

UTJECAJ KULTIVARA I TIPRA REZNICE NA UKORJENJIVANJE AMERIČKE TUJE (*Thuja occidentalis* L.)

EFFECT OF CULTIVAR AND TYPE OF CUTTINGS ON ROOTING OF NORTHERN WHITE CEDAR (*Thuja occidentalis* L.)

Ksenija Karlović, I. Antunović, Marija Pecina

SAŽETAK

U radu je istraživana utjecaj kultivara i tipa reznice na postotak ukorjenjivanja i duljinu korijena reznica američke tuje (*Thuja occidentalis*). U pokus su bili uključeni kultivari 'Columna' i 'Smaragd' u kombinaciji s tri tipa reznice tj. jednostavne reznice, reznice s petom te reznice s dijelom grane. Postotak ukorjenjivanja reznica bio je pod značajnim utjecajem kultivara i tipa reznice, dok je duljina korijena bila pod značajnim utjecajem tipa reznice. Kod kultivara 'Smaragd' zabilježen je veći prosječni postotak ukorjenjivanja nego kod kultivara 'Columna'. Veći postotak ukorjenjivanja zabilježen je kod oba kultivara uz upotrebu reznica s dijelom grane i jednostavnih reznica, u usporedbi s reznicama s petom. Prosječna duljina korijena reznica s dijelom grane bila je signifikantno veća i od prosječne duljine korijena jednostavnih, i reznica s petom, neovisno o kultivaru. Kako bi se postiglo bolje ukorjenjivanje, u rasadničarskoj proizvodnji oba kultivara preporučuje se upotreba reznica s dijelom grane.

Ključne riječi: 'Smaragd', 'Columna', jednostavne reznice, reznice s petom, reznice s dijelom grane

ABSTRACT

Influence of cultivar and type of cuttings on rooting percentage and root length in northern white cedar (*Thuja occidentalis*) was investigated. Two cultivars ('Columna' and 'Smaragd') with three types of cuttings (simple, heel and mallet cuttings) were included in the trial. Rooting percentage was significantly influenced by the cultivar and type of cuttings while the root length was significantly influenced by the type of cuttings. Higher average percentage of rooted cuttings was recorded in cultivar 'Smaragd' compared to 'Columna' cultivar. Average percentage of rooted cuttings was higher in both cultivars with the use of mallet and simple cuttings, compared to heel cuttings.

Average root length of mallet cuttings was significantly longer than average root length of both simple and heel cuttings, independently of cultivar. In order to achieve better rooting, in the nursery production of both cultivars, use of mallet cuttings is recommended.

