



Utjecaj polipropilenskih štitnika na preživljenje, rast i razvoj biljaka u pokusu provenijencija obične bukve (*Fagus sylvatica* L.)

Ivica Čehulić, Sanja Bogunović, Anđelina Gavranović Markić, Zvonimir Vujnović, Miran Lanščak, Mladen Ivanković

Nacrtak – Abstract

U radu su prikazani rezultati uspijevanja provenijencija obične bukve u pokusu osnovanom u sklopu projekta HRZZ-a »Dinamika plodonošenja i očuvanje genofonda hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u svjetlu klimatskih promjena« CropForClim, IP-01-2018-8189. Pokus je osnovan radi istraživanja genetske raznolikosti obične bukve, najrasprostranjenije šumske vrste u Europi i Hrvatskoj. Školovane sadnice u dobi od tri godine (2 + 1), urod iz jeseni 2016. godine, iz četiriju šumskih sjemenskih objekata (ŠSO) na području uprava šuma podružnicâ (UŠP) Karlovac, Bjelovar, Požega i Ogulin, te prirodni pomladak s područja UŠP Delnice posađeni su u proljeće 2020. godine na polju rasadnika Hrvatskoga šumarskoga instituta (A-polje) u tri bloka (5 jedinki × 5 familija × 5 provenijencija) s razmakom sadnje biljaka 1,0 m između redova i u redovima. Svaka druga biljka zaštićena je polipropilenskim štitnikom koji se već godinama upotrebljava u šumarstvu radi sprječavanja štete od divljači, korovne vegetacije te stimuliranja rasta sadnica u visinu. Štitnici su postavljeni na svaku drugu biljku kako bi se uspoređivale razlike u fenologiji listanja, rastu i razvoju biljaka, primitku nakon sadnje te oštećenosti od mraza unutar štitnika i biljaka bez štitnika. Rezultati istraživanja odnose se na usporedbu visine biljaka s polipropilenskim štitnikom i bez njega s pokusa na A-polju. Dana je usporedba s jednakim načinom sadnje biljaka u živom arhivu provenijencija obične bukve osnovanom u neposrednoj blizini pokusa provenijencija Vrbovsko. Rezultati se odnose na izmjere nakon prve vegetacije odnosno kraj zime 2021. godine. Najveću prosječnu visinu biljaka sadenih u štitniku imala je provenijencija KA (Karlovac) 75,62 cm, a biljke bez štitnika imale su 26,81 cm. Maksimalna visina biljke u štitniku je 123,0 cm, a bez štitnika 58,5 cm, dok je minimalna visina biljaka u štitniku iznosila 14,5 cm, a 6,5 cm kod biljaka bez štitnika.

Ključne riječi: visinski prirast, razlikovnost, pokus provenijencija, genofond

1. Uvod – Introduction

Rezultati istraživanja dobiveni su iz dvaju projekata Hrvatske zaklade za znanost (ConForClim IP-2013-11-8131 i CropForClim IP-2018-01-8189). Prvim je projektom skupljeno sjeme obične bukve i uzgojene su trogodišnje sadnice od kojih su drugim projektom HRZZ-a osnovani genetski testovi na kojima su provedena istraživanja.

Šumarstvo kao gospodarska grana u Republici Hrvatskoj (RH) postoji već više od 250 godina.

Donedavno, povijesno gledano, obična bukva u gospodarskim šumama RH isključivo se prirodno obnavljala (Matić i Skenderović 1992) i nije bilo nikakvih potreba za unos sadnica u šume, već je urod i prirodni pomladak bio više nego dovoljan za obnovu šuma. Međutim, prije dvadesetak godina domaći stručnjaci iznijeli su podatke kako su visoko kvalitetno sjeme i uzgojene sadnice obične bukve prijeko potrebni za unos u sastojine koje se obnavljaju i za potpomaganje prirodne obnove bukove šume (Žgela 2002) jer urod sjemena nije

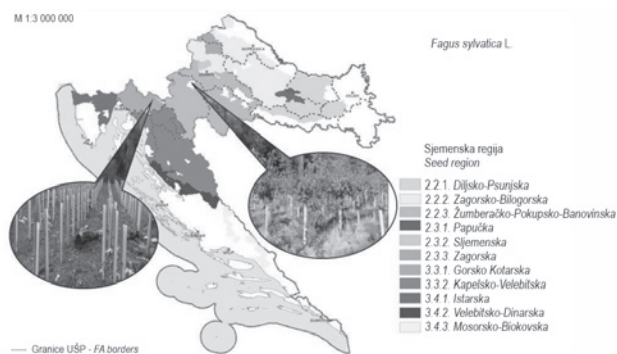
redovit. U šumskim sjemenskim objektima na pokusnim plohama osnovanim za praćenje uroda tijekom devetogodišnjega motrenja od 2015. do 2023. godine urod se pojavljivao svake druge godine (Ivanković 2023). Zbog potreba za sadnicama i u godinama bez uroda premješta se šumski reprodukcijski materijal (ŠRM) iz drugih zemalja EU-a. Tomu u prilog ide i podneseni zahtjev za izdavanjem stručnoga mišljenja za premještanje šumskoga reprodukcijskoga materijala – sjemena obične bukve iz Slovačke u Hrvatsku u jesen 2015. (Zahtjev br: 321-07/15-01/2). Zahtjev za premještanjem sadnica obične bukve službeno tijelo, Hrvatski šumarski institut, zaprimilo je i tijekom 2024. godine. Takvim se gospodarenjem izravno unosi genofond jedne od glavnih vrsta drveća iz drugih zemalja u šume RH, što je bio dodatni motiv za projekt »Dinamika plodonošenja i očuvanje genofonda hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u svjetlu klimatskih promjena« CropForClim, koji je financirala Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ), IP-01-2018-01-8189. Svrha je toga projekta stvoriti i proširiti znanstveno utemeljene preduvjete za očuvanje genetske raznolikosti, gospodarenje i prometovanje reprodukcijskim materijalom tih vrsta.

