

## PRIMJENA BIOSTIMULATORA U UZGOJU PAULOVNJE

### THE APPLICATION OF BIOSTIMULANTS IN PAULOWNIA CULTIVATION

**Božica Japundžić-Palenkić, Marijana Krišto, Nataša Romanjek Fajdetić,  
Mihaela Blažinkov, Monika Marković, R. Benković**

#### SAŽETAK

Uzgoj brzorastućih biljnih vrsta osigurava nove energetske izvore koji omogućuju zaštitu šuma od sječe i posredno ublažavaju postojeće klimatske promjene. Paulovnja je drvenasta biljka značajna za proizvodnju biljne biomase koju odlikuje brzo klijanje, rast i razvoj velike količine lisne i drvenaste mase u kratkom uzgojnom periodu. Radi brzine rasta i formiranja stabla ujednačene debljine, pogodna je za preradu te je jedna od osnovnih sirovina u drvoprerađivačkoj industriji, ali i za upotrebu u energetske svrhe. Međutim, u početnim fazama rasta i razvoja, paulovnja je osjetljiva na povećanu vlažnost koja uzrokuje pojavu bolesti, štetnika i propadanje biljke. Stoga se, kod uzgoja presadnica paulovnije radi prevladavanja potencijalnog stresa i osjetljivosti na vodni režim preporučuje upotreba biostimulatora. To su fiziološke aktivne tvari koje biljkama pomažu pri rastu i razvoju, te smanjuju štetne posljedice nastale od suše, smrzavanja, mehaničkih i kemijskih oštećenja kao i od infekcija biljaka. Cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi utjecaj primjene biostimulatora Delfan Plus® u različitom vremenskom periodu na rast i razvoj hibrida paulovnije Shan Tong (*Paulownia fortunei* × *Paulownia tomentosa*) iz „in vitro“ proizvodnje. Pokus je postavljen sa sadnicama koje su prihranjivane s biostimulatorom Delfan Plus® u količini 8 ml/10 l vode. Tretiranje biostimulatorom je obavljeno u tri varijante: prihrana biostimulatorom svakih 7, 14, 21 dana te kontrolna varijanta (bez primjene biostimulatora). Tijekom praćenja rasta i razvoja paulovnije, u periodu od jedanaest tjedana određivana je visina sadnica, a na kraju pokusa broj listova, masa listova (g), masa suhe tvari listova (g), masa suhe tvari stabljika (g), duljina korijenja (cm), masa svježe tvari korijenja (g) i masa suhe tvari korijenja (g). Rezultatima istraživanja utvrđen je najveći porast nadzemnog dijela biljaka kao i veći broj listova nakon tretiranja s biostimulatorom svakih 14 dana. Ove sadnice imale su čvršći i razvijeniji korijen za razliku od sadnica s ostalim tretmanima biostimulatorom. Najbolja iskoristivost svih elemenata sadržanih u biostimulatoru uočena je na

vanjskom izgledu sadnica koje su bile zdravog izgleda bez pojave bolesti i štetnika. Rezultati istraživanja potvrđuju da primjena biostimulatora olakšava i ubrzava proces uzgoja sadnica paulovnije namijenjenih u komercijalne svrhe.