Key words: 'Smaragd', 'Columna', simple cuttings, heel cuttings, mallet cuttings

UVOD

Thuja occidentalis L. ili američka tuja pripada porodici Cupressaceae; porijeklom je iz istočnog dijela Sjeverne Amerike a u Europu je unesena u 16. stoljeću (Vukićević, 1987.). Komercijalno je važna kultura (Man i sur. 2013.). Kao ljekovita biljka, primjenjuje se u homeopatiji i narodnoj medicini (Naser i sur. 2005.) za liječenje glavobolja, migrena, reumatizma, psorijaze, amenoreje i drugih tegoba (Lis i sur. 2016.). U Europi se uglavnom koristi kao ukrasna biljka (Alves i sur. 2014.) u parkovima, vrtovima (Anadón i sur. 2018.) te na grobljima i to najčešće za formiranje živih ograda. U upotrebi je veliki broj kultivara ove vrste. Kultivar 'Smaragd' je niskog, čunjastog rasta, rijetko smještenih grana, nezahtjevan za odražavanje (Vidaković 1993.; Lis i sur. 2016.) dok je 'Columna' višeg rasta, valjkastog, uskog habitusa, tupa vrha i kratkih grana; podnosi širok raspon klimatskih uvjeta i svojstava tla (Vidaković 1993.; Szász-Len i sur. 2015.). Američka tuja se može razmnožavati sjemenom ili vegetativno (Hartmann i sur. 2002.) kao i kulturom tkiva (Nour i Thorpe 1993.). Najjednostavniji i najčešće korišten način razmnožavanja američke tuje je razmnožavanje reznicama (Szász-Len i sur. 2015.). Reznice za ukorjenjivanje američke tuje na otvorenom, mogu se uzimati sredinom ljeta dok se sredinom zime u stakleniku mogu ukorjenjivati zrele reznice (Hartmann i sur. 2002.). Za razmnožavanje četinjača mogu se koristiti tri tipa zrelih reznica: jednostavne reznice, reznice s petom i reznice s dijelom grane (Luna 2009). Kako bi se pospješilo ukorjenjivanje reznica američke tuje, važno je ispitati čimbenike koji utječu na njihovo ukorjenjivanje. Do sada je istraživana utjecaj različitih faktora na ukorjenjivanje reznica američke tuje, primjerice utjecaj duljine reznice (Szász-Len i sur. 2015.), vremena uzimanja reznica (Davidescu i sur. 2003.), koncentracije hormona za ukorjenjivanje (Bielenin 2003), dodatnog osvjetljenja (Bielenin 2000.) ili supstrata (Chong 2000.; Soga i sur. 2018.). Cilj ovog istraživanja bio je ispitati utjecaj kultivara i tipa reznice na ukorjenjivanje američke tuje.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno u rasadniku poduzeća 'Poljokomerc' d.o.o. u Kiseljaku (BIH) dok je biljni materijal korišten u istraživanju nabavljen iz rasadnika 'Iris Produkt' d.o.o. u Laktašima (BIH). Matične biljke s kojih su uzete reznice bile su starosti 7 godina, bez znakova bolesti i oštećenja. Pokus je proveden u razdoblju od 12. studenog 2011. do 30. lipnja 2012. godine u prostoru plastenika. Dvofaktorijalni pokus (2 x 3) je postavljen po modelu slučajnog bloknoeg rasporeda, s ukupno šest kombinacija i pet repeticija. Osnovnu parcelu činilo je 20 reznica te je ukupno u istraživanje bilo uključeno 600 reznica. U pokusu su korištena dva kultivara vrste *Thuja occidentalis* i to, 'Smaragd' (K1) i 'Columna' (K2) te tri tipa reznice: reznice s dijelom grane (R1), jednostavne reznice (R2) i reznice s petom (R3). Jednostavne reznice (R2) pripremljene su tako da su uzeti jednogodišnji izboji koji su odrezani koso pri bazi reznice i nisu sadržavali starije, dvogodišnje drvo. Reznice s dijelom starijeg drva uzimane su na dva načina: reznice s dijelom grane (R1) su odrezane tako da sadrže cijeli komad prošlogodišnjeg rasta pri dnu reznice pri čemu baza reznice ima oblik slova T dok reznice s petom (R3) nisu rezane, već su ručno otrgnute s grane tako da na donjem dijelu zadrže samo dio starijeg tkiva (tzv. petu). Reznice svih tipova bile su duljine 10 do 15 cm, a po potrebi je odstranjena polovica donjih listova. Reznice su tretirane biostimulatorom za ukorjenjivanje tvorničkog naziva Rigenal P koji se primjenjuje za ukorjenjivanje polu-drvenastih i drvenastih reznica, a u 100 g sadrži 0,5g NAA. Supstrat za ukorjenjivanje dobiven je miješanjem pijeska i komposta u omjeru 60:40. Pijesak je bio sitni riječni pijesak, a za kompost je korišten komercijalni supstrat imena Kompostin (s 200-300 mg/l N, 150-200 mg/l P₂O₅ i 300-400 mg/l K₂O).

Pokus je proveden u uvjetima negrijanog plastenika, bez mogućnosti automatske regulacije temperature i vlage zraka. Reznice su ukorjenjivane bez grijanja, uz izuzetak siječnja i veljače mjeseca kad je zbog izrazito niskih vanjskih temperatura, plastenik grijan kako bi se izbjeglo smrzavanje reznica. Tijekom trajanja pokusa mjerena je temperatura i relativna vlaga zraka pomoću termo-higrometra postavljenih unutar i izvan plastenika na visinu od 2 m. Relativna vlaga zraka i temperatura mjerene su svaki dan u 8 i 15 sati. Pomoću dobivenih dnevnih podataka izračunate su srednje, minimalne i maksimalne vrijednosti temperature (Tablica 1) i relativne vlage zraka (Tablica 2) za svaki pojedini mjesec tijekom trajanja pokusa.