U skladu s planom projekta CropForClim tijekom zime 2019/2020. osnovani su terenski pokusi provenijencija. Pokusi su osnovani na dvama kontrastnim staništima. Na području Šumarije Vrbovsko UŠP Delnice u okolišnim uvjetima prirodnoga staništa obične bukve osnovan je prvi genetski test, a u živom arhivu u rasadniku Hrvatskoga šumarskoga instituta u Jastrebarskom (tzv. A-polje) osnovan je komparativni genetski test (pokusi provenijencija). Pokusi su osnovani trogodišnjim bukovim sadnicama uzgojenim sjemenom iz uroda u jesen 2016. godine iz četiriju šumskih sjemenskih objekata (ŠSO). Radi boljega razvoja korijenskoga sustava prvotno je prema planu Zakladina projekta ConForClim (projekt koji je prethodio projektu HRZZ-a CropForClim) osnovan rani rasadnički test provenijencija sijanjem sjemena u kontejnere Bosnaplast koje su nakon druge godine presađene u veće pojedinačne kontejnere (Gavranović 2021). Pokus je osnovan radi istraživanja varijabilnosti listanja, visine i visinskoga prirasta od klijanja do trogodišnjih biljaka. Metodologija osnivanja pokusnih ploha i neki od rezultata prikazani su u radovima Gavranović i dr. (2018, 2024).

Cilj je istraživanja bila usporedba visine biljaka po provenijencijama s polipropilenskim štitnikom i bez njega s pokusa A-polje.

2. Materijal i metode – *Material and methods*

Pokusi provenijencija obične bukve, kao što je navedeno u uvodnom dijelu, osnovani su na dvama kontrastnim staništima. Staništa smatramo kontrastnima jer je prvi pokus osnovan na području Šumarije Vrbovsko UŠP Delnice, u prirodnom staništu obične bukve te zajednice obične jele i bukve, a drugi u rasadniku Instituta u Jastrebarskom gdje bi prirodnu vegetaciju činila šuma hrasta lužnjaka (slika 1). Detaljniji opis staništa dajemo nastavno pri kraju poglavlja Materijal i metode.



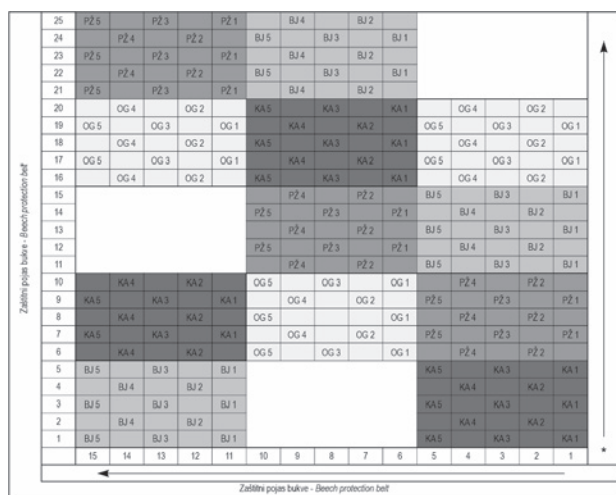
Slika 1. Lokacije pokusa provenijencija i pregled sjemenskih regija

Fig. 1 Map of seed region & provenance test location

Biljkama u dobi 2 + 1 iz četiriju šumskih sjemenskih objekata različitih sjemenskih jedinica, iz uprava šuma podružnica Karlovac, Bjelovar, Požega i Ogulin te prirodnim pomlatkom s područja UŠP Delnice, tijekom zime 2019/2020. godine osnovani su pokusi provenijencija. Glavni pokus u realnim okolišnim uvjetima osnovan je na području Šumarije Vrbovsko Uprave šuma podružnice Delnice. U pokusni nasad, zbog izrazito heterogenoga terena na kojem se osnivao, biljke su sađene u 20 blokova (17 blokova veličine 72 m² + 3 bloka od 30 m²). Svaki blok sadrži četiri provenijencije obične bukve iz šumskih sjemenskih objekata RH: Ogulin (OG), Topusko (KA), Veliki Grđevac (BJ), Velika (PŽ) te lokalnu provenijenciju, prirodni pomladak s područja Šumarije Vrbovsko (DE). U svakoj provenijenciji zastupljeno je pet familija polusrodnika, dok svaku familiju predstavljaju jedna ili dvije jedinice (ovisno o veličini bloka). Ukupno je posađeno 925 mjernih biljaka s međusobnim razmakom 1,0 m u redu i 2,0 m između redova. Sve su posađene biljke zaštićene plastičnim štitnicima (Tullyeve cijevi, TC), polipropilenskim štitnikom koji se već duže vrijeme

upotrebljava u šumarstvu radi sprječavanja štete od divljači, korovne vegetacije te stimuliranja rasta sadnica u visinu, o čem piše više domaćih i stranih autora (Tuley 1985, Liović i Ocvirek 1997, Liović 2001, Liović i dr. 2013, Licht i dr. 2023). Ta su istraživanja vezana uz hrast lužnjak.

