

CRNA TOPOLA I VEZA NA VELIKOM RATNOM OSTRVU - PRIMER DOBRE PRAKSE U KONZERVACIJI GENOFONDA DRVENASTIH VRSTA**

Maksimović Zoran^{1*} i Devetaković Jovana²

Izvod

U radu je prikazan pregled aktivnosti koje su sprovedene u zaštićenom području “Veliko ratno ostrvo” u cilju konzervacije genofonda crne topole (*Populus nigra* L.) i veza (*Ulmus laevis* Pall.), kao i rezultati koji su dobijeni nakon ovih aktivnosti. Konzervacija genofonda crne topole i veza je neophodna imajući u vidu da se učešće ovih vrsta u ritskim šumama u Republici Srbiji poslednjih decenija smanjuje. U ukupnom šumskom fondu Srbije autohtone šume topola učestvuju od 0,5 do 1%, a veza ima manje od 1%, tako da su ove vrste svrstane u grupu retkih/ugroženih. Na osnovu istraživanja vršenih prethodnih šest godina, na području Velikog ratnog ostrva zabeleženo je 907 stabala crne topole i 89 stabala veza. U populacijama crne topole i veza zabeležen je visok stepen genetičke varijabilnosti na nivou morfoloških i molekularnih markera. Obe populacije su ocenjene kao dobri kandidati za *in situ* konzervaciju i u skladu sa tim su izdvojena konzervaciona staništa. Usled velike zakorovljenosti i odsustva prirodnog podmlađivanja preduzete su dodatne mere *ex situ* konzervacije vrsta. U cilju *ex situ* konzervacije, u jesen 2013. godine je posađeno 770 sadnica veza poreklom sa 14 materinskih stabala, a u jesen naredne godine posađeno je 802 sadnice crne topole koje predstavljaju klonove 9 stabala koja rastu na ovom lokalitetu. Izvršene i propisane mere *in situ* i *ex situ* konzervacije su u skladu sa važećim planskim dokumentima i merama zaštite ovog područja. Izvršena *ex situ* konzervacija crne topole i veza na Velikom ratnom ostrvu doprinela je povećanju genofonda ovih vrsta i osnivanju mladih populacija koje će doprineti biološkoj stabilnosti šumskog ekosistema na ovom području.

Ključne reči: Genetička varijabilnost, *in situ* konzervacija, *Populus nigra* L., *Ulmus laevis* Pall.

Originalni naučni rad (Original Scientific Paper)

¹Maksimović Z, Javno preduzeće za gazdovanje šumama „Srbijašume“, Beograd, Bulevar Mihajla Pupina 113, Beograd

² Devetaković J, Šumarski fakultet Univerzitet u Beogradu, Kneza Višeslava 1, Beograd

*e-mail: zoran.maksimovic@srbijasume.rs

** Rad je usmeno izložen na skupu “**Genetički resursi u poljoprivredi i šumarstvu**”, 1.11.2017. u Beogradu, u organizaciji Akademije inženjerskih nauka Srbije – AIHC, www.ains.rs

Uvod

Konzervacija šumskih genetičkih resursa širom sveta ima za cilj održavanje ukupne genetičke raznovrsnosti, koja je od poznatog ili mogućeg socio-ekonomskog ili ekološkog značaja (Mataruga i sar., 2013). Pored toga, ona je od esencijalnog značaja za unapređenje i razvoj zaštitnih, estetskih i kulturnih funkcija šumskih ekosistema (Šijačić-Nikolić i Milovanović, 2007) uključujući održivi privredni rast i razvoj i adaptaciju na životnu sredinu (Orlović i sar., 2014).

Očuvanje gena kod šumskog drveća predstavlja održavanje evolucijski stvorenog adaptacijskog potencijala pojedine vrste, a time ujedno i njene šumske zajednice i celokupnog ekosistema. Za potrebe očuvanja genofonda vrsta šumskog drveća potrebno je očuvati postojeći genetički varijabilitet, njegovu adaptabilnost za procese prirodne evolucije i za oplemenjivanje, te unaprediti saznanja i identifikaciju tolerantnih jedinki na pojedine bolesti i štetočine, uz izbegavanje smanjenja veličine genetskih resursa ugroženih vrsta (Kajba i sar., 2006). Genetički diverzitet obezbeđuje osnovu za adaptaciju na promenu životne sredine, te je samim tim neophodan za dugoročni opstanak šuma (Schaberg i sar., 2008). Termin genetički diverzitet se odnosi na pojavu da individue jedne vrste nemaju isti genotip, zbog čega se razlikuju u pojavi i ponašanju (Koski, 2000). Velika genetička varijabilnost i velike mogućnosti za selekciju dozvoljavaju prirodnoj selekciji da rezultuje adaptacijom (Savolainen i sar., 2007). Što je više varijabilnosti, veće su šanse da će bar neka individua imati alelnu varijantu koja je pogodna za nove, izmenjene uslove životne sredine. Nizak genetički diverzitet ima za posledicu jaču i manje predvidljivu interakciju populacije sa okolinom, dok visok genetički diverzitet obezbeđuje veću i bezbedniju