Tablica 1. Temperatura zraka (unutar i izvan plastenika) za vrijeme trajanja pokusa

Table 1 Air temperature (inside the greenhouse and external) during the trial

Mjesec Month	Temp. (°C), 8 h, unutar plastenika Internal T (°C), 8 a.m.			Temp. (°C), 8 h, na otvorenom External T (°C), 8 a.m.			Temp. (°C), 15 h, unutar plastenika Internal T (°C), 15 p.m.			Temp. (°C), 15 h, na otvorenom External T (°C), 15 p.m.		
	mean	min	max	mean	min	max	mean	min	max	mean	min	max
Studeni November	6,3	2	10	-3,1	-8	4	14,9	8	21	10,8	-1	17
Prosinac December	10,3	8	19	-0,2	-7	10	14,4	8	22	4	-3	15
Siječanj January	9,2	-1	15	-3,8	-17	5	17,2	7	25	3	-4	10
Veljača February	4,7	-2	10	-9,4	-25	1	11,9	5	27	0,8	-10	15
Ožujak March	11,7	5	23	-0,5	-9	6	27,6	10	41	16	3	26
Travanj April	14,6	1	23	6,2	-7	15	26,4	10	43	15,6	3	30
Svibanj May	13,9	10	21	9,2	1	15	27,8	12	42	19,2	4	30
Lipanj June	20,5	10	29	13,6	5	20	33,9	22	42	30,2	18	38

Tablica 2. Relativna vlaga zraka u plasteniku za vrijeme trajanja pokusa

Table 2 Relative humidity in the greenhouse during the trial

Mjesec Month	Vlaga zraka (%), 8h Air humidity (%), 8 a.m.			Vlaga zraka (%), 15h Air humidity (%), 15 p.m.		
	mean	min	max	mean	min	max
Studeni / November	52,1	45	60	49,5	35	70
Prosinac / December	48,4	40	60	59,4	50	70
Siječanj / January	49,8	35	55	58,9	40	70
Veljača / February	52,8	40	62	57,3	35	65
Ožujak / March	54,2	34	76	31,4	13	75
Travanj / April	52,6	25	65	34,5	10	70
Svibanj / May	59,7	45	80	49,9	13	80
Lipanj / June	52,8	35	75	29,2	14	65

Sedam mjeseci nakon postavljanja pokusa (29. 6. 2012.), utvrđen je postotak ukorijenjenih reznica te je izmjerena duljina razvijenog korijena. Dobiveni podaci statistički su obrađeni analizom varijance (ANOVA) te je nakon analize varijance kod signifikantnih razlika proveden Fisher-ov LSD test (na razini vjerojatnosti $p \leq 0,05$), primjenom procedure GLM statističkog programa SAS/STAT 9.4 (2013). Statistička analiza uključivala je i deskriptivnu statistiku za analizirana svojstva.

REZULTATI I RASPRAVA

Analiza varijance je pokazala da su se analizirani kultivari ($F_{1,20}=15,81$) i korišteni tip reznica ($F_{2,20}=5,00$) signifikantno razlikovali u postotku ukorjenjivanja (Tablica 3). Nije zabilježena značajna interakcija utjecaja kultivara i tipa reznice na postotak ukorjenjivanja reznica ($F_{2,20}=2,75$). S druge strane, faktor kultivar nije imao signifikantan utjecaj na duljinu korijena reznica ($F_{1,20}=2,19$), kao niti interakcija kultivara i reznice ($F_{2,20}=2,32$), za razliku od tipa reznice gdje je zabilježen signifikantan utjecaj na duljinu korijena reznica ($F_{2,20}=9,58$).