Ključne riječi: paulovnja, biomasa, sadnice, biostimulator

## ABSTRACT

Paulownia is an exotic, ornamental and decorative woody plant originating from China, and in terms of agrotechnical cultivation and use, it is important for plant biomass production. The plant characteristics are rapid germination, plant growth, development of large amounts of leaf and woody mass in a short vegetation period. Due to fast growth and the formation of uniform thickness trees, paulownia is suitable for processing and one of the basic raw materials in the wood industry, but it is also suitable for energy production. However, in paulownia initial stages of growth and development, sensitivity to increased humidity was determined, which causes the appearance of diseases, pests and plant decay. In order to overcome the potential stress and sensitivity to the water regime in initial stages of transplants development, the use of biostimulants is recommended. Biostimulants are physiologically active substances that help in plant growth and development, reduce the harmful consequences of drought, freezing, mechanical and chemical damage and the consequences of plant infections. The aim of this study was to determine the application impact of biostimulants Delfan Plus® in different time periods on the growth and development of hybrid 'Shan Tong' (Paulownia fortunei × Paulownia tomentosa) transplants from "in vitro" production. In study, transplants were treated with the biostimulants in the amount of 8 ml/10 l of water. Plants were treated in three different variants: treating every 7, 14, 21 days and the control (without treating) was performed. During the monitoring of transplants growth and development in a period of eleven weeks, the height of the plant (cm), number of leaves and the length of the roots (cm) were measured. The research results determined the largest increase in the height of the plants, as well as a larger number of leaves after biostimulants treating used every 14 days. These transplants had a firmer and more developed roots in contrast seedlings in other treatments. The best utilization of all biostimulant elements was observed on transplants that were healthy looking without the appearance of diseases and pests. The obtained results indicate that use of biostimulants enhance process of growth of paulownia transplants intended for commercial purpose madding the process easier and faster.

Key words: paulownia, biomass, transplants, biostimulants

## UVOD

Energetska učinkovitost i obnovljivi izvori energije bitan su preduvjet postizanja ciljeva održivog razvoja. Navedeni doprinose smanjenju emisije stakleničkih plinova čime ublažavaju klimatske promjene, povećavaju energetske neovisnost smanjenjem uvoza energenata te utječu na gospodarski razvoj zemlje i ruralnih područja. Obnovljivi izvori energije predstavljaju resurse koji su stvoreni iz prirodnih izvora kao što su sunčeva energija, vjetar, biomasa, geotermalna toplina, valovi i sl. Njihovim korištenjem doprinosi se zaštiti i očuvanju okoliša, razvoju gospodarstva i energetskega sektora te predstavljaju temelj energetske neovisnosti.

Biomasa igra ključnu ulogu među obnovljivim izvorima energije, jer predstavlja 70 % europskih obnovljivih izvora energije i ima golem potencijal za daljnji razvoj u pogledu visoke učinkovitosti, konkurentnosti i održivosti (Šegon i sur., 2014.). Pravilnikom o popisu biljnih vrsta za osnivanje drvenastih kultura kratkih ophodnji te načinu i uvjetima pod kojima se mogu uzgajati (Pravilnik o popisu biljnih vrsta za osnivanje drvenastih kultura kratkih ophodnji te načinu i uvjetima pod kojima se mogu uzgajati, NN16/19) definiran je uzgoj kultura kratkih ophodnji u svrhu proizvodnje biomase za energetske potrebe. Plantažni uzgoj će biti u budućnosti vodeći izvor bio-energije na globalnom nivou (Duran Zuazo i sur., 2013.). Među navedene drvenaste kulture ubraja se i paulovnja koja u Republici Hrvatskoj pobuđuje sve veći interes vlasnika privatnih šuma i poljoprivrednika jer se može uzgajati na poljoprivrednom zemljištu budući da je na listi poljoprivrednih kultura (Dodan i sur., 2018.). Rod *Paulownia* čini devet vrsta i nekoliko hibrida koje rastu u raznim dijelovima svijeta kao prirodne i kultivirane vrste. Prilagođene su različitim klimatskim (Yadav i sur., 2013.) i pedološkim uvjetima što je razlog njihove rasprostranjenosti i poželjnosti za uzgoj. Paulovnja je, radi brzine rasta i formiranja stabla ujednačene debljine, pogodna za preradu te jedna od osnovnih sirovina u drvoprerađivačkoj industriji, ali i za upotrebu u energetske svrhe u obliku drvene sječke za elektrane na biomasu (Akyildiz i Kol, 2010.). Međutim, u početnim fazama rasta i razvoja, paulovnja je osjetljiva na povećanu vlažnost koja uzrokuje pojavu bolesti, štetnika i propadanje biljke. U svrhu prevladavanja potencijalnog stresa i osjetljivosti na vodni režim u razvoju presadnica paulovnije, preporučuje se upotreba fiziološki aktivnih tvari biostimulatora koje biljkama pomažu u rastu i razvoju. Zajedničkim djelovanjem, komponente biostimulatora utječu na sustav tlo - korijen - biljka dok folijarni biostimulatori na bazi aminokiselina (prolin i triptofan) pojačavaju fotosintetsku aktivnost biljke, pomažući brzo prevladavanje usporenog rasta

