

Učinkovitost mehaničkih i kemijskih metoda suzbijanja plantaža paulovnije

Hubak, Tomislav Krešimir

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:478559>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-13**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

ŠUMARSKI FAKULTET

ŠUMARSKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ

URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

TOMISLAV KREŠIMIR HUBAK


**UČINKOVITOST MEHANIČKIH I KEMIJSKIH METODA
SUZBIJANJA PLANTAŽA PAULOVNIJE**

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB (RUJAN, 2020.)

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Autor:	Tomislav Krešimir Hubak 25.6.1991., Zagreb 0068211298
Naslov:	Učinkovitost mehaničkih i kemijskih metoda suzbijanja plantaža paulovnije
Predmet:	Uzgajanje šuma posebne namjene
Mentor:	doc. dr. sc. Damir Drvodelić
Rad je izrađen:	Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
Akad. godina:	2019./2020.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 25. rujna 2020. godine
Rad sadrži:	Stranica: 23 Slika: 10 Tablica: 5 Grafikona: 1 Navoda literature: 17
Sažetak:	<p>Istraživanje je provedeno na dvije pokusne plohe paulovnije u rasadniku „Šumski vrt i arboretum“ Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Pokusne plohe su površine 60 m² (ploha 1 – mehaničke metode, ploha 2 – kemijske metode). U zimi 2017. godine panjevi će se na plohi 1 izvaditi bagerom, a na plohi 2 premazati sistematičnim totalnim herbicidom – arboricidom Tordon 22 K. U ljetu 2018. godine ploha 1 će se zaorati, a na plohi 2 aplicirati će se otopina Tordona 22 K po listu. U proljeću 2019. godine obaviti će se mjerenje visina biljaka nastalih izbojcima iz panja i izdancima iz žilja na obje plohe, a u zimi 2020. godine drugo mjerenje po istom principu. Na taj način dobiti će se broj izbojaka i izdanaka na pokusnim plohama, te broj biljaka po hektaru. Dobiveni rezultati pokazati će nam učinkovitost pojedine metode.</p>

	IZJAVA O IZVORNOSTI RADA	OB ŠF 05 07
		Revizija: 1
		Datum: 28.6.2017.

„Izjavljujem da je moj *završni rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

vlastoručni potpis

Tomislav Krešimir Hubak

U Zagrebu, 25.9.2020.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Razmnožavanje paulovnije	2
1.1.1. Razmnožavanje korijenskim reznicama	2
1.2. Korijenski sustav paulovnije	5
1.3. Kulture kratkih ophodnji.....	6
1.4. Zakonodavni okvir	6
1.5. Plantažni uzgoj paulovnije.....	7
1.5.1. Čepiranje	8
2. Cilj rada	9
3. Materijali i metode	10
3.1. Mehaničke metode suzbijanja	10
3.2. Kemijska metoda suzbijanja	11
4. Rezultati	13
5. Rasprava.....	19
6. Zaključak.....	21
7. Literatura.....	22

1. Uvod

Paulovnja je listopadna, brzo rastuća vrsta drveća porijeklom iz Kine. Pripada rodu *Paulowniaceae*, koji se sastoji od devet vrsta i nekoliko prirodnih hibrida (Drvodelić, 2018.). Vrste iz navedenog roda vrlo su prilagodljive na različite edafske i klimatske čimbenike i dobro rastu na marginalnim zemljištima (Zhu i dr. 1986.).

Paulovnije pripadaju u pionirske vrste drveća sa svim osobinama koje posjeduju te vrste: rano rađanje sjemenom, sitno i mobilno sjeme, obilni urodi svake ili svake druge godine, brza ontogeneza a stabla su kratkog životnog vijeka (Drvodelić, 2018a).

Drvo paulovnije je svijetle boje i glatke površine. Lagano je, ali izuzetno čvrsto i žilavo. Prema Drvodeliću (2018b) drvo paulovnije je 50 % lakše od naših domaćih vrsta tvrdih listača (hrast, grab...). Ne vitoperi se i ne deformira, a u daskama se lako i brzo suši. Lagano se obrađuje zbog čega je pogodno za rezbarenje, te ima dobra izolacijska svojstva (Zhu i dr., 1986). Koristi se i za proizvodnju peleta, namještaja, glazbenih instrumenata, igračka itd.

Paulovnja se najčešće uzgaja u šumskim plantažama zbog proizvodnje drvene biomase. Glavna prednost paulovnije, kao energetskog usjeva, jest brz rast u prvih godinu do dvije, u optimalnim uvjetima u prvoj vegetacijskoj sezoni godini naraste u visinu od 5 do 6 m s godišnjim povećanjem prsnog promjera od 3 od 4 cm. Paulovnije karakterizira sposobnost stvaranja novih izbojaka iz panja što znači da nema potrebe za novom sadnjom čime se povećava isplativost ulaganja (El-Showk S., El-Showk N., 2003).

1.1. Razmnožavanje paulovnije

Razmnožavanje paulovnije može biti generativnim i vegetativnim načinima. U prirodi se vrsta razmnožava sjemenom. Vrsta *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.) u nekim dijelovima svijeta smatra se visoko invazivnom vrstom za ekosustav zbog veoma sitnog sjemena koje se lako rasprostire vjetrom (anemohorija). U rasadničkoj proizvodnji razmnožavanje sjemenom se ne koristi zbog osjetljivosti ponika i sporog rasta biljke u mladosti (Drvodelić, 2018c). Glavni nedostatak generativnog ili spolnog razmnožavanja je varijabilnost u potomstvu koje nikada neće imati isti genotip kao roditeljsko stablo.

Glavni način razmnožavanja vrsta i hibrida paulovnije u rasadniku je vegetativni, nespolni način. Koristi se autovegetativno razmnožavanje tehnikama makropropagacije (korijenskim reznicama, zelenim vršnim reznicama od stabljike, zrelih reznicama, reznicama iz mladih zaperaka reznicama) i tehnikama mikropropagacije u kulturi tkiva ili *in vitro* (Drvodelić, 2018d). Drugi način vegetativnog razmnožavanja je cijepljenje.

1.1.1. Razmnožavanje korijenskim reznicama

Razmnožavanje korijenskim reznicama je najlakši i najučinkovitiji način razmnožavanja paulovnije u rasadničkoj proizvodnji. Postoje 4 faze razmnožavanja paulovnije uzgojenih korijenskim reznicama (Drvodelić, 2018e):

1. Uzimanje i dorada korijenskih reznica sa matične biljke u matičnjaku

Korijenske reznice uzimaju se u matičnjaku rasadnika od prosinca do ožujka u vrijeme mirovanja vegetacije kada tlo nije smrznuto ili pod snijegom. Matične biljke s kojih se uzimaju reznice moraju biti stare jednu ili maksimalno dvije godine. Korijenski sustav matične biljke se vadi bagerom zbog učinkovitosti. Nakon uzimanja, reznice treba očistiti od tla i tretirati fungicidom. Reznice trebaju biti debljine od 1,5-3,0 cm i duljine 10-ak cm. Od jednog korijenskog sustava jednogodišnje matične biljke može se uzeti od 20-30 korijenskih reznica.