Tablica 3. Rezultati analize varijance za postotak ukorjenjivanja i duljinu korijena

Table 3 Results of the analysis of variance for the rooting percentage and root length

Izvor variranja <i>Source of variation</i>	df	Postotak ukorjenjivanja <i>Rooting percentage</i>		Duljina korijena <i>Root length</i>	
		F	<i>p</i>	F	<i>p</i>
Kultivar <i>Cultivar</i>	1	15,81 **	0,0007	2,19 ^{ns}	0,1541
Reznica <i>Cuttings</i>	2	5,00 *	0,0173	9,58 **	0,0012
K x R	2	2,75 ^{ns}	0,0883	2,32 ^{ns}	0,1242

ns - nije signifikantno; * - signifikantno uz $P=5\%$; ** - signifikantno uz $P=1\%$;

Najveći broj ukorijenjenih reznica postignut je u kombinaciji K1R1 (kultivar 'Smaragd', reznice s dijelom grane) i K1R2 (kultivar 'Smaragd', jednostavna reznica) kod kojih je zabilježen postotak ukorjenjivanja od 97% (Tablica 4) dok je u kombinaciji K2R3 (kultivar 'Columna', reznica s petom) zabilježen najmanji prosječni broj ukorijenjenih reznica (69%)

Kultivari 'Smaragd' i 'Columna' signifikantno su se razlikovali u postotku ukorjenjivanja; prosječni postotak ukorjenjivanja kod kultivara 'Smaragd' iznosio je 96% dok je kod kultivara 'Columna' on iznosio 82,3%. Kod tipa

reznice, *post hoc* test je pokazao da između reznica s dijelom grane i jednostavnih reznica nema signifikantne razlike u postotku ukorjenjivanja dok je između reznica s dijelom grane i reznica s petom utvrđena signifikantna razlika ($P=1\%$) u postotku ukorjenjivanja, u korist reznica s dijelom grane. Prosječni postotak ukorjenjivanja bio je najveći kod reznica s dijelom grane (93,5%), nakon kojeg slijede jednostavne reznice s 92,5% ukorijenjenih reznica odnosno reznice s petom s 81,5% ukorijenjenih reznica. Jednostavne reznice i reznice s dijelom grane signifikantno ($P=5\%$) su se bolje ukorijenile od reznica s petom. Prosječna duljina korijena kod reznica s dijelom grane (12,83 cm) bila je signifikantno veća i od prosječne duljine korijena kod jednostavnih (9,32 cm) i reznica s petom (10,75 cm).

Tablica 4. Prosječne vrijednosti postotka ukorjenjivanja (%) i duljine korijena (cm)

Table 4 Average rooting percentage (%) and root length (cm)

Kultivar <i>Cultivar</i>	Reznice [#] <i>Cuttings[#]</i>	% ukorjenjivanja* <i>Rooting (%)</i>	Duljina korijena (cm)* <i>Root length (cm)*</i>
'Smaragd'	R1	97	13,20
	R2	97	8,91
	R3	94	9,49
Prosjek <i>Mean</i>		96 a	10,55
'Columna'	R1	90	12,47
	R2	88	9,88
	R3	69	12,14
Prosjek <i>Mean</i>		82,3 b	11,45
Tip reznice - prosjek <i>Type of cuttings - mean</i>	R1	93,5 a	12,83 a
	R2	92,5 a	9,32 b
	R3	81,5 b	10,75 b

*Vrijednosti unutar istog stupca za faktor kultivar i faktor tipa reznice praćene istim slovom ne razlikuju se značajno uz $P \leq 0.05$; Values within each column for cultivar and type of cuttings followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$

[#] R1 = Reznice s dijelom grane *Mallet cuttings*; R2 = Jednostavne reznice *Simple cuttings*; R3 = Reznice s petom *Heel cuttings*

U tablici 5. prikazani su deskriptivni statistički parametri za svojstvo duljina korijena po kombinacijama. Prosječna duljina korijena reznica kretala se od 8,91 cm kod kombinacije K1R2 (kultivar 'Smaragd', jednostavna reznica) do 13,2 cm u kombinaciji K1R1 (kultivar 'Smaragd', reznica s dijelom grane).