presadnice koji je uzrokovan nepovoljnim uvjetima okoline (Vinković i sur., 2013.). Primjena biostimulatora rezultira boljom adaptacijom i ukorjenjivanjem biljaka nakon presađivanja, naročito ukoliko su biljke u fazi do presađivanja bile izložene stresnim uvjetima uzgoja (Parađiković i sur., 2008.).

Jedna od prvih mjera za uspješan uzgoj rast i razvoj biljaka paulovnije je mikropropagacija odnosno uzgoj „*in vitro*“ (Bergman, 1998.) kao što je učinjeno u ovom istraživanju. Međutim, sadnice su tijekom aklimatizacije i uzgoja u plasteniku dodatno izložene stresu, pa se uspjeh nakon sadnje i inicijalni rast sadnica može povećati primjenom suvremenih agrotehničkih mjera (Drvodelić i sur., 2016.) kao što je korištenje ektomikoriznih gljiva i huminskih kiselina. Osim pomoći kod prevladavanja stresa, stimuliranja rasta, povećanja apsorpcije hraniva i povećanja prinosa, biostimulatori također pomažu prekidanju dormantnosti sjemena, povećanju veličine plodova, pojačavaju razvoj korijenskog sustava, povećavaju aktivnost fotosintetskih i ostalih vegetativnih tkiva, pojačavaju vigor biljaka i ujednačenost, reguliraju cvjetanje i stimuliraju razvoj i sazrijevanje plodova (Parađiković i sur., 2018.).

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj primjene biostimulatora Delfan Plus® u različitom vremenskom periodu na rast i razvoj mladih biljaka paulovnije iz „*in vitro*“ proizvodnje koje su nakon presađivanja izložene stresu potenciranom okolišnim uvjetima.

## MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno u Regionalnom Centru za biotehnoška istraživanja i razvoj Brodsko-posavske županije u periodu studeni – lipanj 2019. godine. Kao materijal za istraživanje korišten je hibrid Shan Tong (*Paulownia fortunei* × *Paulownia tomentosa*) prema Sedlaru i sur., 2020. Sadnice paulovnije su nakon „*in vitro*“ uzgoja (veljača) posađene u PVC kontejnere s 42 sjetvena mjesta ispunjena supstratom TS1 proizvođača Klasmann-Deilmann. Supstrat TS1 je namijenjen uzgoju presadnica povrća i cvijeća i sadrži bijeli treset iznimno fine, mrvičaste strukture (promjera od 0 do 5 mm), pH vrijednosti 6,0, obogaćen je NPK gnojivima u količini 1 g/l i mikroelementima te dodatkom za održavanje vlage (Hydro S). Posađene sadnice su stavljene na aklimatizaciju u kontrolirane uvjete na stalnu temperaturu (22 °C) i uz svjetlosni režim 16 sati dan/ 8 sati noć tijekom četiri tjedna. Radi zaštite od polijeganja i moguće pojave drugih bolesti, sadnice su preventivno tretirane fungicidom Previcur energy. Kada su sadnice razvile 5 do 8 listova (travanj), presađene su u okrugle PVC posude Pöpellmann TEKU VTG 9 (9 x 6,8 cm; volumena 0,27 l)