2. Pikiranje reznica u pvc lončice ispunjene supstratom za zakorjenjivanje

Dio korijena bliže pridanku debla treba biti pikiran u supstrat prema gore. Proksimalni dio korijena (bliže pridanku) reže se pod kutom od 90°, a distalni (dalje od pridanka) pod kutom od 45°. To znači kako se dorađena reznica mora pikirati u kosim rezom prema dolje. Pikiranje se obavlja ručno na način da gornji ravni rez bude u razini s površinom supstrata. Za pikiranje se najčešće koriste četvrtasti pvc lončici visine 12-15 cm i zapremine od 1,0-1,5 l. Mogu se koristiti i perforirane pvc vrećice iste zapremine koje su jeftinije ali nemaju tako dobar učinak kao pvc lončici. Koriste se uobičajeni supstrati za zakorjenjivanje s dobrim vodozračnim odnosima.

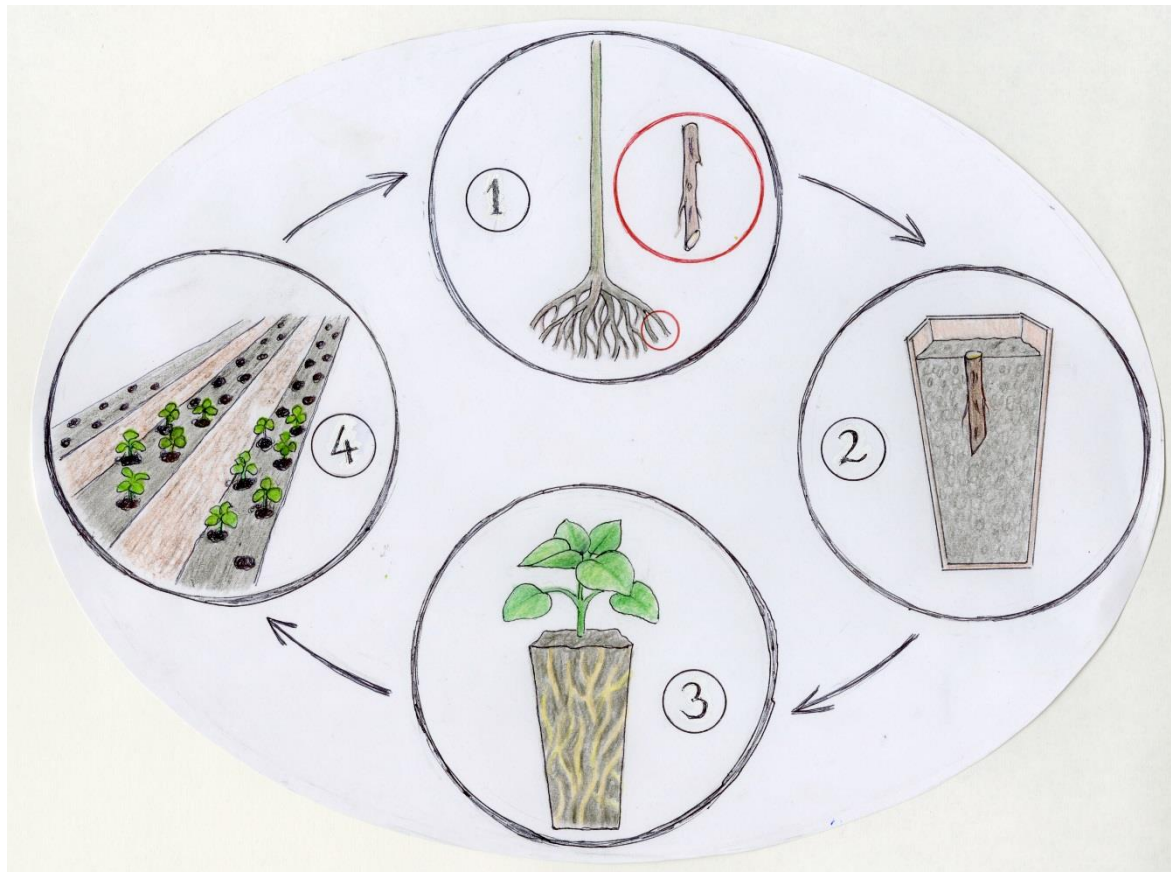
3. Zakorjenjivanje korijenskih reznica

Od vanjskih uvjeta za zakorjenjivanje potreban je stalno vlažan supstrat i temperatura zraka od 20°C i više. Zakorjenjivanje se obavlja u grijanom zaštićenom prostoru. Korjenova reznica iz zaliha vlastitih hranjivih tvari paralelno počinje iz adventivnih pupova tjerati izbojke a iz meristemskih stanica adventivne korjenčice. 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. Ožiljavanje korijenskih reznica je visoko, ovisno od vrste ili hibrida ali i vanjskih uvjeta za zakorjenjivanje te iznosi prema domaćim iskustvima oko 97%.

4. 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. U trenutku sadnje, može se obaviti skidanje viška izbojaka tako da ostane samo jedan ali se mogu ostaviti i svi jer se sadnice u proljeće nakon završene prve vegetacije čepiraju (režu u području vrata korijena). 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. Sadnice se sade u otvore na foliji u obliku slova „X“ u pravilnom trokutastom rasporedu s razmakom biljke od biljke u redu od 60-80 cm i razmakom između redova od 50-60 cm. Nakon prve vegetacije, od prosinca do ožujka slijedi ponovo uzimanje reznica od korijena sadnica u matičnjaku, uzgoj sadnica i prodaja

jednogodišnjeg korjenjaka. Ovim postupkom zaokružene su sve 4 faze razmnožavanja paulovnije iz korijenskih reznica.



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

1.2. Korijenski sustav paulovnije

Paulovnja ima vrlo dobro razvijen korijenski sustav. Površinsko korijenje je tanko, dihotomski se grana i vrlo je gusto. Apsorpcijsko korijenje ima veliku duljinu, može narasti više od 60 cm. Na razvoj i distribuciju korijenskog sustava značajno utječe razina podzemnih voda, fizikalne značajke tla i dostupnost hranjivima. Paulovnja je najpogodnija za sadnju na pjeskovitim tlima s dobrom drenažom. Gotovo 70-85% absorpcijskog korijenja vrste *P. elongata* se rasprostire u radijusu od 40-100 cm (Drvodelić, 2016). Paulovnja je osjetljiva vrsta na poplavne vode i podzemne vode blizu površine, tj. zone korijena. Razgranati i duboki korijenski sustav paulovnju čini pogodnom vrstom za sanaciju klizišta i sprječavanje erozije. Izbojna snaga korijena je izuzetno velika i korijen vrlo lako aktivira nove izbojke iz panja i izdanke iz žilja.