Istodobno je u Hrvatskom šumarskom institutu osnovan komparativni pokus s istim provenijencijama i familijama. Obilježeno je 375 sadnih mjesta za sadnju biljaka (5 jedinki \times 5 familija \times 5 provenijencija \times 3 bloka) s razmakom sadnje 1,0 m između redova i u redovima (slika 2). Zbog nešto ranijega početka vegetacije u šumama oko pokusne plohe Vrbovsko prirodni pomladak nije vađen, a time i provenijencija Vrbovsko (DE) nije sađena u prvoj godini već godinu dana kasnije. Na shemi pokusa (slika 2) bijela su polja bez oznaka mjesta za provenijenciju Vrbovsko.



Slika 2. Shema komparativnoga pokusa A-polje Jastrebarsko
Fig. 2 Scheme of comparative experiment A-field Jastrebarsko

Biljke su posađene tako da je svaka druga biljka imala štitnik zbog usporedbe fenologije listanja, visine i visinskoga prirasta, preživljenja, oštećenosti mrazom biljaka koje su sađene u štitnik i bez štitnika. Važno je napomenuti da je takvu pristupu osnivanja pokusa pridonijelo vrlo pozitivno iskustvo i dobiveni rezultati istraživanja pokusa provenijencija hrasta lužnjaka na području Šumarije Koška (Bogdan 2013) i Jastrebarsko (Ivanković 2013).

Opis staništa područja istraživanja:

- Pokus A-polje, rasadnik Hrvatskoga šumarskoga instituta

Nadmorska visina kreće se od 132 m do 147 m. Prosječna je nadmorska visina 138 m, s padom tere-

na od 2 %. Zemljopisna je širina $N = 45^{\circ}40'$ i dužina $E = 15^{\circ}39'$. Prema Köppenovoj klasifikaciji nalazi se u klimatskom tipu Cfbw x'' , što označuje umjereno toplu kišnu klimu sa srednjom mjesečnom temperaturom najhladnijega mjeseca višom od -3°C i nižom od 18°C (oznaka C). Najtopliji mjesec u godini ima srednju temperaturu nižu od 22°C (oznaka b), a više od četiri mjeseca u godini imaju srednju mjesečnu temperaturu višu od 10°C . Uz ta temperaturna obilježja (oznake C i b) tijekom godine nema izrazito suhih mjeseci, a mjesec s najmanje oborine u hladnom je dijelu godine (fw). U godišnjem hodu oborine javljaju se dva maksimuma (x''). Tlo je u pedosistematskom pogledu u vrijeme osnivanja rasadnika bilo u kategoriji plitkoga do srednje dubokoga, eutričnoga obronačnoga pseudogleja. Poradi takve preliminarno nepovoljne strukture tla godinama su provođene antropogene mjere radi poboljšanja njegove kvalitete. Sustavnim unošenjem organskih gnojiva (stajnjaka), komposta i treseta, mineralnih gnojiva (u obliku osnovne i startne gnojidbe te kontinuirane prihrane), zelenom gnojdbom (krmno bilje, leguminoze – fiksatori dušika) i plodoredom dobiven je antropogeni tip neutralnoga do blago lužnatoga tla u teksturnoj kategoriji prašnastoglinaste ilovače.

- Pokus Vrbovsko, UŠP Delnice

Nadmorska visina kreće se od 470 m do 490 m. Koordinate pokusne plohe su $N 45,354623$ i $E 15,122352$. Prema Köppenovoj klasifikaciji nalazi se u klimatskom tipu Cfbw x'' , što označuje umjereno toplu kišnu klimu sa srednjom mjesečnom temperaturom najhladnijega mjeseca višom od -3°C i nižom od 18°C (oznaka C). Najtopliji mjesec u godini ima srednju temperaturu nižu od 22°C (oznaka b), a više od četiri mjeseca u godini ima srednju mjesečnu temperaturu višu od 10°C . Uz ta temperaturna obilježja (oznake C i b) tijekom godine nema izrazito suhih mjeseci, a mjesec s najmanje oborine u hladnom je dijelu godine (fw). U godišnjem hodu oborine javljaju se dva maksimuma (x''). Tlo je u pedosistematskom pogledu smeđe tlo na vapnencu i dolomitnoj podlozi.

Osim opisa staništa zbog kasnijih rezultata važno je napomenuti da je komparativna ploha A-polje u Jastrebarskom u sklopu zemljišta Instituta i u potpunosti ograđena visokom ogradom i zaštićena od visoke divljači, dok je ploha u Vrbovskom u prirodnoj bukovo-jelovoj šumskoj sastojini te nije zaštićena ogradom.

Obrada prikupljenih podataka napravljena je u programu Microsoft Excel 2019. U rezultatima je

tablično dan prikaz deskriptivne statističke obrade podataka o izmjerenoj visini biljaka prije početka vegetacije 2020. (»nulto stanje«) i 2021. godine. Također su prikazani rezultati izračunata visinsko-ga prirasta biljaka u 2021. godini. Nul-hipoteza da nema razlika u srednjim vrijednostima za visinu biljaka u cijevi i bez cijevi testirana je *independent samples t*-testom. Primijenili smo taj test jer nas je zanimala razlika između dviju skupina podataka o visini nakon druge godine biljaka koje su posađene u zaštitni štitnik i biljaka bez zaštitnoga štitnika. Razlike među provenijencijama i utjecaj štitnika na pojedinu provenijenciju u ovom radu nismo obrađivali. *T*-test također je napravljen u programu Microsoft Excel u kojem su napravljeni i svi grafikon.