Tablica 5. Deskriptivni statistički parametri za duljinu primarnog korijena (cm)

Table 5 Descriptive statistics for the root length (cm)

Kombinacija*	min	max	mean	s ²	s	cv (%)
K1R1	1,9	27,2	13,2	26,65	5,16	39,09
K1R2	1,6	26,9	8,91	19,94	4,47	50,17
K1R3	0,5	22,2	9,49	23,02	4,80	50,58
K2R1	2,3	24,6	12,47	23,32	4,83	38,73
K2R2	0,4	20,4	9,88	17,19	4,15	42,00
K2R3	2,9	25,4	12,14	27,53	5,25	43,24

*Objašnjenje kratica je navedeno u poglavlju Materijali i metode;

*For abbreviations see Material and Methods

Premda se za razmnožavanje američke tuje preporučuje upotreba reznica s petom (Dirr, 1998.) u ovom istraživanju reznice s dijelom grane su se pokazale, kod oba istraživana kultivara, pogodnije za rasadničarsku proizvodnju od reznica s petom, i u pogledu postotka ukorjenjivanja i duljine korijena. Premda McDonald (1986.) navodi prednost reznica s petom u odnosu na reznice s dijelom grane, u ovom istraživanju to nije potvrđeno. Ujedno, uzimanje reznica s petom traži više vremena kao i pažnje prilikom umetanja reznica u supstrat za ukorjenjivanje (Ticknor, 1989.). Iako se kod američke tuje ozljeđivanje reznice pokazalo korisno (Hartmann i sur., 2002.) u ovom istraživanju, veća površina reza pa samim tim i ozljede kod reznica s petom nije dovela do poboljšanog ukorjenjivanja. Čini se da je na bolji razvoj korijena reznica s dijelom grane pozitivno utjecala prisustnost većeg dijela starijeg tkiva pri bazi reznice što je povezano s većom rezervom ugljikohidrata ovih reznica (McDonald, 1986.). U istraživanju Henryisa i sur. (1992.) utvrđeno je bolje ukorjenjivanje jednostavnih reznica u usporedbi reznica s petom kod vrste *Juniperus virginiana*. Nasuprot tomu, u istraživanju Akoumianaki-Ioannidousa i sur. (2000.) tip reznice (jednostavne i reznice s petom) nije imao utjecaj na ukorjenjivanje vrste *Polygala myrtifolia* dok su u istraživanju Swartza i sur. (2018.) bolje rezultate dale reznice s petom. U istraživanju koje su na vrsti *Calluna vulgaris* proveli Pereira i sur. (2014.), najviši postotak ukorjenjivanja postignut je s jednostavnim reznicama i reznicama s petom dok je najniži postotak ukorjenjivanja zabilježen kod reznica s dijelom grane. Tip reznice pogodan za razmnožavanje pojedine vrste usko je povezan s genotipom. U ovom istraživanju, oba genotipa su dala bolje rezultate uz upotrebu reznica s dijelom grane. Dugi period potreban za stvaranje adventivnog korijenja u ovom