Slika 2. Lijevo: Izgled izvađenog korijenskog sustava trogodišnje sadnice paulovnije (Izvor: mag. ing. silv. Luka Prša; desno: izbojak paulovnije iz panja (Izvor: doc. dr. sc. Damir Drvodelić)

1.3. Kulture kratkih ophodnji

Kulture kratkih ophodnji (KKO), (engl. Short Rotation Coppice ili Short Rotation Intensive Culture) zajednički je naziv za nasade vrsta drveća za proizvodnju biomase, stoga još nose naziv energetske kulture. Energetske kulture su umjetno podignuti nasadi brzorastućih vrsta šumskog drveća, koje obilježava gusti raspored sadnje. Kulture kratkih ophodnji najčešće se podižu na tlima koja su degradirana i nepovoljna za poljoprivredu ili proizvodnju drugih vrsta drveća (Kajba 2009). Takvi nasadi mogu se osnovati pomoću vrsta drveća koja se nakon sječe moraju ponovo zasaditi (bagrem, eukaliptus) ili se koriste vrste drveća koje se uzgajaju kao panjače (vrbe, topole, johe, bagrem, paulovnije i dr.). Karakteristika vrsta drveća koja se uzgajaju kao panjače jest velika izbojna snaga iz panja. Takve vrste imaju sposobnost aktivirati nove izbojke nakon izvršene sječe. Izbojci će kroz dvije do pet godina opet biti spremni za sječu. Na taj način je omogućena sukcesivna sječa u šest do osam ophodnji, nakon kojih se zbog smanjenog vitaliteta biljaka i opadanja produkcije biomase kultura kratkih ophodnji mora iskrčiti i zamijeniti novih sadnim materijalom (Kajba 2009a).

1.4. Zakonodavni okvir

Uzgoj vrsta namijenjenih za osnivanje energetske nasada podliježe Zakonu o drvenastim kulturama kratkih ophodnji (Narodne novine, br. 15/18), Pravilniku o stručnom nadzoru uzgoja drvenastih kultura kratkih ophodnji (Narodne novine, br. 111/18) i Pravilniku o popisu biljnih vrsta za osnivanje drvenastih kultura kratkih ophodnji te načinu i uvjetima pod kojima se mogu uzgajati (Narodne novine, 16/2019). U smislu ovog Zakona kulturama se smatraju intenzivni nasadi brzorastućih vrsta drveća ili drugih biljnih vrsta koje se uzgajaju na poljoprivrednom ili šumskom zemljištu u kratkom razdoblju, najdulje do osam godina između dviju sječa odnosno žetvi, radi ostvarenja visokih prinosa biomase za energetske svrhe. Prema prekršajnim odredbama ovog Zakona kazniti će se proizvođač kulture kratkih ophodnji u iznosu od 20.000,00 do 50.000,00 kuna, ako ne obavi sječu odnosno žetvu brzorastućih vrsta drveća ili drugih biljnih vrsta u propisanoj ophodnji nakon osnivanja nasada u iznosu od 20.000,00 do 50.000,00 kuna

Sukladno članku 4. stavak 1. točka k. Uredbe (EU) br. 1307/2013, Pravilnika o provedbi izravne potpore poljoprivredi i IAKS mjera ruralnog razvoja za 2020. godinu, prihvatljive površine za dobivanje potpore jesu i površine pod kulturama kratkih ophodnji s maksimalnim ciklusom žetve od osam godina. To su: crna joha (*Alnus glutinosa*), siva joha (*Alnus incana*), breza (*Betula* sp.), grab (*Carpinus* sp.), topola (*Populus* sp.), vrba (*Salix* sp.).

1.5. Plantažni uzgoj paulovnije

Drvodelić (2018f) definira glavne odrednice o kojima ovisi uspjeh osnivanja novih plantaža paulovnije:

- a) odabir prikladnih površina s mogućnošću navodnjavanja,
- b) izbor vrste ili hibrida paulovnije,
- c) određivanja optimalnog vremena sadnje,
- d) priprema tla za sadnju i
- e) određivanje međusobnog razmaka između biljaka i redova.

Drvo paulovnije nema veliku, razgranatu krošnju, stoga se plantaže osnivaju s pravilnim razmakom sadnje od ili 4x4 m. S obzirom na takav raspored sadnje na hektar površine može se zasaditi 625 sadnica. Paulovnija je vrsta s širokom ekološkom valencijom, pojedini hibridi podnose temperature od -25 °C do +40 °C. Tla koja su prezasićena vodom potrebno je izbjegavati, zato jer se u takvim tlima korijen ne može pravilno razvijati. Najbolje uspijeva na dubokim, plodnim, pjeskovito – ilovastim ili ilovastim tlima. Bergman (1998) piše kako paulovnija ne zahtjeva sadnju nakon sječe, odnosno žetve, jer se obnavlja izbojcima iz panja. Izbojna snaga iz panja je izuzetno velika, što paulovniju čini vrlo poželjnom vrstom u podizanju energetskih nasada.

1.5.1. Čepiranje

Čepiranje je postupak koji se vrši na kraju prve vegetacije na mladim jednogodišnjim izbojcima. Mladi izbojci se prerezuju što je moguće bliže tlu, tako da ostane mali panj. Iz tog panja će potjerati novi, mnogo brojniji izbojci. Čepiranje je zahvat njege s ciljem stimuliranja rasta novih izbojaka, što na kraju rezultira većom količinom biomase.

2. Cilj rada

Cilj rada je utvrditi učinkovitost mehaničkih i kemijskih metoda suzbijanja plantaža paulovnije. Istraživanje je provedeno na dvije pokusne plohe u rasadniku „Šumski vrt i arboretum“ Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Na plohi 1 primijeniti će se mehaničke metode suzbijanja. Panjevi s skeletnim korijenskim sustavom izvaditi će se u zimi 2017. godine, a u ljeto 2018. godine izvršiti će se osnovna obrada tla jednobraznim lemešnim plugom. Na plohi 2 koristit će se kemijska metoda suzbijanja pomoću totalnog herbicida – arboricida Tordon 22 K. U zimi 2017. godine panjevi će se premazati Tordonom 22 K, a u ljetu 2018. godine folijarno će se aplicirati otopina Tordona 22 K.

Mjerenjem u dva navrata, 2019. i 2020. godine, utvrditi će se broj i visina biljaka nastalih izbojcima iz panja i izdancima iz žilja. Dobiveni rezultati pokazati će nam učinkovitost pojedine metode suzbijanja.

3. Materijali i metode

Istraživanje je provedeno na dvije pokusne plohe (ploha 1 – mehaničke metode suzbijanja, ploha 2 – kemijske metode suzbijanja). Površina svake pokusne plohe iznosila je 60 m².