biološku produkciju (Lindgren, 2016).

Redukcija biodiverziteta je ključni moment i najbolja mera savremene svetske ekološke krize, zbog toga se smanjivanje biološke različitosti ubraja među osnovne probleme našeg vremena. Da bi se smanjio negativan uticaj gubitka genetičke raznovrsnosti u šumskim ekosistemima, koji sve više uzima maha, nameće se potreba konzervacije i usmerenog korišćenja šumskih genetičkih resursa, posebno, retkih, reliktnih, endemičnih i ugroženih vrsta šumskog drveća. Ove vrste se mogu smatrati prioritarnim vrstama u procesu konzervacije i usmerenog korišćenja šumskih genetičkih resursa.

Prema REFORGEN bazi o šumskim genetičkim resursima (2003) crna topola (*Populus nigra* L.) je svrstana u kategoriju ugroženih vrsta na području čitave Evrope, dok je vez (*Ulmus laevis* Pall.) u istu grupu svrstan samo u nekoliko zemalja. Ugroženost prirodnih populacija crne topole ukazuje na neophodnost kreiranja strategija konzervacije genetičkog diverziteta, ali i primenu mera očuvanja njenih tipičnih staništa, što je prepoznato od strane brojnih naučnika koji su se bavili proučavanjem konzervacije genofonda crne topole širom Evrope (Lefevre i sar., 2001; Storme i sar., 2004; Kajba i sar., 2005; Pospíšková i Šálková, 2006). Vez se najčešće nalazi u malim, fragmentisanim populacijama, naročito na rubnim delovima svog areala (Collin i sar., 2000). Ipak primetan je trend smanjenja broja i veličina populacija veza na celom njegovom arealu. Pored izmena vlažnih staništa usled kultivacije za uzgoj topola i poljoprivrednu proizvodnju (Collin, 2003), na redukciju brojnosti veza, kao i drugih brestova uticale su epifetocije holandske bolesti bresta (DED), (Mitterpergher i Santini, 2004). Ovi činiooci doveli su do redukcije broja populacija i stabala u njima, tako da se

smatra da je u Nemačkoj preostalo samo 1% od nekadašnjih brestova (Mackenthun, 2004). Slična situacija je i u Belgiji (Flandrija) gde se vez nalazi u vidu pojedinačnih stabala okruženih poljoprivrednim kulturama (Vander Mijnsbrugge i sar., 2005). Trend smanjenja brojnosti veza i daljeg defragmentisanja njegovih populacija ukazuje na potrebu za konzervacijom ove vrste (Ericksson, 2001; Koskela, 2003; Collin i sar., 2004).

Istraživanju crne topole u našoj zemlji posvećena je manja pažnja, i uglavnom su se dosadašnja istraživanja bazirala na proučavanju bioekoloških karakteristika vrste i varijabilnosti anatomskih, morfoloških i molekularnih karakteristika (Kovačević, 2014; Jelić i sar., 2014; Čortan, 2015). U ovim istraživanjima izvršena su detaljna proučavanja varijabilnosti crne topole na različitim nivoima, dok je konzervacija genofonda samo spomenuta, ali nije detaljnije razmatrana. Vez je bio predmet istraživanja tek u nekoliko studija u našoj zemlji, od čega treba izdvojiti istraživanja varijabilnosti morfoloških markera u dve populacije (Isajev, 1978) i osnivanje klonskog arhiva ove vrste pri Institutu za nizijsko šumarstvo u Novom Sadu (Aleksić i Orlović, 2004).