istraživanju bio je zasigurno povezan s nepovoljnim uvjetima temperature i vlage zraka tijekom trajanja pokusa. Prosječna mjesečna relativna vlaga zraka kretala se od 29,2% u 15 sati tijekom lipnja do 59,7% u 8 sati tijekom svibnja (Tablica 1), dok se prosječna mjesečna temperatura zraka u plasteniku tijekom trajanja pokusa kretala od 4,7°C u jutarnjim satima (u veljači) do 33,9°C u popodnevnim satima (u lipnju). Raspon temperature koji se obično koristi tijekom ukorjenjivanja reznica četinjača, u kontroliranim uvjetima, kreće se od 18 °C do 27 °C (Ragonezi i sur. 2010.) pa tako Man i sur. (2003.) za američku tuju navode 26 °C za dnevnu odnosno 18 °C za noćnu temperaturu. Negativan utjecaj na brzinu ukorjenjivanja imao je i nedostatak grijanja baze reznice, što se preporučuje kod ukorjenjivanja vrsta roda *Thuja* (Griffin i sur. 1998.). Bez obzira na nepovoljne uvjete vlage i temperature zraka u ovom istraživanju, postignut je relativno visok prosječni postotak ukorjenjivanja kod oba kultivara i taj postotak se, ovisno o tipu reznice, kretao od 69% do 90% kod kultivara 'Columna' te od 94% do 97% kod kultivara 'Smaragd' (Tablica 4). U istraživanju Szász-Lena i sur. (2015.), postotak ukorijenjenih reznica se kod kultivara 'Columna' kretao od 42,2% do 100%, ovisno o korištenom supstratu dok se kod kultivara 'Smaragd' kretao od 82,4% do 100%, ovisno o koncentraciji korištenih auksina (Bielenin 2003.). Rezultati ovog pokusa su pokazali da je visoki postotak ukorjenjivanja reznica američke tuje u uvjetima minimalnih ulaganja, bez mogućnosti precizne regulacije uzgojnih uvjeta, moguć ali da sa sobom nosi nedostatak dugog vremena ukorjenjivanja. Formiranje adventivnog korijenja je kompleksan proces koji predstavlja kritičan korak u vegetativnom razmnožavanju (Ragonezi 2010.). Postizanje visokog postotka ukorijenjenih reznica s dobro razvijenim, kvalitetnim korijenom nužno je za dobivanje kvalitetnog sadnog materijala te daljnji uspješan rast i razvoj biljke.

ZAKLJUČAK

Postotak ukorjenjivanja reznica američke tuje bio je pod značajnim utjecajem kultivara i tipa reznice, dok je duljina korijena reznice bila pod značajnim utjecajem tipa reznice. Kultivar 'Smaragd' imao je viši prosječni postotak ukorijenjenih reznica od kultivara 'Columna'. Isto tako, reznice s dijelom grane i jednostavne reznice dale su viši prosječni postotak ukorijenjenih reznica u usporedbi s reznicama s petom. Prosječna duljina korijena kod reznica s dijelom grane bila je signifikantno veća i od prosječne duljine korijena kod jednostavnih, i reznica s petom. Najbolji rezultat u postotku ukorjenjivanja i duljini primarnog korijena zabilježen je kod oba kultivara uz upotrebu reznica s dijelom grane.

LITERATURA

1. Akoumianaki-Ioannidou, A., Kravari, E., Chronopoulos, J. (2000.): Propagation of *Polygala myrtifolia* by cuttings. *Acta Horticulturae* 541, 265-268.
2. Alves, L.D.S., Figueirêdo, C.B.M., Silva, C.C.A.R., Marques, G.S., Ferreira, P.A., Soares M.F.R., Silva R.M.F., Rolim-Neto P.J. (2014.): *Thuja occidentalis* L. (Cupressaceae): a review of botanical, phytochemical, pharmacological and toxicological aspects. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 5(4), 1163-1177.
3. Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M.F., Ares, I., Martínez, M.A. (2018.): Chapter 62 – Poisonous Plants of the Europe. In: Gupta, R.C. (ed.) *Veterinary Toxicology. Basic and Clinical Principles*. Third Edition. Academic Press, Oxford. pp. 891-909.
4. Bielenin, M. (2000.): Effect of Red or Blue Supplementary Light on Rooting of Cuttings and Growth of Young Plants of *Juniperus scopulorum* 'Skyrocket' and *Thuja occidentalis* 'Smaragd'. *Gartenbauwissenschaft* 65 (5), 195–198.
5. Bielenin, M. (2003.): Rooting and gas exchange of conifer cuttings treated with indolebutyric acid. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 11, 99-105.
6. Chong, C. (2000.): Relationship of soluble salts content in MSW compost media and rooting of evergreen cuttings. *Compost science and utilization* 8(1), 29-35.
7. Davidescu, V.E., Caretu, G., Madjar, R.M., Stanica, F., Peticila, A.G. and Dumitrascu, M. (2003.): The influence of substrate and cutting period on the propagation of some ornamental species. *Acta Horticulturae* 608, 273-277.
8. Griffin, J.J., Blazich, F.A., Ranney, T.G. (1998.): Propagation of *Thuja* x 'Green Giant' by stem cuttings: effects of growth stage, type of cutting and IBA treatment. *Journal of Environmental Horticulture* 16(4), 212-214.
9. Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., Geneve, R.L. (2002.): *Plant propagation. Principles and Practices*. Prentice Hall, New Jersey.
10. Henry, P.H., Blazich, F.A., Hinesley, E. (1992.): Vegetative propagation of eastern redcedar by stem cuttings. *HortScience* 27(12), 1272-1274.
11. Lis, A., Liszkiewicz, R., Krajewska, A. (2016.): Comparison of chemical composition of the essential oils from different parts of *Thuja occidentalis* L. 'Brabant' and *T. occidentalis* L. 'Smaragd'. *Herba Polonica* 62(3), 20-27
12. Luna, T. (2009.): Vegetative propagation. In: Dumroese, R. Kasten; Luna, Tara; Landis, Thomas D. (eds.) *Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries - Volume 1: Nursery management*. Agriculture Handbook 730. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. p. 153-175.