3.1. Mehaničke metode suzbijanja

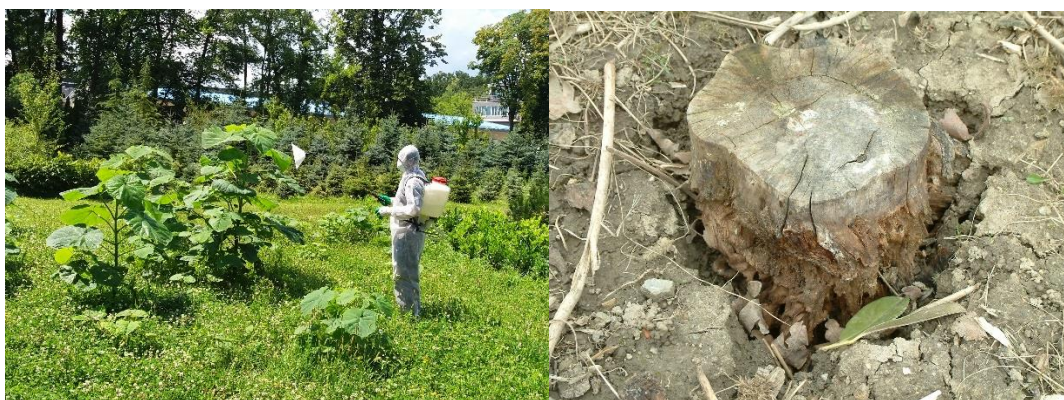
Mehaničke metode suzbijanja provedene su u dvije faze. Prva faza bila je vađenje panjeva s skeletnim korijenskim sustavom. Panjevi su izvađeni 7.12.2017. godine pomoću bagera a nakon vađenja su utovareni na kamion i odvezeni s pokusne plohe. Druga faza obavljena je 17.7.2018. godine kada je površina zaorana s jednobraznim lemešnim plugom na dubinu od 30 cm. Nakon provedenih metoda 11.7.2019. godine obavljeno je prvo mjerenje visina i broja biljaka nastalih izdancima iz preostalog promjerom sitnijeg žilja, a 10.3.2020. godine drugo mjerenje po istom principu.



Slika 3. Lijevo: vađenje panjeva s korijenskim sustavom pomoću bagera; desno: oranje jednobraznim lemešnim plugom, (Izvor: doc. dr. sc. Damir Drvodelić)

3.2. Kemijska metoda suzbijanja

Kemijske metode suzbijanja provedene su u dvije faze. Prva faza bila je premazivanje panjeva čistom otopinom totalnog herbicida – arboricida Tordona 22 K. Panjevi su premazani 7.12.2017. godine kistom za nanošenje boja odmah nakon sječe svih stabala. Druga faza obavljena je 17.7.2018. godine. Pomoću ručne prskalice po listovima je aplicirana otopina Tordona 22 K u koncentraciji 0,15 mL na 10 L vode. Nakon provedenih metoda 11.7.2019. godine obavljeno je prvo mjerenje visina biljaka nastalih izbojcima iz panja i izdancima iz žilja, a 10.3.2020. godine drugo mjerenje po istom principu.



Slika 4. Lijevo: folijarna primjena Tordona 22 K; desno: mrtvi panj paulovnije snimljen u proljeće 2020., (Izvor: doc. dr. sc. Damir Drvodelić)

Tordon 22 K je totalni herbicid ili arboricid koji služi za suzbijanje jednogodišnjih i višegodišnjih širokolisnih korova i drvenastih korova, grmlja, šiblja (izuzev paprati), kao i nepoželjnih vrsta drveća na nepoljoprivrednim površinama. Aktivna tvar koju sadrži je Pikloram kalijeva sol 245g/L (24,0 % w/w). Translokacijski je totalni herbicid kojeg biljka usvaja putem korijena ili lišća. Njegovim djelovanjem dolazi do potpunog sušenja biljke u roku od 3 mjeseca. Aktivna tvar piklorama uzrokuje poremećaje u rastu i izmjeni tvari u biljci. Primjena Tordona 22 K obavljena je prskanjem uz pomoć leđnih prskalica. Za tretiranje drvenastih korova, grmlja i šiblja koristi se u koncentraciji od 0,25 do 1,25 %, ovisno o vrsti korova. Sredstvo daje najbolje rezultate u vrijeme intenzivnog porasta korova.



Slika 5. Izdanci iz žilja na mehanički tretiranoj površini u proljeće 2020. (Izvor: doc. dr. sc. Damir Drvodelić)



Slika 6. Izbojci iz panja i izdanci iz žilja na kemijski tretiranoj površini u proljeće 2020. (Izvor: doc. dr. sc. Damir Drvodelić)

4. Rezultati

Mjerenjem visina izbojaka i izdanaka utvrđeni su rezultati koji su prikazani u Tablici 1.

Tablica 1. Deskriptivna statistika visina izbojaka i izdanaka (cm) paulovnije s obzirom na tretmane (mehanička i kemijska metoda) i dvije godine istraživanja

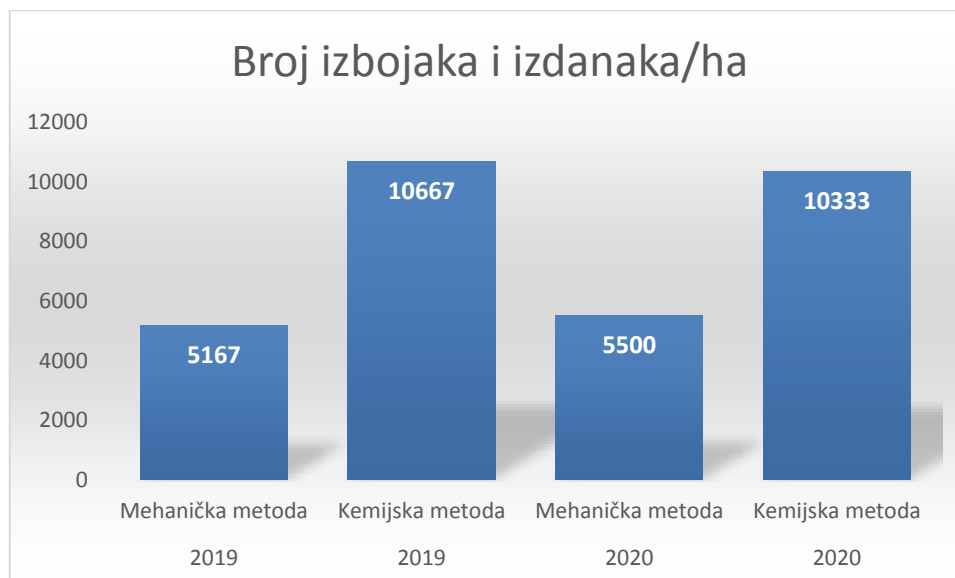
Godina	Tretmani	Varijabla	N (60 m ²)	N/ha	Mean	Median	Minimum	Maximum	Variance	Std.Dev.
2019	Mehanička metoda	Visina (cm)	31	5167	47,9	43,0	6,5	105,5	615,6	24,8
	Kemijska metoda		64	10667	138,4	144,0	14,5	359,0	6136,0	78,3
2020	Mehanička metoda		33	5500	97,0	82,5	35,0	280,5	2367,5	48,7
	Kemijska metoda		62	10333	222,7	250,0	32,5	410,0	11631,1	107,8

U ljeto 2019. godine na mehanički tretiranoj površini utvrđeno je ukupno 31 izdanak. Minimalna visina izdanaka iznosila je 6,5 cm, a maksimalna 105,5 cm. Prosječna visina iznosila je 47,9 cm, a medijana 43,0 cm.

