 17	26.4.2018.	20,79	55,73
DAN 18	27.4.2018.	20,00	55,61
DAN 19	28.4.2018.	22,23	57,85
DAN 20	29.4.2018.	23,49	56,88
DAN 21	30.4.2018.	22,45	50,10
DAN 22	1.5.2018.	20,47	53,47
DAN 23	2.5.2018.	23,31	60,73
DAN 24	3.5.2018.	22,66	62,29
DAN 25	4.5.2018.	21,24	73,57
DAN 26	5.5.2018.	21,14	73,96
DAN 27	6.5.2018.	22,08	57,20
DAN 28	7.5.2018.	23,37	50,68
Maksimum		23,49	82,03
Minimum		15,27	44,86
Prosjek		20,45	61,16

Vrijednosti temperature i relativne vlažnosti zraka u stakleniku mjerene su svakih sat vremena u razdoblju od početka pokusa 10.4.2018. do 7.5.2018. godine. Na osnovu dobivenih podataka izračunate su prosječne dnevne vrijednosti temperature i vlažnosti zraka. Te vrijednosti kretale su se između maksimalnih 23,49 °C za temperaturu i 82,03 % za vlažnost zraka, dok je minimalna vrijednost temperature zraka za to razdoblje iznosila 15,27 °C, a minimalna vlažnost zraka bila je 44,86 %.

Uz ispitivanje utjecaja dužine i debljine korijenskih reznica na uspješnost zakorjenjivanja proveden je i pokus mogućnosti biološkog zakorjenjivanja sitnog (bijelog) korijenja paulovnije. Uzete su frakcije od 2,5 cm kako bi se ispitala mogućnost zakorjenjivanja i invazivnost ukoliko se to korijenje raznese alatom za obradu tla ili nekim sličnim načinom. Dobiveni rezultat je 0 %, nakon određenog vremena reznice su istrunule, te nisu pokazale nikakve znakove biološke aktivnosti, dakle takvo korijenje ne predstavlja mogući način invazivnog širenja paulovnije.



Slika 8. Sitno korijenje paulovnije

5. ZAKLJUČCI

Sukladno postavljenim ciljevima, rezultatima istraživanja i raspravi proizlaze sljedeći zaključci:

1. Dužina i debljina korijenskih reznica pokazala je značajan utjecaj na uspješnost zakorjenjivanja gdje su debele reznice dužine 15 cm u vremenskom razdoblju od 13 dana pokazale rezultate zakorjenjivanja u iznosu od 30 %, a nakon 17 dana ta skupina imala je 100 %-tnu uspješnost zakorjenjivanja, dok su debele rezice dužine 8 cm nakon prve kontrole zakorjenjivanja imale tek nešto manji postotak 23 %, za razliku od obje skupine tankih reznica koje do tada još uvijek nisu pokazivale nikakve znakove zakorjenjivanja.
2. Utvrđen je značajniji utjecaj debljine korijenskih reznica na brzinu zakorjenjivanja koji je prema dobivenim rezultatima veći od utjecaja dužine reznica. Rezultati su pokazali kako debele reznice dužine 15 cm i 8 cm nemaju značajnijih razlika tijekom istraživanja jer maksimalna razlika između njih bila je nešto manja od 7 % nakon prve kontrole zakorjenjivanja. Međutim, tanke reznice pokazuju nešto veću varijabilnost u postotku zakorjenjivanja, te su upravo takve reznice dužine 15 cm pokazale veću uspješnost u zakorjenjivanju od kraćih reznica dužine 8 cm (maksimalna razlika bila je nešto veća od 33 %).
3. Za najveću uspješnost zakorjenjivanja, u najkraćem vremenskom razdoblju, treba koristiti debele reznice promjera od 15 do 17 mm i dužine 15 cm što doprinosi minimaliziranju troškova rasadničarske proizvodnje a da se pri tome ne utječe na smanjenje kvaliteta sadnica.
4. Tijekom istraživanja, prosječna temperatura zraka kretala se od 15 °C do 23 °C, a prosječna relativna vlažnost zraka iznosila je 61 %.
5. Istraživanjima nije utvrđena sposobnost zakorjenjivanja paulovnije sitnim korijenjem jer je potreban određeni kritični promjer koji označuje graničnu vrijednost potrebnu za sposobnost biološkog zakorjenjivanja i samim tim mogućnost njene invazivnosti.

6. LITERATURA

Akyildiz, M. H.; Sahin, H., 2010: Some technological properties and uses of Paulownia (*Paulownia tomentosa* Steud.) wood. *Journal of Environmental Biology*, 31 (3): 351–355.

Bergmann, B. A.; Moon, H. K., 1997: *In vitro* adventitious shoot production in *Paulownia*. *Plant Cell Reports*, 16 (5): 315–319.