u Klasmann-Deilmann supstrat - TS 3 koji je namijenjen, prema preporuci proizvođača, za pikiranje presadnica. Supstrat TS 3 je mješavina crnog i djelomično razgrađenog bijelog treseta, fine strukture, promjera čestica 0 – 5 mm, pH(H<sub>2</sub>O) 6,0 s dodanom količinom gnojiva od 1,5g/l. U supstrat je dodano 3 kg pijeska promjera 0,1 mm, te 2 kg dehidriranog konjskog gnojiva. Sadnice su nakon in vitro uzgoja i uzgoja u kljalištu uz kontrolirani svjetlosni i temperaturni režim prenijete u plastenik gdje su izložene prirodnom fotoperiodu i promjenjivim temperaturama. Plastenik je noću zagrijavan do min. temp. 15 °C, dok su dnevne temperature u plasteniku zbog prirodne ventilacije ovisile o vanjskoj temperaturi zraka.

Pokus se sastojao od ukupno 40 sadnica hibrida Shan Tong postavljenih po slučajnom rasporedu, a sadnice su podijeljene u grupe prema načinu stimuliranja rasta biostimulatorom Delfan Plus®. Tretiranje je obavljeno u tri različite varijante: tretiranja svakih 7, 14, 21 dana te kontrolni tretman (bez tretiranja biostimulatorom). Tijekom perioda od dva mjeseca određivana je duljina nadzemnih dijelova biljaka (4.4.2019., 11.4.2019., 18.4.2019., 25.4.2019., 3.5.2019., 9.5.2019., 16.5.2019., 23.5.2019., 30.5.2019., 6.6.2019., 13.6.2019., 20.6.2019.), a na kraju pokusa 20.6.2019. godine utvrđeni su broj listova, masa svježe tvari listova (g), masa suhe tvari listova (g), masa suhe tvari stabljika (g), duljina korijenja (cm), masa svježe tvari korijenja (g) i suha tvar korijenja (g). Uzorci biljaka za određivanje suhe tvari sušeni su do konstantne mase na 70°C tijekom 48 h. Za određivanje svježe i suhe tvari korištena je elektronska vaga s preciznošću 0.01 g (PL3002, Mettler–Toledo International Inc., Greifensee, Switzerland).

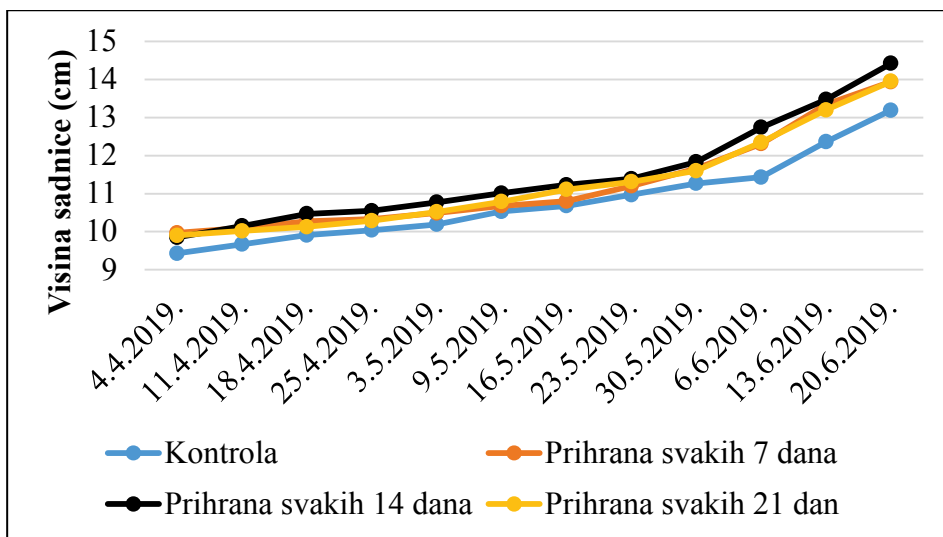
Za prihranu je korišten biostimulator Delfan Plus® u količini od 0,8 ml/l vode. Primjenjivani biostimulator sadrži: sve fiziološki važne aminokiseline (potpuni amniogram) (24 %), organski ugljik kontroliranog biološkog porijekla (23 %), ukupni dušik (9 %) i organski dušik (5 %). Specifična gustoća otopine je 1,24 kg/l, a pH vrijednost 7,2. Delfan Plus® je certificiran (Eco Cert) za primjenu u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji, a sukladno EZ normi 834/2007 i 889/2008.