Na kemijski tretiranoj površini utvrđeno je ukupno 64 izbojaka i izdanaka. Minimalna visina izbojaka i izdanaka iznosila je 14,5 cm, a maksimalna 359,0 cm. Prosječna visina iznosila je 138,4 cm, a medijana 144,0 cm.

U proljeće 2020. godine na mehanički tretiranoj površini utvrđeno je ukupno 33 izdanaka. Minimalna visina izdanaka iznosila je 35,0 cm, a maksimalna 280,5 cm. Prosječna visina iznosila 97,0 cm, a medijana 82,5 cm.

Na kemijski tretiranoj površini utvrđeno je ukupno 62 izbojaka i izdanaka. Minimalna visina izbojaka i izdanaka iznosila je 32,5 cm, a maksimalna 410,0 cm. Prosječna visina iznosila je 222,7 cm, a medijana 250,0 cm.



Grafikon 1. Prikaz broja izbojaka i izdanaka/ha s obzirom na tretmane

U ljeto 2019. godini na mehanički tretiranoj površini utvrđeno je 5167 izdanaka/ha, a na kemijski tretiranoj površini 10 667 izbojaka i izdanaka/ha.

U proljeće 2020. godine na mehanički tretiranoj površini utvrđeno je 5500 izdanaka/ha, a na kemijskoj tretiranoj površini 10 333 izbojaka i izdanaka/ha.

Tablica 2. Dvofaktorska analiza varijance (ANOVA) za visinu (cm) izbojaka i izdanaka paulovnije na tretiranim površinama

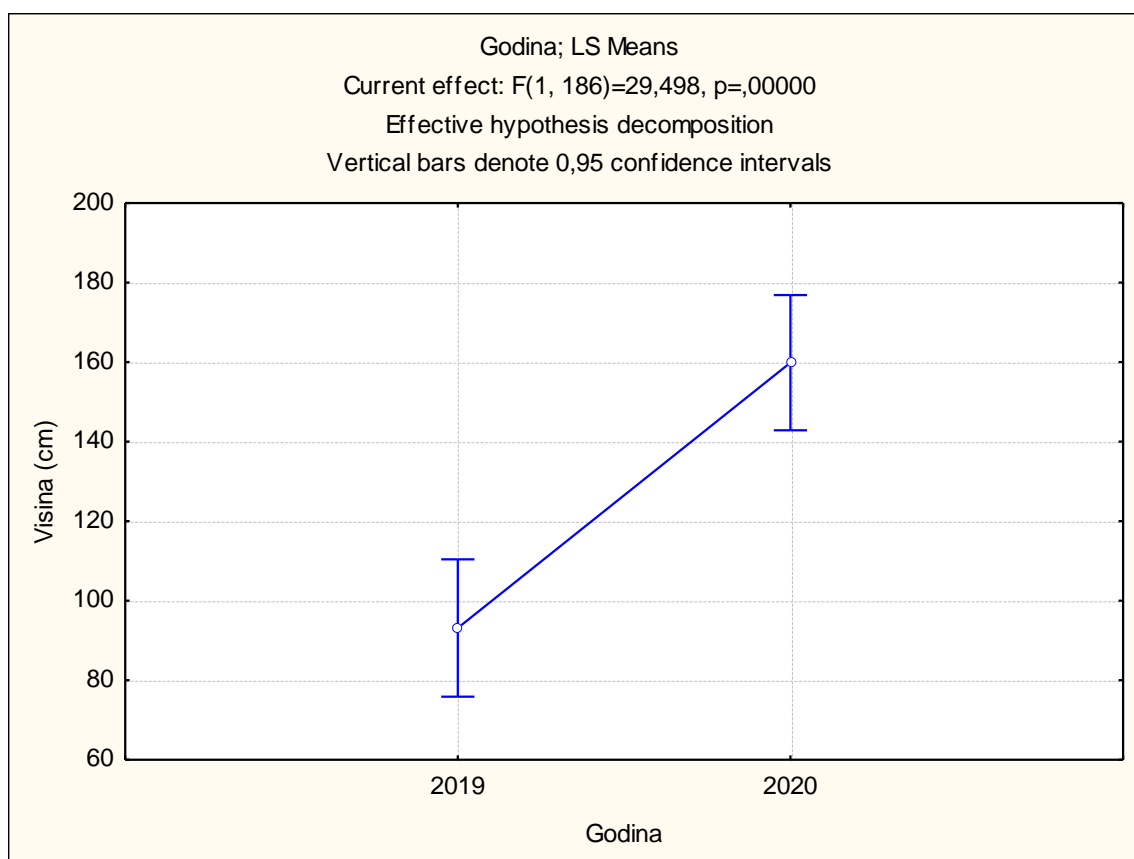
Effect	Univariate Tests of Significance for Visina (cm) (Paulovnja_Hubak) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2714850	1	2714850	424,2332	0,000000
Godina	188768	1	188768	29,4977	0,000000
Tretmani	495666	1	495666	77,4547	0,000000
Godina*Tretmani	13025	1	13025	2,0353	0,155357
Error	1190294	186	6399		

Dvofaktorskom analizom varijance (ANOVA) utvrđena je statistički značajna razlika u visini (cm) izbojaka i izdanaka paulovnije između godina (2019, 2020) istraživanja ($F=29,4977$; $p=0,000000$), te između mehaničke i kemijske metode suzbijanja ($F=77,4547$; $p=0,000000$).

Tablica 3. Fisherov LSD test za visinu (cm) izbojaka i izdanaka paulovnije s obzirom na godine istraživanja

LSD test; variable Visina (cm) (Paulovnja_Hubak)			
Probabilities for Post Hoc Tests			
Error: Between MS = 6399,4, df = 186,00			
Cell No.	Godina	{1}	{2}
1	2019	108,88	0,000000
2	2020	0,000000	179,04

Fisherovim LSD testom utvrđena je statistički značajna razlika u visini izbojaka i izdanaka paulovnije s obzirom na godine istraživanja ($p=0,000000$). Prosječna visina aktiviranih izbojaka i izdanaka u 2019. godini iznosila je 109 cm, a u 2020. godini 179 cm.