Bergmann, B. A., 1998: Propagation method influences first year field survival and growth of *Paulownia*. *New Forests*, 16 (3): 251–264.

Biondi, S.; Diaz, T.; Iglesias, I.; Gamberini, G.; Bagni, N.; 1990: Polyamines and ethylene in relation to adventitious root formation in *Prunus avium* shoot cultures. *Physiol. Plant*, 78: 474–483.

Bollmark, M.; Eliasson, L., 1986: Effects of exogenous cytokinins on root formation in pea cuttings. *Physiol. Plant*, 68: 662–666.

Creelman, R. A., Tierney, M. L., Mullet, J. E., 1992: Jasmonic acid/methyl jasmonate accumulate in wounded soybean hypocotyls and modulate wound gene expression. *Proc Natl Acad Sci USA*, 89: 4938–4941.

Davis, T. D.; Haissig, B. E., 1990: Chemical control of adventitious root formation in cuttings. *PGRSA Quarterly*, 18: 1-17.

Drvodelić, D., 2018a: Plantažni uzgoj paulovnije. *Gospodarski list (mali gospodarski savjetnik 15.03.2018.)*

Drvodelić, D., 2018b: Razmnožavanje paulovnije korijenskim reznicama. *Šumarki list*, 5-6, 297-307.

Freeman, C. C.; Rabeler, R. K.; Elisens, W. J., 2012: *Flora of North America*, Provisional Publication, Vol. 17.

Jackson, M. B., 1986: *New root formation in plants and cuttings*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.

Kaymakci, A; Ayrilmis, A., 2013: Surface Roughness and Wettability of Polypropylene Composites Filled with Fast-Growing Biomass: *Paulownia elongata* Wood, Journal of Composite Materials.

Li, S. W.; Xue, L. G.; Xu, S. J.; Feng, H. Y.; An, L. Z., 2009: Hydrogen peroxide acts as a signal molecule in the adventitious root formation of mung bean seedlings. Environ. Exp. Bot., 65: 63–71.

McDonald, M. P.; Visser, E. J. W.; 2003: A study of the interaction between auxin and ethylene in wild type and transgenic ethylene-insensitive tobacco during adventitious root formation induced by stagnant root zone conditions. Plant Biol., 5: 550–556.

Međedović, S.; Ferhatović D., 2003: Klonska proizvodnja sadnica drveća i grmlja. 17–18.

Pallardy, S. G.; 2008: Physiology of Woody Plants, 30–32.

Rasmussen, A.; Hosseini, S. A.; Hajirezaei, M. R.; Druege, U.; Geelen, D., 2015: Adventitious rooting declines with the vegetative to reproductive switch and involves a changed auxin homeostasis. J. Exp. Bot., 66: 1437–1452.

Riov, J.; Yang S. F., 1989: Ethylene and auxin-ethylene interaction in adventitious root formation in mung bean (*Vigna radiata*) cuttings. J. Plant Growth Regul., 8: 131–141.

Rout, G. R.; Reddy, G. M.; Das, P., 2001: Studies on *in vitro* clonal propagation of *Paulownia tomentosa* Steud. and evaluation of genetic fidelity through RAPD marker. Silvae Genetica, 50 (5-6), 208–211.

Schilmiller, A. L.; Howe, G. A., 2005: Systemic signaling in the wound response. Curr. Opin. Plant Biol., 8: 369–377.

Skoog, F.; Miller, C. O., 1957: Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured *in vitro*. Symp. Exp. Biol. XI: 118-131.

Steffens, B.; Rasmussen, A., 2016: The physiology of adventitious roots.

Thorpe, T. A., 1982: Callus organization and de novo formation of shoots, roots and embryos *in vitro*. In: Tomes, D. T.; Ellis, B. E.; Harney, P. M.; Kasha, K. J.; Peterson, R. L. Application of Plant Cell and Tissue Culture to Agriculture and Industry. 115–138. Plant Cell Culture Centre, University of Guelph, Ontario.

Wang, Q.; Shogren J. F., 1992: Characteristics of the Crop *Paulownia* System in China, Agriculture, Ecosystems & Environment, Vol. 39, No. 3-4: 145-152.

Zhu, Z. H.; Chao C. J.; Lu, X. Y.; Xiong, Y. G., 1986: *Paulownia* in China: Cultivation and Utilization, Asian Network for Biological Sciences and International Development Research Centre, Singapore. 1–65.

.