Dobiveni podaci statistički su obrađeni korištenjem programskog paketa STATISTICA 13 (StatSoft, Inc., Tulsa).

”

## REZULTATI I RASPRAVA

Dinamika rasta paulovnije odnosno razvoja nadzemnog dijela biljke pod utjecajem biostimulatora prikazana je na Grafikonu 1.



Grafikon 1. Dinamika razvoja paulovnije praćenjem visine sadnica

Graph 1 Dynamics of paulownia development by monitoring the height of the plant

Primjena biostimulatora utjecala je na rast sadnica paulovnije (Grafikon 1.) te je duljina nadzemnog dijela kod svih tretmana bila veća u odnosu na kontrolu. Tijekom cijelog ciklusa praćenja razvoja utvrđene su razlike između duljina nadzemnog dijela kontrolnih biljaka i biljaka uzgajanih primjenom biostimulatora, pa su tako biljke uzgajane kao kontrola imale prosječno 0,45 cm manju duljinu nadzemnih dijelova (Grafikon 1.).

Primjena biostimulatora u ovom istraživanju pokazuje da biostimulator pozitivno djeluje na povećanje sadnica paulovnije jer su sva mjerena svojstva bila veća kod sadnica koje su tretirane biostimulatorom u odnosu na kontrolu (Tablica 1.).

**Tablica 1. Utjecaj biostimulatora na morfološka svojstva sadnica hibrida *Shan Tong*' pri različitoj dinamici primjene tijekom 11 tjedana****Table 1 The effect on morphological properties of *Shan Tong*' transplants at different biostimulants application dynamics during 11 weeks**

Tretman Treatment	Kontrola Control	Tretiranje svakih 7 dana Treatment every 7 days	Tretiranje svakih 14 dana Treatment every 14 days	Tretiranje svakih 21 dan Treatment every 21 day
Visina sadnica (cm) Height of the plant (cm)	10,81 C	11,26 B	11,49 A	11,27 B
Masa suhe tvari stabljike (g) Dry matter of aboveground part of plants mass (g)	0,09 C	0,12 B	0,17 A	0,13 B
Broj listova Number of leaves	9 b	9 b	11 a	10 a,b
Masa listova (g) Leaves weight (g)	2,9 B	3,09 B,C	3,84 A	3,15 C
Masa suhe tvari listova (g) Dry matter of leaves mass(g)	0,33 D	0,43 C	0,52 A	0,45 B
Duljina korijena (cm) Length of the roots (cm)	13 C	14 B,C	20 A	15 B
Masa korijena (g) Root weight (g)	1,5 D	2,34 C	2,86 A	2,47 B
Masa suhe tvari korijena (g) Dry matter of root mass(g)	0,14 D	0,31 C	0,37 A	0,33 B

a,b  $P \leq 0,05$ ; A,B  $P \leq 0,01$ 

Utvrđena je značajna razlika ( $LSD_{0,01} 0,0204$ ) između duljina nadzemnih dijelova sadnica paulovnije tretiranih biostimulatorom Delfan Plus® i sadnica uzgajanih bez primjene biostimulatora (kontrola). Promatrajući dinamiku primjene, značajno veću duljinu stabljike razvile su sadnice uzgajane uz primjenu biostimulatora svakih 14 dana u odnosu na ostale termine primjene (Tablica 1.). Također, masa suhe tvari stabljika bila je značajno veća ( $P \leq 0,01$ ) u sadnica uzgajanih uz primjenu biostimulatora (Tablica 1) pri čemu je utvrđena najveća masa kod sadnica tretiranih biostimulatorom svakih 14 dana (Tablica 1). Sadnice paulovnije tretirane biostimulatorom svakih 14 dana imale su značajno veći ( $LSD_{0,05} 1,989$ ) broj listova u odnosu na kontrolu (Tablica 1.). Značajno veća razlika ( $LSD_{0,01} 0,2338$ ) utvrđena je između mase listova sadnica uzgajanih uz primjenu biostimulatora svakih