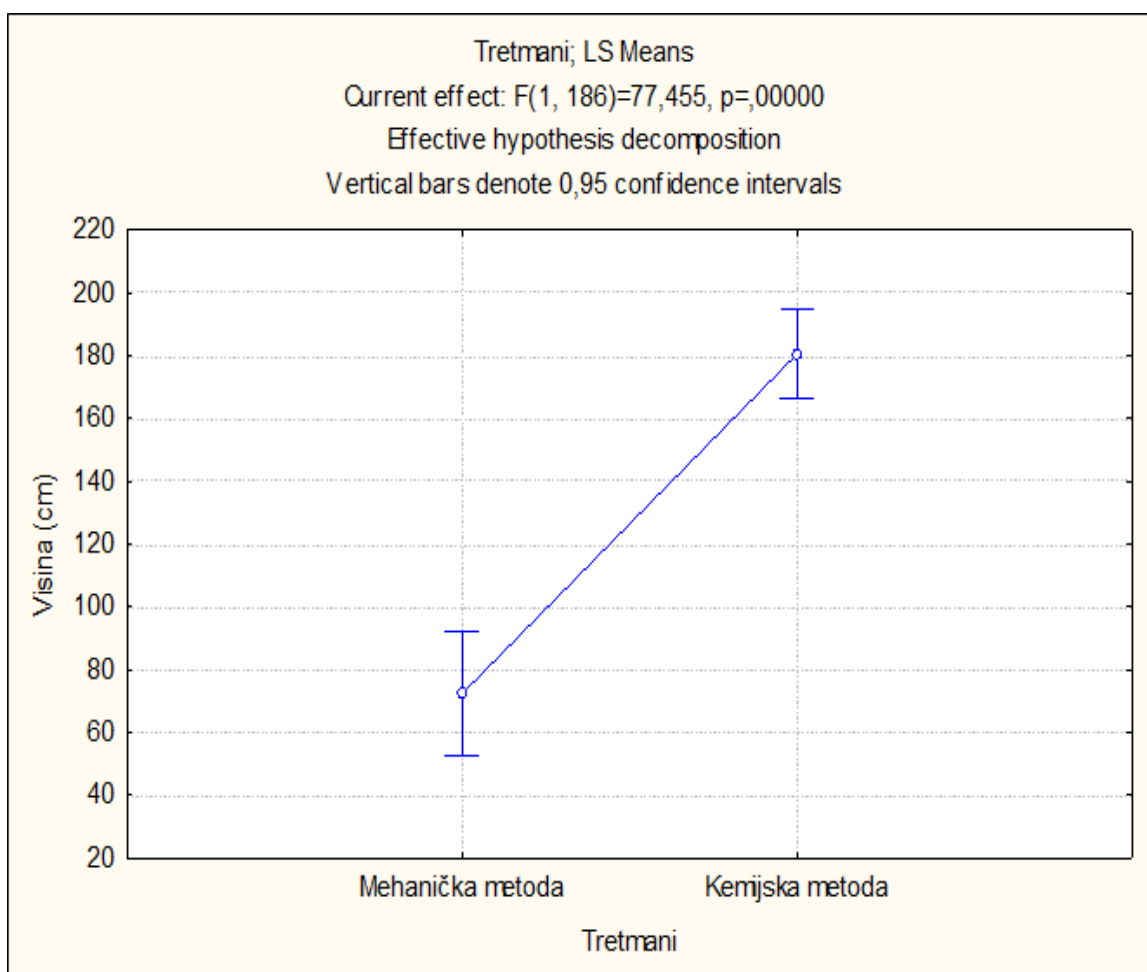


Slika 7. Prikaz prosjeka visina izbojaka i izdanaka paulovnije s obzirom na godine istraživanja

Tablica 4. Fisherov LSD test za visinu (cm) izbojaka i izdanaka paulovnije s obzirom na tretmane

LSD test; variable Visina (cm) (Paulovnja_Hubak) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 6399,4, df = 186,00			
Cell No.	Tretmani	{1}	{2}
		73,219	179,89
1	Mehanička metoda		0,000000
2	Kemijska metoda	0,000000	

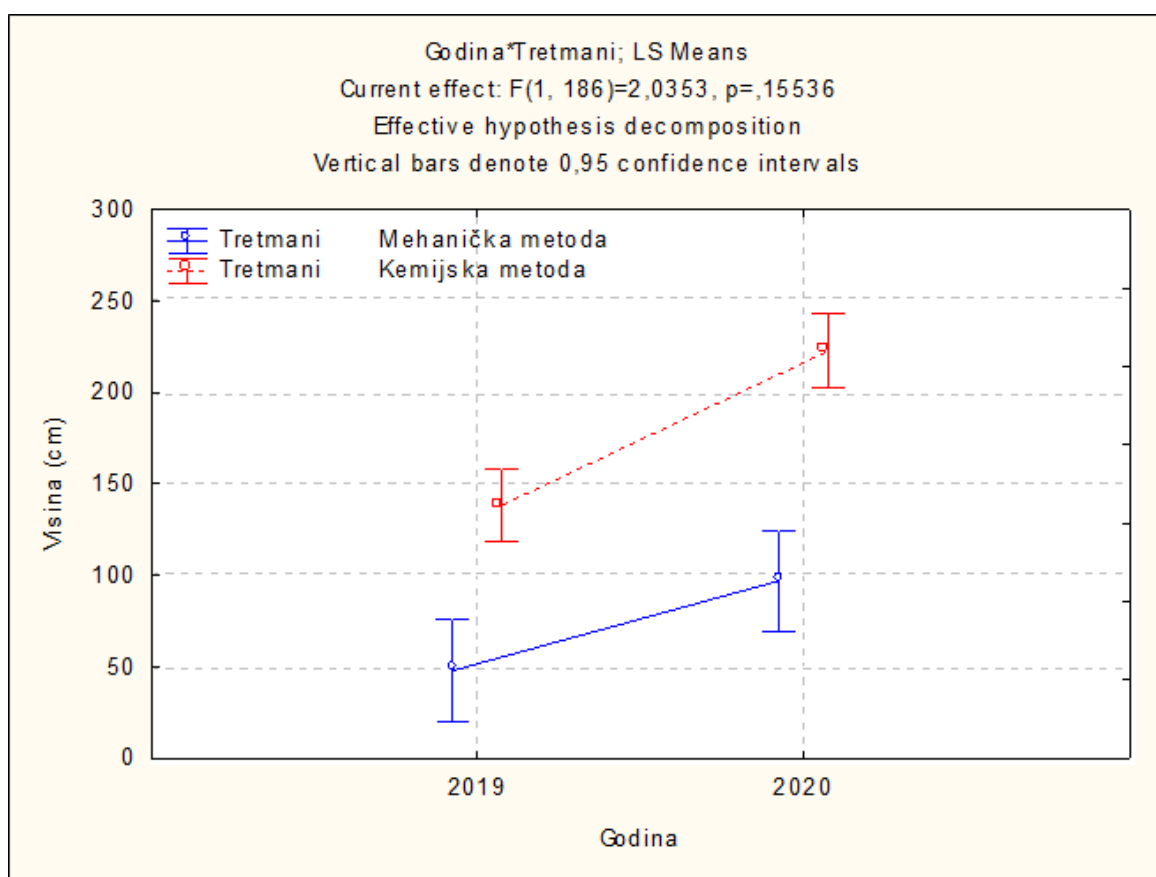
Fisherovim LSD testom utvrđena je statistički značajna razlika u visini izbojaka i izdanaka paulovnije s obzirom na tretmane ($p=0,000000$). Prosječna visina aktiviranih izdanaka na mehanički tretiranoj površini iznosila je 73 cm, a na kemijski tretiranoj površini 180 cm.