Zbog činjenice da se prisutnost crne topole i veza u ritskim šumama na području Republike Srbije u poslednjim decenijama sve više smanjuje i dostigao je vrednosti od svega 0,5-1,0% za crnu topolu i manje od 1% za vez (Banković i sar., 2009) bilo je neophodno, u ovim istraživanjima, staviti poseban akcenat na aktivnosti koje su sprovedene u pravcu konzervacije i usmerenog korišćenja njihovog genofonda. U ovom radu dat je pregled aktivnosti koje su sprovedene u cilju konzervacije genofonda crne topole i veza u zaštićenom području „Veliko ratno ostrvo“, kao i rezultati do kojih se došlo nakon sprovođenja

ovih aktivnosti, a koji su poslužili za definisanje adekvatne strategije konzervacije preostalog genofonda.

Materijal i metode

Područje istraživanja

Zaštićeno područje „Veliko ratno ostrvo“ nalazi se na teritoriji grada Beograda, područje opštine Zemun, na nadmorskoj visini 69,5 - 73,5 m. Sastoji se od dve rečne ade, Velikog i Malog ratnog ostrva, koje su smeštene između 1172 i 1169 km toka Dunava. Ukupna površina zaštićenog područja „Veliko ratno ostrvo“ iznosi 211 ha 36 ar 78 m².

Ostrvo je nastalo kao sedimentna i aluvijalno akumulativna tvorevina, usled usporavanja i zaustavljanja peščanih nanosa na ušću Save u Dunav. Izgrađeno je od koncentričnih biljnih pojaseva, koji se pravilno smenjuju od obale ka unutrašnjosti ostrva, u zavisnosti od nivoa podzemnih voda i uzdignutosti terena. Pripada osetljivim vlažnim staništima koja podrazumevaju prisustvo specifične vegetacije, koja čini stanište za različite biljne i životinjske vrste. Šume ovog područja pripadaju svezi plavnih šuma vrba i topola (*Salicetum albae* Soö 1940.) koje su široko rasprostranjene na aluvijalnim ravnima skoro svih evropskih reka. Razvoj ovih šuma uslovljen je stalnim vlaženjem poplavnim ili podzemnim vodama. Zajednice su vrlo dinamične, pri čemu je presudni faktor voda. Prema tipološkoj pripadnosti, na teritoriji Velikog ratnog ostrva, bela i crna topola se javljaju u tipu šume bele i crne topole (*Populetim albo-nigrae* Slav.52) na mozaiku različitih aluvijalnih zemljišta, gde predstavljaju završni stadijum razvoja plavnih šuma mekih lišćara. To su floristički bogate zajednice u kojima se, pored edifikatora bele (*Populus alba* L.) i crne topole (*Populus nigra* L.), u spratu drveća javlja još i vez (*Ulmus*

laevis Pall.), čija je brojnost znatno manja od topola.

Prisustvo crne topole i veza na ovom lokalitetu je od presudnog značaja za očuvanje osjetljivih ekosistema higrofilnih šuma. Sa učešćem u zapremini od 5,4% (2.458,7 m³) i zapreminskom prirastu od 7,0% (54,2 m³) crna topola na ovom području spada u grupu retkih i ugroženih vrsta (Posebna osnova gazdovanja šumama, 2008). Još kritičnija situacija je sa vezom na ovom području, čija populacija broji manje od sto stabala, a shodno tome uzima manje od 1% po zapremini i zapreminskom prirastu u ovim šumama. Imajući u vidu značaj ovih ekosistema, kao i njihovu ugroženost aktuelnim klimatskim promenama, konzervacija i usmereno korišćenje šumskih drvenastih vrsta, kao njihovih glavnih nosioca je od posebnog značaja za njihovu održivost i stabilnost.

Pregled aktivnosti na konzervaciji i usmerenom korišćenju genofonda crne topole i veza

Aktivnosti u pravcu konzervacije i usmerenog korišćenja genofonda crne topole i veza na području Velikog ratnog ostrva obuhvatile su:

- određivanje koordinata pojedinačnih stabala crne topole i veza;
- snimanje spoljašnje granice rasprostranjenja za grupe stabala crne topole;
- merenje osnovnih taksacionih pokazatelja (visina i prečnika) za pojedinačna stabla crne topole i veza, kao i za stabla predstavnike grupe crne topole;
- procenu kvaliteta stabala, stepena ugroženosti i mogućnosti prirodnog obnavljanja crne topole i veza;
- selekciju test stabala crne topole i veza;
- uzimanje uzoraka plodova sa semenom sa test stabala veza za procenu varijabilnosti na nivou morfoloških markera i osnivanje testa

potomstva veza;

- uzimanje uzoraka listova sa test stabala crne topole i veza za procenu varijabilnosti na nivou morfoloških i molekularnih markera (kod crne topole);
- uzimanje uzoraka pupoljaka sa test stabala veza za procenu varijabilnosti na nivou molekularnih markera;
- uspostavljanje mreže konzervacionih staništa crne topole i veza;
- identifikaciju potencijalnih površina za prirodno podmlađivanje crne topole;
- osnivanje klonskog arhiva i klonskog testa crne topole u rasadniku;
- osnivanje testa potomstva veza u rasadniku;
- osnivanje veštačkih zasada crne topole i veza na području Velikog ratnog ostrva.