14 dana (Tablica 1) i ostalih tretmana. Također je masa suhe tvari listova bila značajno veća ( $LSD_{0,01} 0,0176$ ) kod svih sadnica paulovnije uzgajane uz primjenu biostimulatora u odnosu na kontrolu s tim da je kod sadnica tretiranih svakih 14 dana utvrđena najveća masa suhe tvari listova. Kao i u ovom istraživanju, pozitivan utjecaj biostimulatora na rast i razvoj različitih biljnih vrsta dokazan je brojnim istraživanjima. Tako je utvrđeno da primjena biostimulatora u fazi rasta i razvoja presadnica sezonskog cvijeća značajno utječe na povećanje svježeg i suhe mase nadzemnog dijela presadnica više vrsta sezonskog cvijeća: stalnocvjetajuće begonije (*Begonia semperflorens* L.) i primule (*Primula acaulis* L.) (Zeljковиć i sur. (2011.)). Također, Tkalec i sur. (2012.) u svom istraživanju utvrdili su pozitivan utjecaj biostimulatora na rast i razvoj divlje ruže (*Rosa canina* L.). Zeljković i sur. (2010.) utvrdili su da je masa suhog nadzemnog dijela, kao i masa svježeg nadzemnog dijela salvije, bila pod vrlo značajnim utjecajem tretmana biostimulatorom. Zeljković i sur. (2013.) potvrdili su pozitivan utjecaj primjene biostimulatora na rast i razvoj, kao i na mineralni sastav presadnica kadifice (*Tagetes patula* L.). Parađiković i sur. (2009) su utvrdili da je suha masa lista i korijena kadife bila pod značajnim utjecajem tretmana biostimulatorom. U ovom istraživanju, duljina korijena je bila pod značajnim ( $LSD_{0,01} 1,7635$ ) utjecajem biostimulatora, te je utvrđena najveća duljina korijena kod sadnica tretiranih svakih 14 dana (tablica 1). Statistički vrlo značajna razlika ( $LSD_{0,01} 0,0895$ ) utvrđena je između masa korijena sadnica uzgajanih uz primjenu biostimulatora u različitim terminima primjene (Tablica 1.). Najveća prosječna masa svježeg korijena utvrđena je kod sadnica tretiranih svakih 14 dana (Tablica 1.). Suha tvar korijena značajno je ovisila o tretmanu ( $LSD_{0,01} 0,0176$ ) i bila je najveća kod presadnica tretiranih svakih 14 dana (Tablica 1.). Primjena biostimulatora u fazi rasta i razvoja presadnica sezonskog cvijeća značajno utječe na povećanje svježeg i suhe mase korijena presadnica više vrsta sezonskog cvijeća: kadifice (*Tagetes patula* L.), stalnocvjetajuće begonije (*Begonia semperflorens* L.), primule (*Primula acaulis* L.) i salvije (*Salvia splendens* L.) (Zeljковиć i sur. (2011.)) kao što je utvrđeno za sadnice paulovnije ovim istraživanjem. Akande (2006.) je utvrdio da se primjenom kombinacije biostimulatora i mineralnih hraniva pospješuje vegetativni rast, razvoj korijena i prinos biljaka roda *Amaranthus*. Istraživanje koje su provodili Adediran i sur. (2005.) s rajčicom su pokazala da je primjena biostimulatora povećala duljinu korijena, suhu tvar korijena kao i njegovu finoću. Biostimulatori uobičajeno sadrže aminokiseline, a osim njih mogu sadržavati i huminske kiseline koje pozitivno utječu na rast korijena i nadzemne mase (Parađiković, 2008.) što su dokazali Drvodelić i sur. (2016.) u istraživanju primjene huminskih kiselina na razvoj paulovnije. Biostimulator primijenjen u



