

Goran Jelić¹✉, Vlado Topić¹, Lukrecija Butorac¹, Anamarija Jazbec²

UTJECAJ VELIČINE KONTEJNERA NA KVANTITATIVNE MORFOLOŠKE POKAZATELJE KOD JEDNOGODIŠNJIH SADNICA ALEPSKOGA BORA (*PINUS HALEPENSIS* MILL.)

CONTAINER SIZE IMPACT
ON QUANTITATIVE MORPHOLOGICAL PARAMETERS
OF ONE YEAR OLD ALEPPO PINE
(*PINUS HALEPENSIS* MILL.) SEEDLINGS

SAŽETAK

Za uspješno pošumljavanje sredozemnog krškog područja trebalo bi zadovoljiti niz uvjeta, od kojih su najvažniji vrsta drveća i kvaliteta sadnica za pošumljavanje. Kako bi se utvrdio učinak pojedinog kontejnera na razvijenost (kvalitetu) nadzemnog i podzemnog dijela sadnica, analizirana su morfološka svojstva jednogodišnjih (1 + 0) sadnica alepskoga bora (*Pinushalepensis* Mill.) uzgajanih u različitim kontejnerima. U ovom istraživanju, korištena su četiri tipa kontejnera: Multipot 53/12 ("Bosnaplast 12"), Multipot 33/18 ("Bosnaplast 18"), T 7/24 (PVC tuljak 7/24) i T 8/24 (PVC tuljak 8/24). Varijable koje su proučavane u laboratoriju bile su: visina stabljike, promjer vrata korijena, biomasa nadzemnog dijela, biomasa korijena i ukupna biomasa biljke. Iz izmjerenih varijabli izračunata su dva morfološka indeksa: omjer nadzemni/podzemni i Dicksonov kvalitativni index. Skenerom STD 1600 i softwareom WinRhizo Pro utvrđene su morfološke dimenzije korijena: ukupna duljina, broj vrhova, površina plašta i volumen korijena. Za usporedbu morfoloških karakteristika sadnica prema tipu kontejnera korištena je analiza varijance (ANOVA) i višestruki *Turkeyev post hoc* test.

Rezultati istraživanja morfoloških svojstava biljaka na uzorku od 20 sadnica po tipu kontejnera pokazali su značajno veće vrijednosti u većim kontejnerima (T^{7/24} i T^{8/24}) u odnosu na manje kontejnere (MP^{53/12} i MP^{33/18}). Analiza korijena sadnica alepskoga bora iz najmanjih kontejnera (MP^{53/12}) pokazuje izraziti stupanj deformacije istog, kod nešto većih kontejnera (MP^{33/18}) deformacija korijena pri-

¹ Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Put Duilova 11, 21000 Split, Hrvatska

² Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

✉ Kontakt autor/Corresponding author: Goran Jelić; goran.jelic@krs.hr

sutna je u znatno manjoj mjeri, ali je zato nedovoljna proraslost korijena kod sadnica uzgajanih u većim kontejnerima, iako kod njih nisu zapažene deformacije.

Zbog izrazitih deformacija korijena sadnica alepskoga bora u kontejneru MP_{53/12}, a koji su posljedica neadekvatnih dimenzija istog i općenito, tehnološke zastarjelosti Multipot ("Bosnaplast 12 i 18") kontejnera, preporuča se njihovo postupno napuštanje iz rasadničarske proizvodnje, te daljnjim istraživanjima raditi na pronalaženju novih, modernijih rješenja koja će biti prilagođena proizvodnji što kvalitetnijih sadnica namijenjenih pošumljavanju sredozemnog krškog područja.