7. SAŽETAK

Valentina Lovrić, Bruno Mihaljević

Utjecaj dužine i debljine korijenskih reznica paulovnije na uspješnost zakorjenjivanja

U rod *Paulownia* pripadaju listopadne, brzorastuće, tvrde vrste drveća iz porodice *Paulowniaceae*. U prirodi, vrste iz ove porodice, ali i hibridi nastali prirodnim putem, razmnožavaju se isključivo sjemenom (generativno). Zbog brojnih općekorisnih funkcija, izvanrednih rezultata u prinosu drvne mase i njene kvalitete, plantažni uzgoj paulovnije u Republici Hrvatskoj se u posljednjih nekoliko godina intenzivirao. Za podizanje plantaža paulovnije najčešće se koriste hibridi *Paulownia elongata* × *Paulownia fortunei* i *Paulownia fortunei* × *Paulownia tomentosa*. Najjednostavniji način razmnožavanja vrsta iz roda *Paulownia* je razmnožavanje korijenskim reznicama čime se u kratkom vremenskom razdoblju dobije velik broj genetski uniformnih sadnica, a time se uvelike minimaliziraju troškovi za podizanje plantaža. Postoje četiri faze razmnožavanja paulovnije iz korijenskih reznica: uzimanje i dorada korijenskih reznica s matične biljke u matičnjaku, pikiranje reznica u PVC lončice ispunjene supstratom za zakorjenjivanje, zakorjenjivanje korijenskih reznica i osnivanje novog matičnjaka. Za ispitivanje utjecaja dužine i debljine korijenskih reznica na uspješnost zakorjenjivanja korištene su reznice hibrida *Paulownia fortunei* × *Paulownia tomentosa*. Korijenske reznice uzimane su s obzirom na polaritet na način da se distalni dio korijena reza pod kutem od 45° a proksimalni pod kutem od 90°. Reznice su podijeljene su na kratke (8 cm) i dugačke (15 cm). Svaka skupina reznica dodatno je podijeljena na tanke i debele na način da razlika bude na oko vidljiva. Iz svake skupine u istraživanje je uzeto po 30 reznica. Pikirane su u PVC pojedinačne kontejnere tako da je proksimalni dio bio u razini supstrata. Tijekom istraživanja redovno se obavljala kontrola zakorjenjivanja, temperature i vlažnosti zraka. Rezultati su pokazali kako je najveća uspješnost zakorjenjivanja u najkraćem vremenskom razdoblju postignuta kod debelih reznica prosječnog promjera 17,43 mm i dužine 15 cm. Cilj ovog istraživanja je pridonijeti uspješnijoj rasadničkoj proizvodnji korištenjem onih korijenskih reznica koje su pokazale najveću učinkovitost, čime se smanjuju troškovi, a ne dolazi do smanjenja kvaliteta sadnica.

Ključne riječi: paulovnja, korijenske reznice, zakorjenjivanje, tanke reznice, debele reznice

8. SUMMARY

Valentina Lovrić, Bruno Mihaljević

Influence of the length and thickness of the root cuttings on the success of rooting

In genus *Paulownia* belong deciduous, fast-growing, hardwood species of the family *Paulowniaceae*. In nature, the species from this family, as well as the hybrids generated naturally, are reproduced exclusively by seed (generatively). Because of the numerous general functions, remarkable results in the yield of wood mass and its quality, plantation cultivation of paulownia in the Republic of Croatia has intensified in recent years. The hybrids are most often used to lift the plantations of paulownia are *Paulownia elongata* × *Paulownia fortunei* and *Paulownia fortunei* × *Paulownia tomentosa*. The simplest method of reproduction species of *Paulownia* genus is propagation by root cuttings thus in a short time period produces a large number of genetically uniform seedlings, thus greatly reduce the cost of raising the plantations. There are four stages of reproduction of the paulownia from root cuttings: digging out and finishing of root cuttings from the parent stock, pricking out the cuttings into PVC containers filled with potting media, rooting the cuttings and the establishment of a new parent stock. For examination, the influence of the length and thickness of root cuttings on the success of rooting were used cuttings hybrids of *Paulownia fortunei* × *Paulownia tomentosa*. Root cuttings were taken concerning the polarity in such a way that distal part of the root was cut at an angle of 45° and the proximal part was cut at an angle of 90°. Cuttings are divided into short (8 cm) and long (15 cm). Each group of the cuttings was additionally divided into thin and thick cuttings, making the difference visible to the naked eye. A total of 30 cuttings were taken from each group for our research. The cuttings were pricked out into PVC containers in such a way that the proximal part was at the level of the potting medium. During the research, the control of rooting, temperature, and humidity was regularly performed. The results showed that the greatest success off rooting in the shortest time period achieved at thick cuttings average diameter 17,43 mm and length 15 cm. This research aims to contribute to a more successful nursery production using those root cuttings which have shown the highest efficiency, which reduces costs, and there is no decrease in the quality of seedlings.

Key words: paulownia, root cuttings, rooting, thin cuttings, thick cuttings