Rezultati i diskusija

Rezultati sprovedenih aktivnosti kod crne topole

Na osnovu prethodno navedenih aktivnosti koje su sprovedene u periodu od 2011-2015. godine konstatovano je da je populacija crne topole na području Velikog ratnog ostrva fragmentirana, sa samo 907 snimljenih stabala (Slika 1), koji su dobrog kvaliteta i zdravstvenog stanja. Međutim, prirodna regeneracija je uglavnom odsutna, jer potencijalno pogodna mesta za prirodno obnavljanje zauzimaju invanzivne vrste (Maksimović i sar., 2016).

Nivo genetičkog diverziteta u populaciji crne topole na Velikom ratnom ostrvu je visok ($H_e = 0,822$, $SE = 0,025$), sa fiksacionim indeksom (F_{is}) od 0,143 ($SE = 0,045$). Visok nivo heterozigotnosti crne topole u istraživanoj populaciji u skladu je sa očekivanjima, jer se radi unakrsno-hibridizovanoj vrsti. Veliki diverzitet u populacijama crne topole objašnjava se visokim nivoom polimorfizma mikrosatelitskih markera, kao i činjenicom

da je topola dvodoma vrsta kod koje je zastupljen outcrossing i da polen i seme mogu biti disperzovani vetrom i vodom na velike distance. Pozitivna vrednost koeficijenta inbridinga pokazuje da inbriding postoji, ali još uvek nije značajno zastupljen, tako da je

varijabilnost na unutarpopulacionom nivou i dalje značajna (Maksimović i sar., 2014). Visok nivo genetičke raznovrsnosti u populaciji konstatovan je i analizom morfoloških karakteristika listova (Maksimović i Šijačić-Nikolić, 2013).



Slika 1. Kartografski pregled snimljenih stabala crne topole
Figure 1. Cartographic overview of recorded black poplar trees

Na osnovu IAM ($P = 0,0002$) i TPM ($P = 0,0081$) modela pretpostavlja se da je populacija crne topole nedavno prošla kroz usko grlo (tj. u poslednjih $2Ne-4Ne$ generacije), dok prema SMM modelu ($P = 0,4829$), populacija nije pretrpela skorašnju redukciju veličine. Pošto TPM model najbolje odgovara oceni mikrosatelita u većini slučajeva, zaključujemo da je istraživana populacija nedavno prošla kroz usko grlo, što ukazuje na potrebu

za konzervacijom preostalog genofonda crne topole odnosno potrebu da se definiše adekvatna strategija konzervacije i usmerenog korišćenja preostalog genofonda (Maksimović i Šijačić-Nikolić, 2016).

Rezultati sprovedenih aktivnosti kod veza

Na osnovu prethodno navedenih aktivnosti koje su sprovedene u periodu od



Slika 2. Kartografski pregled snimljenih stabala veza

Figure 2. Cartographic overview of recorded european white elm trees

2011-2016. godine evidentirano je 89 stabala veza na području Velikog ratnog ostrva (Slika 2), koja su dobrog kvaliteta i zdravstvenog stanja, a raznodobna struktura ukazuje na veliki potencijal za održivost i prirodno podmlađivanje. Međutim, u posmatranom periodu podmladak nije zabeležen, što je najverovatnije posledica prisustva veoma gustog sprata žbunja, koji čine invanzivne vrste poput divlje kupine i bagremca na mnogim za podmlađivanje pogodnim površinama (Devetaković, 2017).