3. Rezultati i rasprava – *Results and discussion*

Iz tablica 1 i 2 u kojima su prikazani deskriptivni podaci izmjere visine biljaka sa štitnikom i bez nje-ga vidljiva je ujednačenost. Visina biljaka posađenih bez štitnika početkom 2020. godine kretala se od 6 cm kod provenijencije Požega do 42 cm kod provenijencije Bjelovar. Najveću prosječnu visinu biljaka bez štitnika imala je provenijencija Karlovac – 23,92 cm (tablica 1).

Tablica 1. Deskriptivna statistika, visina biljaka (*F. sylvatica*) bez štitnika – 28. travnja 2020.

Table 1 Descriptive statistics, height (*F. sylvatica*) without tubes – April 28, 2020

| Oznaka provenijencije <i>Provenance</i> | Visina (prosjeak), cm <i>Height (average), cm</i> | Visina (min.), cm <i>Height (min), cm</i> | Visina (maks.), cm <i>Height (max), cm</i> | stdev |
|--|--|--|---|-------|
| KA | 23,92 | 13,00 | 34,00 | 4,00 |
| BJ | 21,89 | 12,00 | 42,00 | 6,10 |
| OG | 22,89 | 13,00 | 34,00 | 4,82 |
| PŽ | 19,74 | 6,00 | 35,00 | 6,30 |

Istodobno najveću izmjerenu visinu biljaka sa štitnikom imala je provenijencije Bjelovar 39,50 cm, a najmanju je imala provenijencija Požega 9,00 cm, koja je ujedno imala i najmanju prosječnu visinu svih biljaka sađenih u cijevi. Najveću prosječnu visinu biljaka sađenih u štitnik, kao i biljaka sađenih bez štitnika, imala je provenijencija Karlovac 26,25 cm (tablica 2). Iz rezultata prvih izmjera može se za-

ključiti da nema veće razlike između biljaka sađenih u štitnik i onih sađenih bez štitnika.

Tablica 2. Deskriptivna statistika, visina biljaka (*F. sylvatica*) sa štitnikom – 28. travnja 2020.

Table 2 Descriptive statistics, plant heights (*F. sylvatica*) in tubes – April 28, 2020

| Oznaka provenijencije <i>Provenance</i> | Visina (prosjeak), cm <i>Height (average), cm</i> | Visina (min.), cm <i>Height (min), cm</i> | Visina (maks.), cm <i>Height (max), cm</i> | stdev |
|--|--|--|---|-------|
| KA | 26,25 | 12,00 | 38,00 | 6,06 |
| BJ | 21,17 | 11,00 | 39,50 | 6,92 |
| OG | 23,34 | 13,00 | 36,00 | 4,68 |
| PŽ | 20,05 | 9,00 | 33,00 | 6,89 |

Ti su rezultati u cijelosti očekivani jer se radi o nultoj, prvj izmjeri napravljenoj odmah nakon sadnje biljaka.

U tablicama 3 i 4 prikazani su deskriptivni rezultati izmjere biljaka nakon prve godine rasta biljaka, odnosno izmjere prije početka vegetacije 2021. godine. Najveću prosječnu visinu biljaka sađenih bez štitnika imala je provenijencija Požega 28,96 cm, a najmanju provenijencija Bjelovar 26,81 cm. Visina biljaka sađenih bez štitnika kretala se od 6,50 cm do 58,50 cm, obje kod provenijencije Požega, koja je ujedno imala i najveću standardnu devijaciju (tablica 3.).

Tablica 3. Deskriptivna statistika, visina biljaka (*F. sylvatica*) bez štitnika – 24. veljače 2021.

Table 3. Descriptive statistics, plant heights (*F. sylvatica*) without tubes – February 24, 2021

| Oznaka provenijencije <i>Provenance</i> | Visina (prosjeak), cm <i>Height (average), cm</i> | Visina (min.), cm <i>Height (min), cm</i> | Visina (maks.), cm <i>Height (max), cm</i> | stdev |
|--|--|--|---|-------|
| KA | 28,08 | 15,00 | 49,50 | 7,75 |
| BJ | 26,81 | 12,00 | 45,00 | 9,72 |
| OG | 27,33 | 12,00 | 46,00 | 9,16 |
| PŽ | 28,96 | 6,50 | 58,50 | 13,37 |

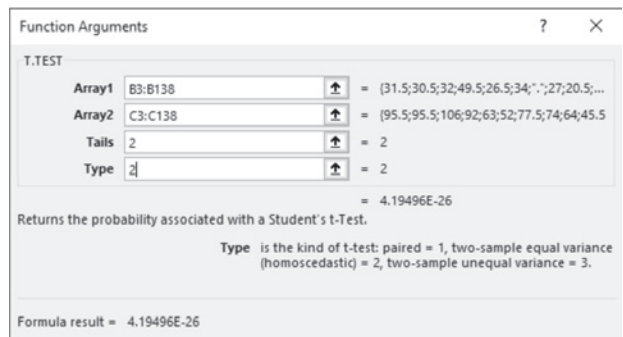
Visina biljaka koje su sađene u štitnik kretala se od 10,00 cm kod provenijencije Bjelovar do 123,00 cm kod provenijencije Karlovac, koja je imala i najveću prosječnu visinu biljaka od 75,62 cm. Najmanju vrijednost prosječne visine biljaka sađenih u štitnik imala je provenijencija Bjelovar u iznosu 51,94 cm.