13. Man, R., Lu, P., Parker, W.C., Kayahara, G.J., Dang, Q.L. (2013.): Light use efficiency and photosynthetic capacity of northern white cedar (*Thuja occidentalis* L.) cuttings originated from layering and seed. *Northern Journal of Applied Forestry* 30(2), 53-57.
14. McDonald, B. (1986.): *Practical woody plant propagation for nursery growers*. Timber Press, Portland.
15. Naser, B., Bodinet, C., Tegtmeier, M., Lindequist, U. (2005.): *Thuja occidentalis* (Arbor vitae): a review of its pharmaceutical, pharmacological and clinical properties. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2(1), 69-78.
16. Nour, K.A., Thorpe, T.A. (1993.): In vitro shoot multiplication of eastern white cedar (*Thuja occidentalis*). *In vitro cellular & developmental biology* 29(2), 65-71.
17. Pereira, M.J., Fagundo, H. Menezes, T., Couto, J. (2014.): Potential propagation by seed and cuttings of the Azorean native *Calluna vulgaris* (L.) Hull. *International Journal of Ecology*, article ID 438189.
18. Ragonezi, C., Klimaszewska, K., Rui Castro, M., Lima, M., de Oliveira, P., Zavattier, M. A. (2010.): Adventitious rooting of conifers: influence of physical and chemical factors. *Trees* 24, 75–992.
19. Soga, D. D. D., Idun, I. A., & Atuah, L. (2018.): Rooting Response of *Thuja occidentalis* L. to Different Soilless Media and Stem Propagation Techniques in Ghana. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*, 2(2), 1-9.
20. SAS STAT (2013.): *Software Release 9.4*. Cary, North Carolina, USA: SAS Institute Inc.
21. Swartz, A, Matsiliza-Mlathi, B., Kleynhans, R. (2018.) Rooting and survival of *Lobostemon fruticosus* (L.) H. Buek stem cuttings as affected by season, media and cutting position. *South African Journal of Botany* 119, 80-85.
22. Szász-Len, A.M., Holonec, L., Truța, Rebrean, F.A. (2015.): Effect of cutting size on the rooting of *Thuja occidentalis* 'Columna'. *Bulletin UASVM Horticulture* 72(1), 233-234.
23. Ticknor, R.L. (1989.): Production of *Daphne x burkwoodii* 'Carol Mackie'. *Ornamentals Northwest Archives* 13(2), 4-8.
24. Vidaković, M. (1993.): Četinjače. Morfologija i varijabilnost. Grafički zavod Hrvatske i Hrvatske šume, Zagreb.
25. Vukićević, E. (1987.): *Dekorativna dendrologija*. Naučna knjiga. Beograd

Adrese autora – Author’s addresses:

Izv. prof. dr. sc. Ksenija Karlović
Ivan Antunović, mag.ing.agr.
Prof. dr. sc. Marija Pecina

Primljeno – Received:

20.09.2019.

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
10000 Zagreb