Ključne riječi: Alepski bor, kontejneri, morfološke značajke, sadnice

UVOD

INTRODUCTION

Veličina kontejnera najčešće se opisuje kroz volumen, visinu (dubinu) i promjer. Volumen kontejnera diktira veličinu sadnice koja u njemu raste. Utjecaj veličine kontejnera na razvoj sadnica drveća koja se koriste za pošumljavanje u sredozemnom području istraživali su Dominguez - Lerena i dr. (1997) za hrast crniku (*Quercus ilex* L.), alepski bor (*Pinushalepensis* Mill.), primorski bor (*Pinus pinaster* Ait.) i bor pini-ju (*Pinus pinea* L.). Landis (1990) nalazi kako je dubina kontejnera jedna od najvažnijih karakteristika koja utječe na morfologiju sadnice jer ona direktno utječe na kapacitet zadržavanja vlage, pa čak i na provjetravanje korijenova busena. Chirino i dr. (2008) navode kako dubina kontejnera određuje rast korijenova sustava i duljinu žile srčanice te dolaze do spoznaja kako su morfofunkcionalne karakteristike i kvaliteta sadnica, izražene Dicksonovim indeksom kvalitete (DQI), poboljšane korištenjem dubljih kontejnera. Posljedica toga veći je transportni kapacitet u korijenovu sustavu, koji pak dovodi do većeg sadržaja vode u biljci tijekom stresnog sušnog perioda. Palacios i dr. (2009) pišu kako sadnice slabije kvalitete pokazuju slabije morfološke i fiziološke karakteristike koje umanjuju njihove šanse za preživljavanje te rast i razvoj u šumskoj kulturi, pod stresnim uvjetima. U ovom radu istraživana je utjecaj veličine kontejnera na morfološke osobine alepskoga bora (*Pinushalepensis* Mill.). Cilj je istraživanja utvrditi koji od istraživanih kontejnera, koji se već nekoliko godina primjenjuju u redovitoj šumskoj proizvodnji, ima najbolji učinak na razvoj jednogodišnjih sadnica alepskoga bora (*Pinushalepensis* Mill.).

MATERIJAL I METODE

MATERIALS AND METHODS

Sjeme za proizvodnju sadnica alepskoga bora prikupljeno je u sjemenskoj sastojini unutar Gospodarske jedinice "Nin-Kožino" kojom gospodari šumarija Zadar, Uprava šuma podružnica Split. Sjeme alepskoga bora sijano je u 4 tipa kontejnera

(Tablica 1), odnosno dva tipa klasičnog kontejnera za višekratnu uporabu (Multipot 53/12 – MP_{53/12} i Multipot 33/18 – MP_{33/18}) te dva tipa polietilenskih tuljaka za jednokratnu uporabu (PVC tuljak 7/24 – T_{7/24} i PVC tuljak 8/24 – T_{8/24}). Sjetva sjemena u rasadniku obavljena je ručno, tijekom ožujka i travnja 2002. godine. Sadnice alpskoga bora uzgajane su kao jednogodišnje (1 + 0).

Tablica 1. Osnovne značajke kontejnera korištenih u pokusu
Table 1. General features of the container used in the experiment

Tip kontejnera /Container type	Kodni naziv /Code name	Komercijalni naziv /Commercial name	Poprečni presjek /Cross section	Zapremnina ćelije (cm ³) /Volume of cell (cm ³)	Dubina (cm) /Depth (cm)	Promjer na vrhu (cm) /Diameter at the top (cm)	Gustoća biljaka (N/m ²) /Plant density (N/m ²)
Multipot 53/12	MP _{53/12}	“Bosnaplast 12”	Poliedrični heksagon /Polyedric hexagon	120	12	4	660
Multipot 33/18	MP _{33/18}	“Bosnaplast 18”	Poliedrični heksagon /Polyedric hexagon	220	18	4,5	498
Polietilenski tuljak 7/24 /Polyethylene cone 7/24	T _{7/24}		Okrugao /Rotund	923	24	7	196
Polietilenski tuljak 8/24 /Polyethylene cone 8/24	T _{7/24}		Okrugao /Rotund	1205	24	8	156

Za izmjeru i laboratorijsku analizu morfoloških parametara sadnica, uzeto je 20 uzoraka-sadnica (1 + 0) alepskoga bora po svakom tipu kontejnera. Mjereni su sljedeći morfološki parametri: visina nadzemnog dijela sadnice (stabljike), promjer vrata korijena, masa suhe tvari nadzemnog dijela, masa suhe tvari podzemnog dijela sadnice, masa suhe tvari – ukupna, ukupna dužina korijena, površina plašta korijena, volumen korijena, broj vrhova korijena (TIP). Iz izmjerenih morfoloških parametara (biomasa, promjer vrata korijena i visina nadzemnog dijela sadnice) izračunata su dva kvalitativna morfološka indeksa (pokazatelja kvalitete) za svaki uzorak:

$$1. \text{ Dicksonov kvalitativni index (DQI)} = \frac{UB(g)}{\frac{H(cm)}{PVK(mm)} + \frac{MS(g)}{MK(g)}}$$

$$2. \text{ Omjer nadzemni/podzemni} = \frac{MS(g)}{MK(g)}$$

UB – ukupna biomasa biljke (suha tvar); H – visina nadzemnog dijela biljke; PVK – promjer vrata korijena; MS – masa stabljike (suha tvar); MK – masa korijena (suha tvar)