ovom istraživanju sadrži veliku količinu aminokiselina što je moglo utjecati na dobivene rezultate, a u skladu je s provednim istraživanjima. Zeljković i sur. (2014.) navode da je primjena biostimulatora u fazi presađivanja preporučljiva zbog povoljnog djelovanja na rast i razvoj kako korijena tako i nadzemnog dijela presađivanja čime se osigurava brža i lakša adaptacija biljaka na stresne uvjete koji se javljaju nakon presađivanja na stalno mjesto. U ovom istraživanju, nakon presađivanja u plastenik paulovnije je bila izložena stresu zbog tehničko tehnoloških uvjeta u plasteniku. Zbog proljetnih izmjena vanjskih temperatura, u plasteniku su bile velike temperaturne oscilacije. Tako je noćna temperatura padala ispod 15 °C, a dnevna je dosegala više od 22 °C što je izazivalo stres kod sadnica, pa je primjena biostimulatora bila potpuno opravdana i u skladu s navodima Zeljkovića i sur. (2014.).

## ZAKLJUČAK

Primjena biostimulatora Delfan Plus® rezultirala je značajno većim razvojem nadzemnog dijela, masom stabljike, brojem listova, masom listova, masom i duljinom korijena te masom suhe tvari analiziranih dijelova sadnica paulovnije u odnosu na sadnice uzgajane bez primjene biostimulatora. Utvrđeno je da primjena biostimulatora svakih 14 dana značajno povećava praćene mjerene parametre u odnosu na primjenu svakih sedam dana i 21 dan. Sadnice tretirane biostimulatorom su pokazale bolju adaptabilnost na stresne uvjete uzgoja boljim razvojem nadzemnog dijela i korijena, što i je svrha primjene biostimulatora.

## LITERATURA

1. Adediran, J.A., Akande, M.O., Akanbi, W.B. (2005.): Effect of organic root plus (biostimulant) on nutrient content, growth and yield of tomato. *Nigerian Journal of Soil Science*, 15: 26-33.
2. Akande, M.O. (2006.): Effect of organic root plus (biostimulant) on the growth, nutrient content and yield of amaranthus. *African Journal of Biotechnology*, 5(10): 871-874.
3. Akyildiz, M.H., Kol Sahin, H. (2010.): Some technological properties and uses of paulownia (*Paulownia tomentosa* Steud.) wood. *Journal of Environmental Biology*, 31(3): 351-355.
4. Bergman, B.A. (1998.): Propagation method influences first year field survival and growth of *Paulownia*. *New forests*, 16: 251-264.