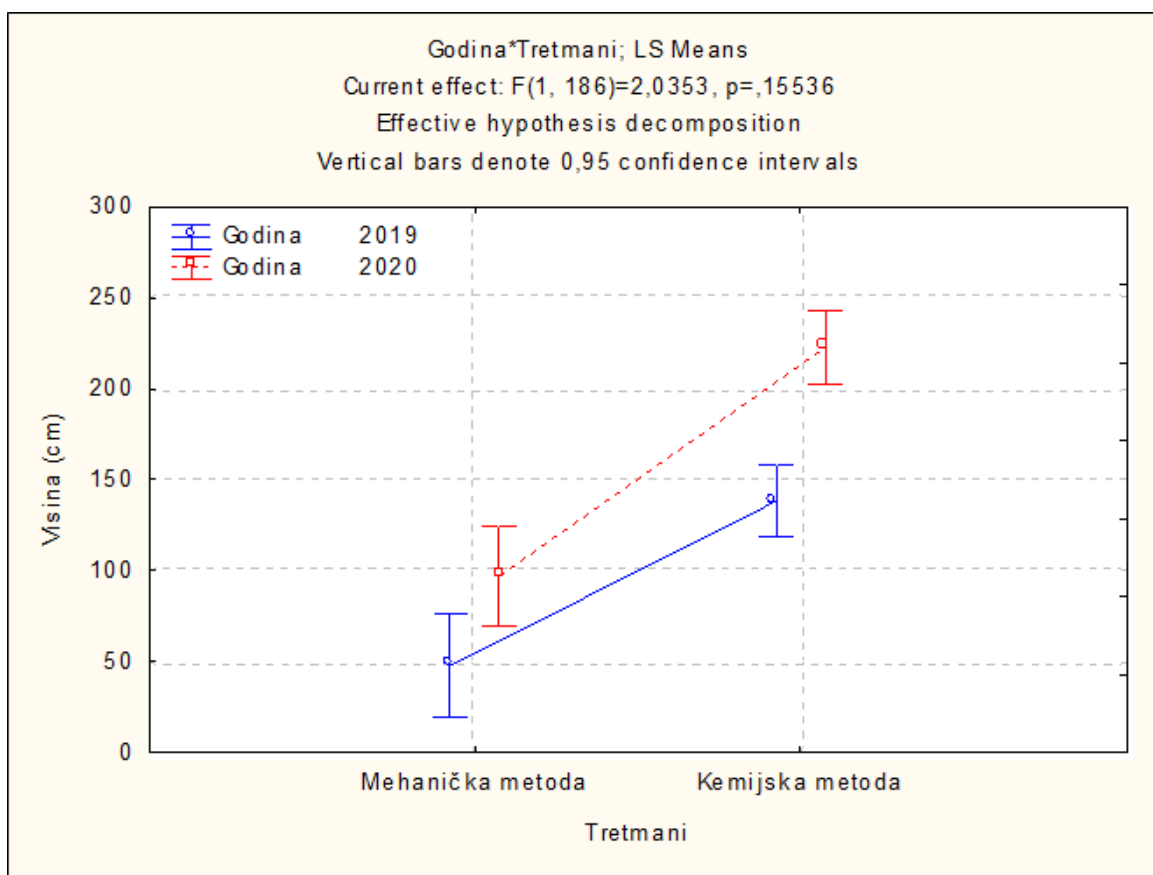
Slika 8. Prikaz prosjeka visina izbojaka i izdanaka paulovnije s obzirom na tretmane

Tablica 5. Fisherov LSD test za visinu (cm) izbojaka i izdanaka paulovnije s obzirom na istraživane godine i tretmane

LSD test; variable Visina (cm) (Paulovnja_Hubak)						
Probabilities for Post Hoc Tests						
Error: Between MS = 6399,4, df = 186,00						
Cell No.	Godina	Tretmani	{1}	{2}	{3}	{4}
			47,855	138,44	97,045	222,68
1	2019	Mehanička metoda				
2	2019	Kemijska metoda	0,000001			
3	2020	Mehanička metoda	0,014869	0,016730		
4	2020	Kemijska metoda	0,000000	0,000000	0,000000	



Slika 9. Usporedni prikaz prosječnih visina izbojaka i izdanaka paulovnije s obzirom na tretmane i godine



Slika 10. Usporedni prikaz prosječnih visina izbojaka i izdanaka paulovnije obzirom na godine i tretmane

5. Rasprava

Rezultati istraživanja pokazali su da postoji značajna razlika između mehaničkih i kemijskih metoda suzbijanja plantaža paulovnije. Razlike između istraživanih metoda očituju se u više aspekata. Mehaničke metode suzbijanja rezultirale su manjim brojem novo aktiviranih izbojaka i izdanaka paulovnije nego kemijske metode suzbijanja. Broj izbojaka i izdanaka na kemijski tretiranoj površini u dvije uzastopne godine mjerenja bio je dvostruko veći. Osim u broju, razlike su zamjetne i u visinama aktiviranih izbojaka i izdanaka. Mjerenjem je utvrđena trostruko veća visina izbojaka i izdanaka na kemijski tretiranoj površini. Razlog ovako izražajnih razlika u broju i visinama aktiviranih izbojaka i izdanaka pripisujemo velikom izbojnom potencijalu korijenskog sustava paulovnije. Paulovnija je vrsta koja ima veliki biološki potencijal za vegetativno pomlađivanje. Izbijanje mladica paulovnije dolazi do izražaja ako je stablo povrijeđeno, prevršeno i cijelo posječeno. Sve ono što negativno djeluje na životnu sposobnost biljke odnosno stabla, pozitivno se odražava na aktivaciju pupoljaka i izbijanje mladica. Najjača povreda svakako je sječa stabala odnosno nadzemnog dijela, pa ona stoga i predstavlja najjači pokretač razvijanja pupoljaka i izbijanje mladica, koje će zamijeniti posječeno stablo. Iz potpuno reduciranog nadzemnog dijela sadnice, dobivena izbojna moć iz panja je izuzetno velika (Drvodelić, 2018g). Tako su obnovljene neke sastojine sječom na panj. U narodu se tu vrstu sječe naziva "sječa na čep" i "sječa počepice", a prema svrsi te sječe možemo ovaj način obnove sastojina nazvati melioracija pomladnom sječom. Pomladnom sječom vršimo ustvari vegetativno pomlađivanje (razmnožavanje) biljki (Piškorić, 1957). Snažniji prirast mladica vegetativnog porijekla posljedica je s jedne strane zalihe hranjiva u panju i korijenovom sistemu, a s druge strane razvijenog korijenovog sistema, koji je u mogućnosti pribaviti veće količine hranjiva.