Izmjera morfoloških parametara korijena izvedena je softwareom WinRhizo 2005a (Regent Instruments, Quebec City, Quebec, Canada). Prije samog skeniranja

Tablica 2. Morfološke karakteristike, biomasa i kvalitativni morfološki indeksi jednogodišnjih sadnica alepskoga bora (*Pinus halepensis* Mill.) iz različitih tipova kontejnera
Table 2. Morphological characteristics, biomass and qualitative morphological indexes of one year old Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) seedlings from different types of container

Varijabla / Variable	N	Tip kontejnera / Container type								F	p
		MP _{53/12}		MP _{33/18}		T _{7/24}		T _{8/24}			
		A. S.	S. D.	A. S.	S. D.	A. S.	S. D.	A. S.	S. D.		
Visina sadnica, cm Seedling height, cm	20	10,53 ^(a)	5,24	11,51 ^(a)	4,52	21,27 ^(b)	5,86	24,21 ^(b)	8,21	25,34	<0,0001
Promjer vrata korijena, cm Root collar diameter, cm	20	1,84 ^(a)	0,51	1,96 ^(a)	0,57	2,90 ^(b)	0,80	2,90 ^(b)	0,71	13,04	<0,0001
Ukupna duljina, cm Total length, cm	20	234,95 ^(a)	110,13	199,10 ^(a)	104,42	443,83 ^(b)	185,78	481,30 ^(b)	168,35	19,14	<0,0001
Broj vrhova (TIP), kom Number of TIP's, piece	20	689 ^(a)	336	997 ^(ab)	690	1739 ^(bc)	1381	2255 ^(c)	1897	6,62	0,0005
Volumen korijena, cm ³ Root volume, cm ³	20	0,406 ^(a)	0,205	0,382 ^(a)	0,187	0,841 ^(b)	0,396	0,850 ^(b)	0,368	14,73	<0,0001
Površina plašta, cm ² Surface area, cm ²	20	33,19 ^(a)	14,47	30,88 ^(a)	15,26	68,19 ^(b)	30,22	71,32 ^(b)	25,69	18,92	<0,0001
Masa suhe tvari nadzemnog dijela, g Dry mass of above ground part, g	20	0,711 ^(a)	0,401	0,821 ^(a)	0,513	1,814 ^(b)	0,956	1,976 ^(b)	1,322	11,18	<0,0001
Masa suhe tvari korijena, g Dry mass of roots, g	20	0,377 ^(a)	0,191	0,392 ^(a)	0,191	0,749 ^(b)	0,329	0,782 ^(b)	0,341	13,08	<0,0001
Masa suhe tvari biljke, g Dry mass of plant, g	20	1,087 ^(a)	0,534	1,188 ^(a)	0,654	2,563 ^(b)	1,218	2,757 ^(b)	1,547	13,61	<0,0001
Omjer biomase: nadzemni/podzemni Biomass ratio: shoot/root	20	1,99 ^(a)	0,84	2,33 ^(a)	2,04	2,49 ^(a)	1,23	2,44 ^(a)	1,34	0,49	0,6872
Dicksonov kvalitativni index Dickson Quality Index (DQI)	20	0,14 ^(a)	0,04	0,15 ^(a)	0,08	0,26 ^(b)	0,13	0,25 ^(b)	0,13	7,71	<0,0001

uzorci korijena očišćeni su od supstrata te položeni u posudu od pleksiglasa (200 × 300 mm) s vodom da se minimizira preklapanje prilikom skeniranja radi što veće preciznosti. Biomasa sadnica izmjerena je nakon skeniranja uzoraka korijena. Uzorci su sušeni u sušioniku 48 sati pri temperaturi od 70 °C. Nakon sušenja, uzorci nadzemnog i podzemnog dijela sadnice vagani su.