Tablica 4. Deskriptivna statistika, visina biljaka (*F. sylvatica*) sa štitnikom – 24. veljače 2021.**Table 4** Descriptive statistics, plant heights (*F. sylvatica*) in tubes – February 24, 2021

| Oznaka provenijencije Provenance | Visina (prosjeak), cm Height (average), cm | Visina (min.), cm Height (min), cm | Visina (maks.), cm Height (max), cm | stdev |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------|--|-------|
| KA | 75,62 | 25,50 | 123,00 | 27,54 |
| BJ | 51,94 | 10,00 | 109,00 | 25,11 |
| OG | 55,01 | 17,00 | 122,00 | 28,11 |
| PŽ | 52,14 | 14,50 | 103,50 | 24,15 |

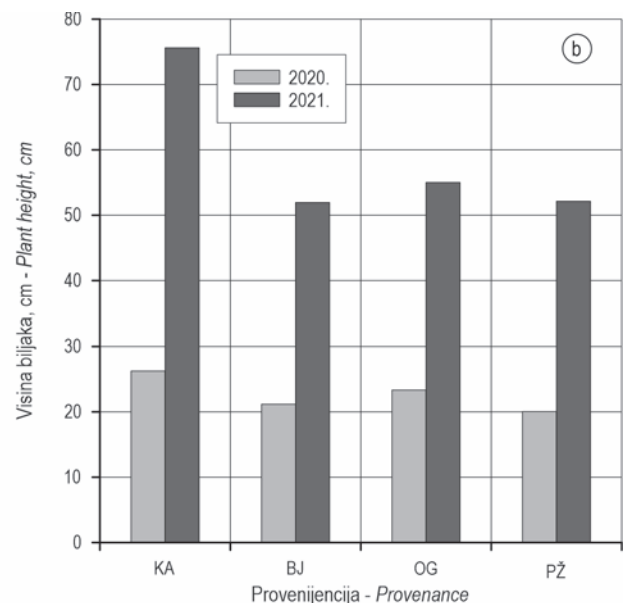
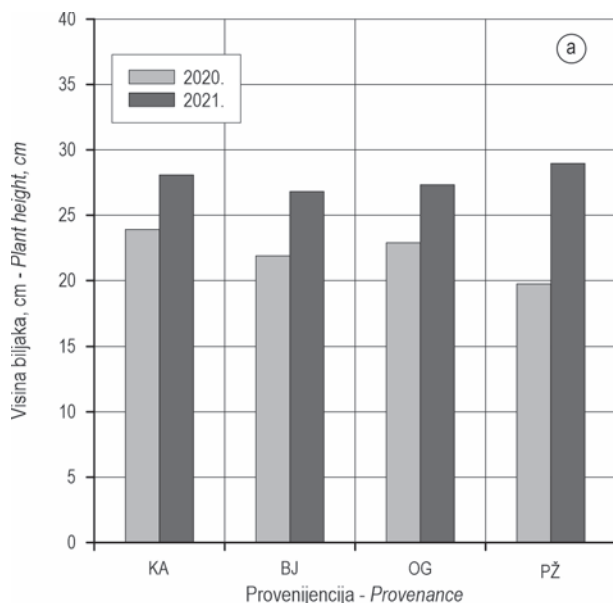
Iz rezultata je vidljivo da je najmanja prosječna visina biljaka sađenih u štitnik u provenijenciji BJ (51,94 cm) veća od najveće prosječne visine biljaka sađenih bez štitnika u provenijenciji Požega (28,96 cm).

Nakon provedena *t*-testa (slika 3) za dvije skupine podataka svih vrijednosti visine biljaka iz svih četiriju provenijencija u skupini 1 (niz 1) – biljke sađene bez štitnika, i skupini 2 (niz 2) – biljke sađene u štitnik, odbacujemo tezu da nema razlika u sredinama ($p < 0,000$). Biljke sađene u polipropilenski štitnik imaju značajno veću visinu od biljaka sađenih bez štitnika.

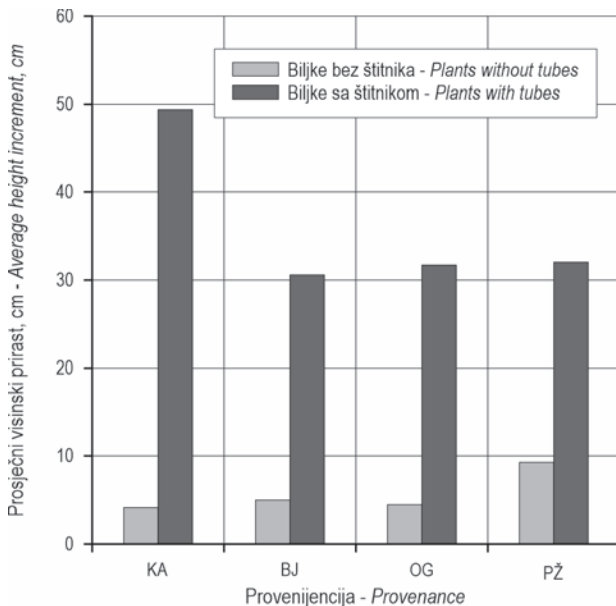
**Slika 3.** Ispis izrade *t*-testa iz Excela**Fig. 3** Printout of *T*-test from Excel

Na grafikonu (slika 4) prikazana je prosječna visina biljaka po provenijencijama koje su sađene a) bez štitnika, i b) u štitnik za 2020. i 2021. godinu. Očit je veći prirast svih provenijencija kod biljaka sađenih u štitnik. Međutim, kod provenijencije KA uočava se veći skok i pozitivno odstupanje od ostalih provenijencija, što nas upućuje na daljnja istraživanja o različitim utjecaju zaštitnih cijevi na provenijencije.