Na kemijski tretiranoj površini pokazalo se da aktivna tvar pikloram kalijeva sol ima neznatan utjecaj na paulovniju. Mali postotak panjeva se osušio, a folijarna primjena nije uzrokovala odumiranje listova. Učinkovitost kemijskih metoda ovisi o više faktora. Vrlo je bitno vrijeme primjene, aktivna tvar herbicida, u kojoj se koncentraciji primjenjuje i anatomska građa samog lista biljke. Učinkovitost herbicida vjerojatno bi bila veća da je tretiranje bilo u jesenskom periodu prije

pigmentacije lišća kada se sokovi u biljci povlače prema korijenu. Ponovljeni broj tretiranja također može imati vrlo značajnu ulogu u učinkovitosti metode. Brzi visinski rast paulovnije uvelike otežava samu primjenu herbicida jer se izbojci i lišće nalaze izvan dosega leđnih prskalica.

Mehaničke metode odavno se koriste za suzbijanje plantaža brzorastućih vrsta drveća. Nakon tri do četiri ciklusa ophodnje opada izbojna moć tjeranja novih izbojaka. Sposobnost aktiviranja izbojaka iz panja kod paulovnije opada nakon 25 godina. Iako izbojna snaga panja slabi, potrebno je biti na oprezu kod deponiranja izvađenih panjeva. Panjeve je potrebno pravilno zbrinuti u kompostane, a ne odbaciti u prirodu.

S ekonomskog aspekta mehaničke metode suzbijanja zahtijevaju više financijskih sredstava i uloženi radni sati. Radovi mehaničkog suzbijanja uključuju upotrebu radnih strojeva i osposobljenih operatera. Troškovi suzbijanja mehaničkim metodama trostruko su veći od troškova suzbijanja kemijskim metodama.

6. Zaključak

Cilj ovog rada bio je ispitati učinkovitost mehaničkih i kemijskih metoda suzbijanja plantaža paulovnije. Istraživanjem je utvrđena statistički značajna razlika u broju i visini izbojaka i izdanaka s obzirom na tretmane i godine istraživanja. U 2019. godini na mehanički tretiranoj površini izbrojano je 5167 izdanaka/ha, a na kemijski tretiranoj površini 10 667 izbojaka i izdanaka/ha. U 2020. godini na mehanički tretiranoj površini izbrojano je 5500 izdanaka/ha, a na kemijski tretiranoj površini 10 333 izbojaka i izdanaka/ha. Prosječna visina izdanaka na mehanički tretiranoj površini iznosila je 47,9 cm u 2019. godini i 97,0 cm u 2020. godini. Prosječna visina izbojaka i izdanaka na kemijski tretiranoj plohi iznosila je 138,4 cm u 2019. godini i 222,7 cm u 2020. godini. Istraživanjem smo ustanovili kako je mehanička metoda suzbijanja učinkovitija od kemijske metode suzbijanja. U budućim istraživanjima treba se posvetiti načinima smanjenja troškova mehaničkih metoda i primjeni drugih dopuštenih kemijskih sredstava suzbijanja.

7. Literatura

1. Barton, I. L., Nicholas, I. D., Ecroyd, C. E., 2007: Paulownia, Forest research bulletin No. 231
2. Bergmann, B. A., 1998: Propagation method influences first year field survival and growth of Paulownia. *New Forests*, 16: 251–264.
3. Chinese academy of forestry staff, 1988: Paulownia in China: Cultivation and utilization
4. Drvodelić, D., 2015: Podizanje energetskih nasada za proizvodnju biomase. *Gospodarski list* 22: 39–49.
5. Drvodelić, D. Oršanić, M., Paulić, V., 2016: Utjecaj ektomikorize i huminskih kiselina na morfološke značajke jednogodišnjih sadnica hibrida Paulownia tomentosa x Paulownia fortunei. *Šum. list* 140: 327–337.
6. Drvodelić, D., 2018a: Plantažni uzgoj paulovnije. *Gospodarski list* 12: 47–59.
7. Drvodelić, D., 2018b: Razmnožavanje paulovnije korijenskim reznicama. *Šum. list* 142: 297–307.
8. Drvodelić, D., 2018c: Uzgoj paulovnije na poljoprivrednom zemljištu. *Gospodarski kalendar 2018.:* 296-300.
9. El-Showk, N., El-Showk, S., 2003.: The Paulownia tree, an alternative for sustainable forestry
10. Kajba, D., 2009: Contribution of Poplars and Willows to Sustainable Livelihoods and Landuse in Croatia: Status and Needs, Presentation at the International Workshop “Improve the contribution of Poplars and Willows in meeting sustainable livelihoods and landuse in selected Mediterranean and Central Asian countries” FAO Project GCP/INT/059/ITA, Izmit, Turkey, 27-31 July 2009.
11. Narodne novine (2019) Zakon o drvenastim kulturama kratkih ophodnji, Zagreb: Narodne novine d.d., 15/18
12. Narodne novine (2020) Pravilnik o provedbi izravne potpore poljoprivredi i IAKS mjera ruralnog razvoja za 2020. godinu
13. Narodne novine (2020) Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o provedbi izravne potpore poljoprivredi i IAKS mjera ruralnog razvoja za 2020. godinu

14. Piškorić, O., 1957: Pošumljavanje krša, skripta Srednje šumarske škole za krš u Splitu, Split. 322 ppt.
15. Shetereva, L., Vassilievskaja-Ivanova, R., Karceva, T., Kraptchev, B., 2014.: Micropropagation of six Paulownia genotypes through tissue culture. *Journal of Central European Agriculture*, 15(4), 147-156 str.
16. Woods, V. B., 2008.: Paulownia as a novel biomass crop for Northern Ireland. Global research unit, AFBI Hillsborough
17. Zhu, Z. H., C. J. Chao, X. Y. Lu, Y. G. Xiong, 1986: Paulownia in China: Cultivation and Utilization, Asian Network for Biological Sciences and International Development Research Centre, Singapore, 1-65 str.