Istraživanja na nivou morfoloških markera, varijabilnost plodova sa semenom (Nonić i sar., 2012) i varijabilnost listova (Devetaković i Šijačić-Nikolić, 2013) između test stabala ukazuju na veliki genetički diverzitet ove populacije, što istraživanja na nivou molekularnih markera i potvrđuju. Rezultati molekularno-genetičkih analiza pokazuju da se populacija veza sa Velikog ratnog ostrva odlikuje visokim nivoom genetičkog diverziteta na nivou jedarnog i hloroplastnog genoma. Na nivou jedarnog genoma zaključeno je da u populaciji nema inbridinga i ukrštanja u srodstvu i da nije prolazila kroz nagla smanjenja brojnosti u skorijoj prošlosti, što sve zajedno govori o tome da je ova populacija dobar kandidat za *in situ* konzervaciju (Devetaković, 2017).

Definisanje strategije konzervacije crne topole

Rezultati sprovedenih aktivnosti u populaciji crne topole na području Velikog ratnog ostrva poslužili su kao osnova za definisanje mera *in situ* i *ex situ* konzervacije. S tim u vezi na području Velikog ratnog ostrva uspostavljena je mreža *in situ* konzervacionih staništa (Slika 3), koja uključuje najbolja stabla i očuvane sastojine crne topole. U cilju lakše implementacije mera *in situ* konzervacije

ukupno je izdvojeno tri konzervaciona staništa, kojima su dodeljene slovne oznake A, B i C. Površina konzervacionog staništa A iznosi 27 ha i 90 ar i uključuje 455 stabala crne topole. Posmatrajući u smeru toka Dunava ovo konzervaciono stanište se desnom stranom naslanja na šume bele vrbe koje rastu na obalama rukavca Dunava, dok se levom stranom naslanja na čistinu u središnjem delu ostrva. Čeone strane ovog konzervacionog staništa graniče se sa obradivim površinama odnosno sa rukavcem Dunava. Konzervaciono stanište B raspoređuje se na površini od 7 ha i 84 ar i uključuje 192 pojedinačna stabla crne topole. Posmatrajući u smeru toka Dunava konzervaciono stanište B se desnom stranom naslanja na čistinu u središnjem delu ostrva, dok se njegova leva strana naslanja na kanal Galijaš. Konzervaciono stanište C raspoređuje se na površini od 21 ha 25 ar i uključuje 260 pojedinačnih stabala crne topole. Posmatrajući u smeru toka Dunava, desna strana ovog konzervacionog staništa se naslanja na kanal Galijaš, dok se levom stranom naslanja na šume bele vrbe koje rastu na obalama Dunava. Definisan konzervaciona staništa su prostorno odvojena.

Mreža *in situ* konzervacionih staništa predstavlja reprezentativan prikaz genetičkog potencijala crne topole u ovom zaštićenom području. Sva konzervaciona staništa su obeležena i vidljiva, i u narednom periodu potrebno ih je obeležiti tablama sa isticanjem informacija o njihovom značaju za zaštitu životne sredine i očuvanje biodiverziteta. Takođe, u neposrednoj blizini konzervacionih staništa crne topole izvršena je identifikacija novih potencijalnih površina pogodnih za prirodno podmlađivanje. Njihova ukupna površina iznosi 16 ha i 50 ar i okružene su reproduktivno zrelim stablima crne topole, tako da seme disperzijom može lako biti preneto



Slika 3. Mreža in situ konzervacionih staništa crne topole na području Velikog ratnog ostrva
Figure 3. The network of in situ conservation habitats of black poplar in the area of Veliko ratno ostrvo Island

do njih (Slika 4). Potencijalne površine za prirodno podmlađivanje predstavljaju prirodna staništa crne topole koje su zbog izostanka ljudskih intervencija gusto obrasle bagrencem i drugim invazivnim drvenastim i žbunastim vrstama. U cilju pripreme ovih površina za prirodno obnavljanje planirano je da se na njima ukloni nepoželjna žbunasta i korovska vegetacija i izvrši duboko oranje kako bi se nepoželjnoj vegetaciji uništio korenov sistem.

Identifikacijom potencijalnih površina za prirodno obnavljanje i uklanjanjem nepoželjne vegetacije nije osiguran proces prirodnog podmlađivanja, jer su za obnavljanje crne topole neophodni specifični uslovi. Ovi specifični uslovi podrazumevaju da u vreme zrelosti semena, na podmladnim površinama postoje idealni uslovi za prirodno podmlađivanje koji podrazumevaju golo zemljište na kojem su sveži nanosi peska