Na slici 5 prikazan je izračunat prosječni visinski prirast za vegetaciju 2021. godine po provenijencijama. Očekivano je kod visinskoga prirasta najuočljiviji utjecaj zaštitnih cijevi na rast biljaka,

**Slika 4.** Prosječna visina biljaka: a) bez štitnika, b) sa štitnikom**Fig. 4** Average plant heights: a) without tubes, b) planted in tubes

a ovdje također uočavamo da je najviši prirast odnosno najveći prosječni visinski prirast imala provenijencija KA.



Slika 5. Visinski prirast u 2021. godini po provenijencijama

Fig. 5 Calculated height increment in 2021 by provenance

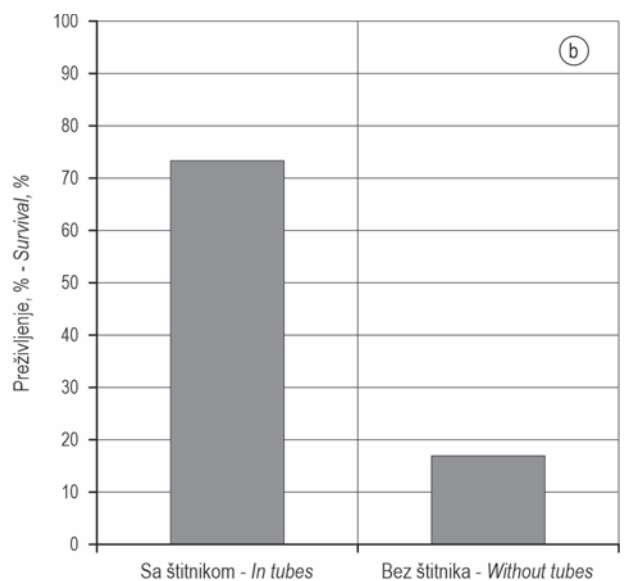
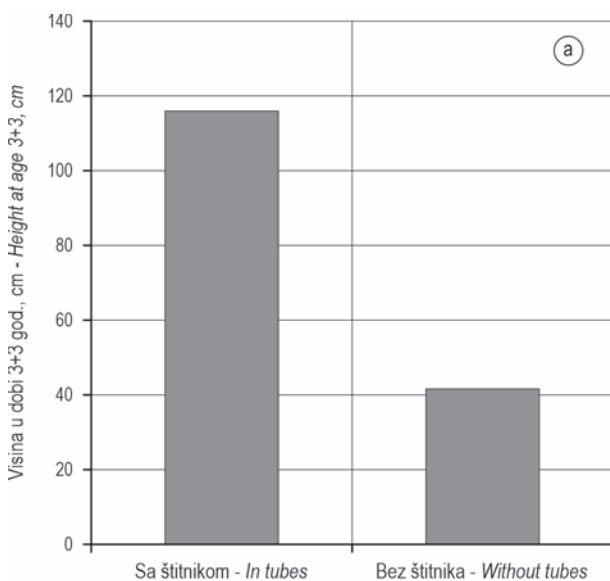
U domaćoj i stranoj literaturi nismo pronašli slična istraživanja koja su provedena na običnoj bukvi, međutim dosta je autora istraživalo utjecaj štitnika na hrast lužnjak. Rezultati u cijelosti odgovaraju i rezultatima naših istraživanja. Prije tridesetak godina o

upotrebi plastičnih štitnika u sustavu integralne zaštite šumskih sadnica pisali su Liović i Ocvirek (1997).

Liović (2001) navodi da je u provedenim istraživanjima s hrastom lužnjakom na pokusnoj plohi kod Kutine za šest vegetacijskih razdoblja nakon sadnje srednja visina sadnica hrasta lužnjaka bila preko 200 cm, dok je visina nezaštićenih sadnica bila oko 50 cm. Liović i dr. (2013) navode da je osnovna prednost zaštitnih cijevi ubrzan rast presadnica. Dvije godine nakon sadnje najslabije preživljenje imale su nezaštićene sadnice (79,5 %), dok su biljke sađene u zaštitnu cijev imale bolje uvjete za preživljenje sadnica (88,75 %). Prosječna visina biljaka u zaštitnoj cijevi iznosila je 128,27 cm, odnosno bila je viša tri puta od nezaštićenih sadnica (37,97 cm) (Liović i dr. 2019).

Licht i dr. (2023) u istraživanju za razdoblje 2015–2022, odnosno nakon prve, druge, pete, šeste i osme vegetacijske sezone, navode da presadnice hrasta lužnjaka koje su zaštićene štitnikom imaju višu prosječnu visinu od presadnica bez štitnika u svih pet mjerjenja tijekom razdoblja praćenja.