5. Drvodelić, D., Oršanić, M., Paulić, V. (2016.): Impact of ectomycorrhiza and humic acids on morphological features of 1 year old seedlings of *Paulownia tomentosa* x *Paulownia fortunei* hybrids. Šumarski list, 7-8: 327–337.
6. Duran Zuazo, V.H., Jimenez Bocanegra, J.A., Perea Tores, F., Rodriguez Pleguezuelo, C.R., Francia Martinez, J.R. (2013.): Biomass yield potential of *paulownia* trees in a semi-arid mediterranean environment (S Spain). International Journal of Renewable Energy Research -IJRER, 3(4): 789-793.
7. Dodan, M., Brus, R., Eisold, A.-M., Nicolescu, V.-N., Oršanić, M., Pratasiene, K., Perić, S. (2018.): Non-native tree species in the viewpoint of climate change: Chances and opportunities – Croatia as a case study. Šumarski list, 7-8: 391-402.
8. NN 16/2019 (16.2.2019.), Pravilnik o popisu biljnih vrsta za osnivanje drvenastih kultura kratkih ophodnji te načinu i uvjetima pod kojima se mogu uzgajati. Ministarstvo poljoprivrede.  
[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_02\\_16\\_340.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_02_16_340.html)
9. Parađiković, N., Vinković, T., Teklić, T., Guberac, V., Milaković, Z. (2008.): Primjena biostimulatora u proizvodnji presadnica rajčice. Zbornik radova 43. hrvatskog i 3. međunarodnog simpozija agronoma, 435-438.
10. Parađiković, N., Zeljković, S., Đurić, G., Vinković, T., Mustapić-Karlić, J., Kanižaj, G., Iljkić, D. (2009.): Rast i razvoj kadife (*Tagetes erecta* L.) pod utjecajem volumena supstrata i tretmana biostimulatorom. Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma, 786-790.
11. Parađiković, N., Teklić, T., Zeljković, S., Lisjak, M., Špoljarević, M. (2018.): Biostimulants research in some horticultural plant species—A review. Food and Energy Security, 8(2):1-17.
12. Sedlar, T., Šefc, B., Drvodelić, D., Jambrečić, B., Kučinić, M. i Ištok, I. (2020.): Fizička svojstva juvenilnog drva dvaju hibrida paulovnije. Drvna industrija, 71 (2): 179-184.
13. Šegon, V., Šimek, T., Oradini, A., Marchetti, M. (2014.): Priručnik za učinkovito korištenje biomase. Hrvatski šumarski institut. Jastrebarsko.
14. Tkalec, M., Parađiković, N., Zeljković, S., Vinković, T. (2012.): Učinkovitost biostimulatora na rast i razvoj divlje ruže. Zbornik radova 47. hrvatskog i 7. međunarodnog simpozija agronoma, 111.
15. Vinković, T., Parađiković, N., Teklić, T., Tkalec, M., Josipović, A. (2013.): Utjecaj biostimulatora na indeks lisne površine kod rajčice. Zbornik radova 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma, 358-362.
16. Zeljković, S., Parađiković, N., Babić, T., Đurić, G., Oljača, R., Vinković, T., Tkalec, M. (2010.): Utjecaj biostimulatora na rast i razvoj korijena rasada salvije (*Salvia splendens* L.). Journal of Agricultural Science, 55(1): 29-36.

17. Zeljković, S., Parađiković, N., Vinković, T., Tkalec, M. (2011.): Primjena biostimulatora u proizvodnji rasada sezonskog cvijeća. *Agroznanje*, 12(2): 175-181.
18. Zeljković, S., N. Parađiković, U. Šušak, M. Tkalec, 2014: Rast i razvoj rasada bosiljka (*Ocimum basilicum* L.) pod uticajem biostimulatora. *Agroznanje*, 15(4): 415-424.
19. Yadav, N. K., B. N. Vaidya, K. Henderson, J. F. Lee, , W. M. Stewart, S.A. Dhekney, N. Joshee (2013.): A review of *paulownia* biotechnology: A short rotation, fast growing multipurpose bioenergy tree. *American Journal of Plant Sciences*, 4: 2070-2082.

**Adresa autora – Author's addresses:**

Doc. dr. sc. Božica Japundžić-Palenkić,  
Doc. dr. sc. Nataša Romanjek Fajdetić,  
Prof. dr. sc. Mihaela Blažinkov,  
Dr. sc. Robert Benković  
Sveučilište u Slavonskom Brodu, Biotehnički odjel  
University of Slavonski Brod, Biotechnical department

**Primljeno – Received:**

25.04.2022.

Struč. spec. ing. agr Marijana Krišto,  
Regionalni Centar za biotehnoška istraživanja i razvoj Brodsko-posavske  
županije  
Regional Biotechnology Research and Development Centre of Brod-Posavina  
County

Izv. prof. dr. sc. Monika Marković,  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih  
znanosti Osijek  
University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek