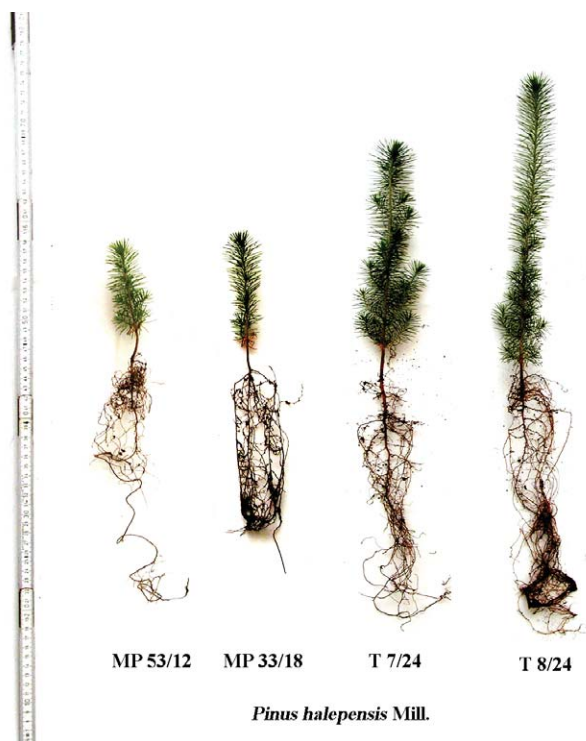
Za sve analizirane varijable napravljena je deskriptivna statistika. Za sve statističke analize nivo značajnosti od 5 % smatran je statistički značajnim. Za usporedbu morfoloških karakteristika sadnica prema tipu kontejnera korištena je analiza varijance (ANOVA) i višestruki *Turkeyjev post hoc* test.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM

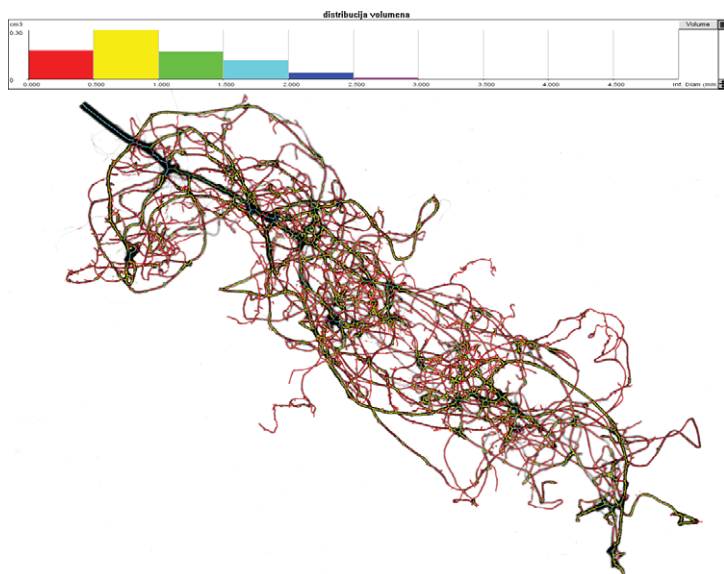
RESULTS WITH DISCUSSION

Istraživanja morfoloških parametara sadnica alepskoga bora (*Pinus halepensis* Mill.), uzgajanih u većim kontejnerima ($T_{7/24}$ i $T_{8/24}$), pokazala su statistički (ANOVA i *Turkey post hoc*) znatno veće vrijednosti visine stabljike u odnosu na visine stabljike sadnica iz kontejnera $MP_{53/12}$ (Tablica 2). Iako je jasno da je visina stabljike iz $MP_{33/18}$ (15,18 cm) kontejnera vrlo bliska visini stabljike iz kontejnera $MP_{53/12}$ (15,20 cm), utvrđeno je kako statistička razlika nije značajna, što se može objasniti velikom varijabilnošću podataka.

Rezultati promjera vrata korijena (PVK) sadnica iz manjih kontejnera ($MP_{53/12}$ i $MP_{33/18}$) statistički su značajno različiti od sadnica iz većih kontejnera ($T_{7/24}$ i $T_{8/24}$). Rezultati, također, sugeriraju da ne postoji statistička signifikantnost u veličini PVK sadnica unutar dva manja, a tako, i unutar dva veća kontejnera. Gledajući rezultate visina i PVK sadnica moglo bi se zaključiti kako je gotovo svejedno uzgajamo li pro-



Slika 1. Prosječne visine jednogodišnjih sadnica alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.) u različitim tipovima kontejnera
Figure 1. One year old Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) seedlings in different types of containers - average heights

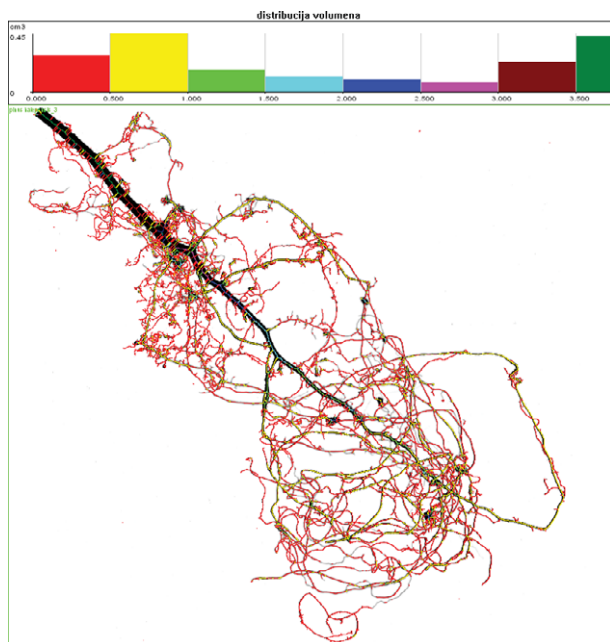


Slika 2. Korijenov sustav jednogodišnje sadnice alepskog bora proizvedene u kontejneru MP_{53/12} (prosječni primjerak).

Figure 2. Root system of one year old Aleppo pine seedling from MP_{53/12} container (average sample)

matrane sadnice jednu godinu u kontejneru volumena 120 cm³ ili 220 cm³. Međutim, valja uzeti u obzir kako u najmanjim kontejnerima (120 cm³) unutar jedne godine dolazi do ozbiljnih deformacija korijena. Prema propisima Europske unije (*Council Directive* 1999/105/EC, 1999), sve sadnice nisu ni dosegle odgovarajuće dimenzije za sadnju. Za piniју (*Pinus pinea* L.), prema EU propisima, visina jednogodišnje sadnice mora biti između 10 i 30 cm, a PVK veći od 3 mm, tako da sadnice iz kontejnera MP_{53/12} i MP_{33/18} nisu ispunile uvjet za sadnju.

Vizualnim zapažanjima utvrđeno je kako korijenov sustav jednogodišnjih sadnica alepskoga bora ima jednostavnu arhitekturu sa žilom srčanicom, brojnim i vrlo tankim postranim žiljem (Slike 2 i 3). Također, utvrđeno je kako su razvijenost i deformacija korijenova sustava u svim kontejnerima različite već u prvoj vegetaciji. Proraslost supstrata korijenom u prvoj vegetaciji alepskog bora u kontejnerima MP_{53/12} i MP_{33/18} je potpuna, ali ipak više zadovoljava kod kontejnera MP_{53/12}. U kontejneru MP_{53/12} korijen prije prorasta supstrat, ali se i prije deformira zbog manjeg volumena kontejnera. Spiralni rast postranog žilja u kontejnerima MP_{53/12} i MP_{33/18} kreće se čak i do 360° oko središnje osi. Kod većih kontejnera (T_{7/24} i T_{8/24}), nisu zapažene deformacije korijena u prvoj godini u rasadniku, ali proraslost supstrata korijenom nije zadovoljavajuća jer se supstrat kod slabije razvijenih sadnica iz ovih kontejnera djelomično raspadao prilikom vađenja. Unatoč tome, utvrđeno je kako



Slika 3. Korijenov sustav jednogodišnje sadnice alepskog bora
proizvedene u kontejneru $T_{7/24}$ (prosječni primjerak).
*Figure 3. Root system of one year old Aleppo pine seedling
from $T_{7/24}$ container (average sample)*

se korijen sadnica alepskog bora bolje razvija i bogatiji je žiljem u kontejnerima $T_{7/24}$ i $T_{8/24}$, u odnosu na $MP_{53/12}$ i $MP_{33/18}$ kontejnere.

Analizirajući korijenske sustave jednogodišnjih sadnica alepskog bora, uočeno je da su volumeni korijena sadnica iz kontejnera $MP_{53/12}$ statistički značajno manji od volumena korijena sadnica iz ostalih kontejnera (Tablica 2). Sadnice većeg volumena korijena imaju veći unos vode i hranjivih tvari od sadnica manjeg volumena korijena, te je on jedan od ključnih faktora u izbjegavanju stresa u ranoj fazi nakon presađnje na teren, pogotovo tijekom ljetnog sušnog perioda (Tsakalidimi i dr. 2005). Prema tome, slobodno se može zaključiti kako je volumen korijena, barem što se morfološkog aspekta tiče, odličan pokazatelj kvalitete sadnica. Površina plašta korijena sadnica predstavlja apsorptivnu površinu, kojom korijen iz tla izvlači vodu i mineralne tvari u njoj. Prema tome, veća površina plašta predstavlja i veću apsorptivnu sposobnost korijena te, posljedično, kvalitetniju sadnicu.

Kod sadnica alepskog bora dobivena je statistički značajna razlika u površini plašta korijena u odnosu na veličinu kontejnera (Tablica 2). Razlike u površini plašta korijena gotovo i nije bilo između sadnica uzgajanih u manjim kontejnerima, isto tako nije bilo statistički značajne razlike između sadnica iz većih kontejnera, ali ona

je, statistiĉki promatrano, znaĉajno išla u prilog sadnicama iz kontejnera većeģ volumena. Neki autori, kao Harris (1992), pretpostavljaju da je ukupna duljina korijena u odnosu na površinu plašta bolji pokazatelj apsorpcijskih sposobnosti korijena. Spomenuti autor objašnjenje nalazi u sporom kretanju vode u tlu, te je kao takva dostupna i sitnom korijenju, koje je u tom sluĉaju jednako učinkovito kao i veliko, u apsorpciji vode i nutrijenata iz tla. Inaĉe, sitno korijenje (korjenĉići manji od 0,5 mm), ĉini glavninu u ukupnoj duljini korijena (86–90 % ukupne duljine korijena; podaci nisu prikazani u ĉlanku), kod sadnica iz svih tipova kontejnera. Veliĉina kontejnera statistiĉki je znaĉajno utjecala na ukupnu duljinu korijena sadnica. Sliĉne rezultate, objavili su Topić i dr. (2006, 2006a i 2009). Da se u većim kontejnerima proizvode sadnice sa znatno bogatijim Źiljem, dokazuje ĉinjenica trostruko, pa ĉak i ĉetverostruko, većeģ broja vrhova korijena (TIP) u odnosu na sadnice iz manjih kontejnera. Unatoĉ tome što ANOVA nije pokazala statistiĉki znaĉajnu razliku u broju vrhova korijena izmeģu sadnica proizvedenih u kontejneru $MP_{33/18}$ i $T_{7/24}$ razlika, ipak, postoji (Tablica 2). Sadnice alepskoga bora proizvedene u kontejnerima većeģ volumena u samo su jednoj godini više nego dvostruko akumulirale masu nadzemnog dijela, masu korijena, a time i ukupnu biomasu, u odnosu na one proizvedene u kontejnerima manjeg volumena, što je više nego dobar pokazatelj utjecaja veliĉine kontejnera na morfološke znaĉajke jednogodišnjih sadnica (Tablica 2). Sliĉne rezultate, za piniju, objavljuju Dominguez - Lerena i dr. (2006), napominjući kako su sadnice iz većiģ kontejnera imale znatno veću asimilaciju N, P, K, od sadnica iz manjih kontejnera. Stoga je obrazloženje razlika u veliĉini sadnica moguće traŹiti u toj ĉinjenici. Omjer biomase stabljike i korijena kod alepskog bora ne mijenja se, dok je DQI znaĉajno razliĉit u odnosu na veliĉinu kontejnera, što govori kako se u samo jednoj godini u većim kontejnerima mogu proizvesti znaĉajno kvalitetnije sadnice. Odnos mase nadzemna / podzemna (S / K) morfološko je svojstvo, a temelj za uporabu ovog svojstva proizlazi iz perspektive vodnog balansa: *“Odreģena koliĉina lišća koja ima funkciju transpiracije treba odreģenu koliĉinu korijena koja moŹe apsorbirati vodu iz tla kako bi nadoknadila transpiracijske gubitke”* (Bernier i dr. 1995). Isti autori navode kako niska vrijednost odnosa S / K znaĉi obilniji korijen u odnosu na lisnu površinu, pa stoga sadnica ima vrlo visoki potencijal izbjegavanja vodnog stresa. Veliĉina kontejnera kod ovih istraŹivanja nije imala nikakav utjecaj na odnos mase nadzemnog i podzemnog dijela sadnice. Utjecaj veliĉine i dubine kontejnera na kvalitetu sadnice prikazan je Dicksonovim kvalitativnim indeksom, koji je vrlo dobar pokazatelj kvalitete sadnica, s obzirom na to da sluŹi kao procjena morfoloških pokazatelja (visina, promjer i biomasa), koji su meģusobno u vrlo zamršenim odnosima (Thompson 1986). Rezultati istraŹivanja pokazali su da je kvaliteta (prema DQI) statistiĉki znaĉajno veća kod sadnica koje su proizvedene u većim kontejnerima (923 i 1024 cm³), te je na taj naĉin ponovno utvrģen evidentni utjecaj veliĉine kontejnera na kvalitetu jednogodišnje sadnice alepskoga bora.

ZAKLJUČCI

CONCLUSIONS

Najveće vrijednosti nadzemnih (visina, promjer vrata korijena, biomasa stabljike) i podzemnih (ukupna duljina, volumen, površina plašta, broj vrhova i biomasa korijena) morfoloških elemenata sadnica alepskoga bora (*Pinus halepensis* Mill.), utvrđene su u najvećim korištenim kontejnerima (u ovom istraživanju to su T_{7/24} i T_{8/24} – 923 i 1024 cm³), značajno manje vrijednosti su u Multipot 33/18 kontejnerima, a najmanje u kontejnerima Multipot 53/12.

Različite vrste kontejnera imale su različit utjecaj na kvalitetu korijenova sustava alepskoga bora. Jednogodišnje sadnice alepskoga bora pravilnije razvijaju postrano korijenje u većim kontejnerima (T_{7/24} i T_{8/24}), u odnosu na sadnice iz manjih kontejnera (MP_{53/12} i MP_{33/18}), a površ toga, u većim kontejnerima nisu primijećene deformacije korijena, što ove sadnice čini kvalitetnijim i upotrebljivijim pri pošumljavanju.

Usljed okolnosti da izbor vrste kontejnera i njegovih dimenzija ima izravan utjecaj na kvalitetu sadnice, kontejnere T_{7/24} i T_{8/24} preporučljivo je izbjegavati zbog njihovih nedostataka (neekonomičnosti – nemogućnosti mehanizacije proizvodnje, nedovoljne proraslosti busena kod jednogodišnjih sadnica i dr.), a rasadničarsku proizvodnju u kontejnerima MP_{53/12} i MP_{33/18} ("Bosnaplast 12 i 18") treba postupno napuštati zbog nedostataka koji su posljedica tehnološke zastarjelosti (npr. nedostatak antispiralnih rebara), osobito u situaciji u kojoj tržište nudi tehnološki mnogo naprednija rješenja, koja će u nadolazećem razdoblju zahtijevati istraživanja kako bi našla primjenu u proizvodnji što kvalitetnijih sadnica sredozemnih vrsta drveća.

LITERATURA

LITERATURE

- Bernier, P. Y., Lamhamedi, M.S., Simpson, D.G., 1995. Shoot: Root Ratio Is of Limited Use in Evaluating the Quality of Container Conifer Stock. *Tree Planters' Notes - Volumes 46, Number 3*.
- Chirino, E., Vilagrosa, A., Hernandez, E.I., Matos, A., Vallejo, V.R., 2008. Effects of a deep container on morpho-functional characteristics and root colonization in *Quercus suber* L. Seedlings for reforestation in Mediterranean climate. *Forest Ecol. Manag.* 256.
- Domínguez-Lerena, S., Herrero Sierra, N., Carrasco Manzano, I., Ocaña Bueno L., Peñuelas Rubira, J. L., 1997. Ensayo de diferentes tipos de contenedores para *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster* y *Pinus pinea*: resultados de vivero. *Actas del II Congreso Forestal Español*. Pamplona. Mesa 3: 189–194.
- Domínguez - Lerena, S., Herrero Sierra, N., Carrasco Manzano, I., Ocaña Bueno L., Peñuelas Rubira, J. L., Mexal, J. G., 2006. Container characteristics influence *Pinus pinea* seedling development. *Forest Ecol. Manag.* 221: 63–71.

- Harris, R.W., 1992. Root – Shoot Ratios. *Journal of Arboriculture* 18 (1): 39–42.
- Landis, T. D., 1990. Containers: types and functions, Landis, T.D., Tinus, R.W., McDonald, S.E. and J.P. Barnett. 1990. Containers and growing media, Vol. 2, The container Tree Nursery Manual. USDA For. Serv., Washington, D.C.; Agric. Handbook. 1–39.
- Palacios, G., Navarro Cerrilo, R. M., Campo, A., Toral, M., 2009. Site preparation, stock quality and planting date effect on early establishment of Holmoak (*Quercus ilex* L.) seedlings. *Ecol. Eng.* 35: 38–46.
- Thompson, B.E., 1986. Seedling morphological evaluation: what you can tell by looking. U: Duryea, M.L. (ur.), *Evaluating Seedling quality: Principles, Procedures and Predictive Ability of Major Tests*. Oregon State University, Corvallis, OR. pp. 59–71.
- Topić, V., Butorac, L., Jelić, G., Perić, S., 2006. Influence of container type on growth and development of holm oak (*Quercus ilex* L.) seedlings in a nursery. *Period. biol.*, vol. 108, No 6, 643–648.
- Topić, V., Đurđević, Z., Butorac, L., Jelić, G., 2006a. Utjecaj tipa kontejnera na rast i razvoj sadnica pinijske (*Pinus pinea* L.) u rasadniku. *Rad. šumar. inst., Izvanredno izdanje* 9; 149–157, Jastrebarsko.
- Topić, V., Butorac, L., Đurđević, Z., Kekelić, B., Jelić, G., 2009. Utjecaj tipa kontejnera na rast i razvoj sadnica običnog čempresa (*Cupressus sempervirens* var. *Pyramidalis* Nyman.) u rasadniku i šumskoj kulturi. *Šumar. list CXXXIII* (3–4), Zagreb.
- Tsakalidimi, M., Zagas, T., Tsitsoni, T., Ganatsas, P., 2005. Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two Mediterranean evergreen oak species raised in different container types. *Plant Soil* 278, 85–93.

CONTAINER SIZE IMPACT ON QUANTITATIVE MORPHOLOGICAL
PARAMETERS OF ONE YEAR OLD ALEPPO PINE
(*PINUS HALEPENSIS* MILL.) SEEDLINGS

SUMMARY

For successful afforestation in Mediterranean karst areas several important criteria must be fulfilled, especially adequate tree species selection and high-quality seedlings. Considering above mentioned conditions, morphological features of one-year old Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) seedlings were analyzed. Seedlings were grown in different types of containers to establish the effect of container type on development (quality) of above- and belowground parts of the seedlings. Four types of containers were used: $MP_{53/12}$, $MP_{33/18}$, $T_{7/24}$ and $T_{8/24}$. Studied seedling variables (morphological features) include: seedling height, root collar diameter, biomass of the aboveground part of the seedlings and total seedling biomass. Two morphological indexes were calculated from measured variables: S/R ratio and DQI. Morphological dimensions of root systems (total root length, number of root tips, surface area and root volume) were scanned with ST 1600 scanner and measured with WinRhizo Pro software. Morphological features with regard to container type were evaluated with analysis of variance (ANOVA) and multiple Turkey's post hoc test.

Morphological features of seedlings derived from the samples of 20 seedlings per container type, mostly showed significantly higher values in larger containers ($T_{7/24}$ and $T_{8/24}$) compared to smaller containers ($MP_{53/12}$ and $MP_{33/18}$). Root analyses also showed that roots of seedlings from smallest containers ($MP_{53/12}$) were deformed to a high degree. In larger containers ($MP_{33/18}$) root deformation was largely reduced. On the other hand, bind of roots into growing medium in seedlings grown in large containers was insufficient, although the roots were not deformed.

Seedlings of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) grown in container $MP_{53/12}$ have developed highly deformed root systems because of inadequate dimensions of this container and its technological absoluteness. Therefore is recommended to gradually abandon the use of $MP_{53/12}$ and $MP_{33/18}$ containers from nursery production. Further research is needed to eventually define new, modern solutions adapted to production of high-quality seedlings for afforestation of Mediterranean karst area.

Key words: Aleppo pine, containers, morphological features, seedlings