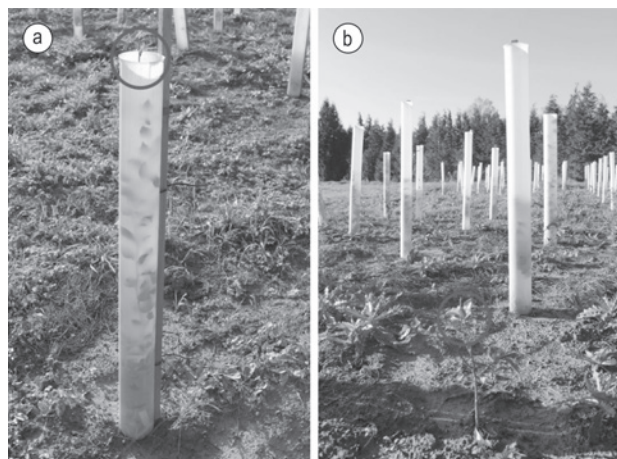
Osim navedenih istraživanja provedenih ciljano radi utvrđivanja utjecaja zaštitnih cijevi na rast i preživljenje biljaka Bogdan i dr. (2012) utvrđuju veće preživljenje biljaka i veću visinu u istraživanjima varijabilnosti provenijencija hrasta lužnjaka tamo gdje su biljke u zaštitnom pojasu pokusa sađene u cijev i bez zaštitne cijevi. Preživljenje biljaka sađenih u cijev bilo je preko 70 %, a bez cijevi ispod 20 %. Prosječna visina biljaka u dobi 3 + 3 u zaštitnoj cijevi bila je iznad 110 cm, a prosječna visina biljaka bez cijevi nešto iznad 40 cm (slika 6a i 6b).



Slika 6. a) prosječna visina i b) preživljenje biljaka na pokusu hrasta lužnjaka, Šumarija Koška (Bogdan 2013)

Fig. 6 a) Average heights and b) plant survival in pedunculata oak experiment, Koška Forestry (Bogdan 2013)

Na slici 7 prikazani su detalji pokusa provenijencija u A-polju Hrvatskoga šumarskoga instituta tijekom 2021. godine. Iz fotografija je također uočljiv i jasno vidljiv utjecaj štitnika na rast biljaka tijekom prve godine.



Slika 7. Detalj pokusa A-polje: a) biljka u štitniku, b) biljka bez štitnika

Fig. 7 Detail of A-field experiment: a) planted in tubes, b) planted without tubes

Značenje istraživanja i dobivenih rezultata doprinos je novim pristupima pošumljavanja i potpunog prirodnog obnove šuma unosom i sadnjom sadnica tako da se osigura najbolje preživljenje i razvoj biljaka. Smatramo da je istraživanje važno s gospodarskoga gledišta i s gledišta očuvanja genofonda šumskog drveća RH.

4. Zaključci – Conclusions

- ⇒ Razlika u visini biljaka sađenih u zaštitnu cijev (štitnik) i biljaka sađenih bez zaštitne cijevi vidljiva je već nakon prve vegetacijske godine od presadnje biljaka na pokusnu plohu.
- ⇒ Prosječna visina u sve četiri provenijencije veća je kod biljaka sađenih u zaštitnu cijev.
- ⇒ Sadnja biljaka u zaštitnu cijev značajno ubrzava visinski prirast biljaka.
- ⇒ Pokusna ploha A-polje u cijelosti je ograđena visokom zaštitnom ogradom te nije bilo štete od visoke divljači, što nije bio slučaj s plohom u Vrbovskom gdje je divljač radila štetu na pokusu od prve godine osnivanja pokusa. Površine pošumljene sadnjom biljaka u zaštitne cijevi prije je potrebno dodatno zaštititi od visoke divljači koja ih vrlo lako izvaljuje i odgriza vrhove biljaka koji izlaze iz cijevi.

- ⇒ Uočava se različit utjecaj cijevi na provenijencije, ali za detaljnije zaključke treba nastaviti istraživanja, odnosno pratiti razvoj biljaka duži niz godina.

Zahvala – Acknowledgement

Ovaj rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost, a istraživanje se temelji na dva projekta (ConForClim IP-2013-11-8131 i CropForClim IP-2018-01-8189).

5. Literatura – References

- Bogdan, S., 2013: Izvješće znanstveno istraživačkog projekta za Hrvatske šume d.o.o., UŠP Našice.
- Gavranović, A., 2021: Varijabilnost značajki plodonošenja, sjemena i sadnica u odabranim sjemenskim sastojinama obične bukve (*Fagus sylvatica* L.). Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvene tehnologije, Zagreb, 221 str.
- Gavranović, A., S. Bogdan, M. Lanščak, I. Čehulić, M. Ivanković, 2018: Seed yield and morphological variations of beechnuts in four European beech (*Fagus sylvatica* L.) populations in Croatia. *South-east European Forestry*, 9(1): 17–27. <https://doi.org/10.15177/seeфор.18-06>
- Gavranović Markić, A., Z. Vujnović, M. Kičić, I. Ivanković, 2024: Seed quantity and quality variation in European beech (*Fagus sylvatica* L.): a comparative analysis of different crop years. *South-east European Forestry*, 15(1): 1–12. <https://doi.org/10.15177/seeфор.24-03>.
- Ivanković, M., 2013: Izvješće znanstvenoistraživačkog projekta »Testiranje sjemenskih sastojina hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) putem usporednih testova« za Hrvatske šume d.o.o., UŠP Karlovac.
- Ivanković, M., 2023: Izvješće po projektu HRZZ »Dinamika plodonošenja i očuvanje genofonda hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u svjetlu klimatskih promjena« CropForClim, IP-01-2018-01-8189.
- Ivanković, M., S. Bogdan, G. Božić, 2008: European beech (*Fagus sylvatica* L.) height growth variability in Croatian and Slovenian provenance trials. *Šumarski list*, 132(11–12): 529–541.
- Ivanković, M., A. Gavranović Markić, 2023: O projektu »Dinamika plodonošenja i očuvanje genofonda hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u svjetlu klimatskih promjena (IP-2018-01-8189)«. 3. SE-FORGEN interkatedarski skup i znanstveno savjetovanje: Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća jugoistočne Europe – stanje i izazovi. Zalesina, Hrvatska, 27.–29. 9. 2023.
- Lanščak, M., S. Bogunović, Z. Vujnović, A. Gavranović Markić, M. Ivanković, 2023: Prvi rezultati pokusa prove-

nijencija obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) iz sjemenskih sastojina unutar Republike Hrvatske. 3. SEFORGEN interkatedarski skup i znanstveno savjetovanje: Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća jugoistočne Europe – stanje i izazovi. Zalesina, Hrvatska, 27.–29. 9. 2023.

Licht, R., T. Dubravac, B. Liović, S. Šokčević, Ž. Tomašić, 2023: Study of the effects of polypropylene tree shelters and hydrophilic polymers on growth, survival, health and physiological condition of Pedunculate oak seedlings (*Quercus robur* L.). South-east European Forestry, 14(2): 225–234. <https://doi.org/10.15177/seeфор.23-22>

Liović, B., 2001: Results of application of polypropylene shelters for the protection of Common oak seedlings – six-year experiment. In: Science in Sustainable Management of Croatian Forests. S. Matić, A. P. B. Krpan, J. Gračan (eds.), Faculty of Forestry Zagreb – Croatian Forest Research Institute, Zagreb, 309–317.

Liović, B., M. Ocvirek, 1997: Plastični štitnici u sustavu integralne zaštite šumskih sadnica. Radovi, Hrvatski šumarski institut, 32(1): 31–42.

Liović, B., Ž. Tomašić, I. Stankić, 2013: Ecological and economic advantages of using polypropylene tree shelters in lowland oak forests. South-east European Forestry, 4(2): 115–125. <http://dx.doi.org/10.15177/seeфор.13-12>

Liović, B., Ž. Tomašić, T. Dubravac, R. Licht, M. Turk, 2019: The effect of polypropylene tree shelters on growth and survival of Pedunculate oak seedlings (*Quercus robur* L.). South-east European Forestry, 10(1): 89–96. <https://doi.org/10.15177/seeфор.19-07>

Matić, S., J. Skenderović, 1992: Uzgajanje šuma. In: Šume u Hrvatskoj. Đ. Rauš (ur.), Šumarski fakultet Zagreb – Hrvatske šume p.o., Zagreb, 81–97.

Tuley, G., 1985: The growth of young oak trees in shelters. Forestry, 58(2): 181–194. <http://dx.doi.org/10.1093/forestry/58.2.181>

Žgela, M., 2002: Production of beech and beech seedlings in the period 1991 – 2002 in »Croatian Forests« Company, Zagreb. Report held on a colloquium on seed and nursery production beech.

Abstract

*The Influence of Polypropylene Shelters on Survival, Growth and Height Increment of Plants in Provenance Experiment of Common Beech (*Fagus sylvatica* L.)*

The paper presents the results of the success of provenances of common beech in the experiment established as part of the project of the Croatian Forestry Association »Dynamics of fructification and conservation of genetic resources of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) in light of climate changes« CropForClim, IP-01-2018-8189. The experiment was established with the aim of investigating the genetic diversity of common beech, the most widespread forest species in Europe and Croatia. Three-year-old trained seedlings (2+1), from seeds harvested in autumn 2016, in 4 Forest Seed Objects (FSO), Forest Administration (FA): Karlovac, Bjelovar, Požega and Ogulin, and natural saplings from the area of FA Delnice, were planted in spring 2020 in the nursery field of the Croatian Forestry Institute (A-field) in 3 blocks (5 individuals x 5 families x 5 provenances) with a planting distance of 1.0 m between and within the rows. Every other plant was protected with a polypropylene shield that has been used in forestry for many years to prevent damage from game, weed vegetation and stimulate the growth of seedlings in height. The shields were placed on every other plant to compare the differences in leaf phenology, plant growth and development, survival after planting, and frost damage to plants within and without the shield. The result of the study shows a comparison of plant heights with and without polypropylene shields from the A-field experiment, and a comparison with the same method of planting plants in a living archive of common beech provenances established in the immediate vicinity of the »Vrbovsko« provenance experiment. The results are related to measurements after the first vegetation period, i.e. the end of winter 2021. The highest average height of plants planted within the shield was observed in the KA (Karlovac) provenance, 75.62 cm, and 26.81 cm in plants without the shield. The maximum height of the plant within the shield was 123.0 cm, and without the shield 58.5 cm, while the minimum height was 14.5 cm for plants within the shield and 6.5 cm for plants without the shield.

Keywords: height increment, diversity, provenance experiment, genetic resources

Adrese autorâ – *Authors' addresses:*

Dr. sc. Ivica Čehulić
e-pošta: ivicac@sumins.hr
Dr. sc. Sanja Bogunović
e-pošta: sanjam@sumins.hr
Dr. sc. Anđelina Gavranović Markić
e-pošta: andelina@sumins.hr
Zvonimir Vujnović, mag. ing. silv.
e-pošta: zvonimir@sumins.hr
Miran Lanščak, dipl. ing. šum.
e-pošta: miranl@sumins.hr
Dr. sc. Mladen Ivanković *
e-pošta: mladeni@sumins.hr
Hrvatski šumarski institut
Cvjetno naselje 41
10450 Jastrebarsko
HRVATSKA

Primljeno (*Received*): 22. 12. 2023.

Prihvaćeno (*Accepted*): 25. 11. 2024.

Izvorni znanstveni rad – *Original scientific paper*

*Glavni autor – *Corresponding author*