Slika 4. Kartografski prikaz potencijalnih površina za prirodno obnavljanje crne topole
Figure 4. A map of potential areas for natural black poplar regeneration

i šljunka, osvetljena mesta i visok nivo podzemne vode. Osim toga neophodno je da se klijavci dobro ukorene i stabilizuje na podmladnim površinama, pre nego što naiđe novi talas vode koji će uništiti mlade biljčice. Održavanje ovih površina je prilično skupa operacija, a efekat na prirodnu regeneraciju je dosta neizvestan. Stoga je konzervacija genofonda osigurana *ex situ* metodama osnivanjem klonskog arhiva i klonskog testa u rasadniku kao i podizanjem veštačkog zasada crne topole na području Velikog ratnog ostrva od 9 stabala koja su selekcionisana u ovoj populaciji. Klonski arhiv u rasadniku osnovan je početkom aprila 2012. godine od reznica koje su izrađene od prošlogodišnjih izbojaka sakupljenih sa selekcionisanih materinskih stabala. Prevažna namena osnovanog klonskog arhiva (Slika 5) je fiksacija odabranih genotipova dobijenih selekcijom stabala iz prirodne populacije. Osnivanjem klonskog arhiva postavljena je osnova za očuvanje dela genofonda i kontrolisanu proizvodnju kvalifikovanog reproduktivnog materijala.

Klonski test osnovan je u martu 2014. godine, u neposrednoj blizini osnovanog klonskog arhiva. Reznice za osnivanje klonskog testa dobijene su sasecanjem nadzemnog dela sadnica (čepovanjem sadnica) iz klonskog arhiva. Glavni cilj osnivanja klonskog testa (Slika 6) bio je pružanje informacija o genetičkom potencijalu selekcionisanih materinskih stabala (orteta) kroz njihovo potomstvo (skup rameta koji čine jedan klon) dobijeno vegetativnim putem. Osim toga, osnovani klonski test omogućio je prepoznavanje genotipova sa poželjnim svojstvima u ranoj ontogenetskoj fazi razvića i pružio informacije o osobinama samog potomstva koje se testira. Sadnice stare jednu godinu (1/1) iz klonskog testa su u jesen 2014. godine presađene na Veliko ratno ostrvo, gde



Slika 5. Klonski arhiv crne topole u rasadniku
Figure 5. Clone archive of black poplar in the nursery

je osnovan veštački zasad crne topole. Ovom prilikom posađeno je 802 jednogodišnje sadnice. Sadnja svih 9 klonova obavljena je u dva bloka sa 25 ponavljanja, pri čemu je svaki klon u poljskoj banci gena zastupljen sa minimalno 50 sadnica. Ostatak sadnica posađen je u preostale redove (Tabela 1). Prikaz površine na kojoj je izvršena sadnja, kao i izgled jednog dela te površine u proleće 2015. godine prikazan je na slici 7 (Slika 7).

Osnovna namena podizanja veštačkog zasada crne topole ogleda se u očuvanju dela



Slika 6. Klonski test crne topole u rasadniku
 Figure 6. Clone test of black poplar in the nursery

raspoloživog genofonda i povećanju površine pod genetičkim resursima ove vrste na Velikom ratnom ostrvu. Osim toga, ujednačeni stanišni uslovi za gajenje sadnica omogućiće testiranje gen-ekološkog potencijala ugrađenih klonova. Osnivanjem zasada crne topole uspostavljena je nova mlada populacija koje će doprineti biološkoj stabilnosti šumskih ekosistema Velikog ratnog ostrva.

Definisanje strategije konzervacije veza

Imajući u vidu veličinu populacije, prostorni raspored stabala i nemogućnost prirodnog obnavljanja opstanak veza na ovom području nije održiv bez određenih intervencija i dodatnih aktivnosti koje će doprineti opstanku posmatrane populacije. Na osnovu prikupljenih podataka, raspoloživog znanja o bioekološkim

karakteristikama, gajenju i gazdovanju ovom vrstom definisana je strategija konzervacije i usmerenog korišćenja postojećeg genofonda, koja predstavlja strateški pristup očuvanju populacije veza na području Velikog ratnog ostrva. U cilju lakše implementacije mera *in situ* konzervacije veza na području Velikog ratnog ostrva formirana je mreža *in situ* konzervacionih staništa. Mrežom *in situ* konzervacionih staništa obuhvaćena su sva stabla veza i izdvojena su dva konzervaciona staništa, kojima su dodeljene slovne oznake A i B (Slika 8).

Konzervaciono stanište A obuhvata najveći deo stabala veza (78) i prostire se sa leve i desne strane kanala Galijaš. Stabla se nalaze u gustom sklopu na terenu sa bogatom prizemnom vegetacijom u kome

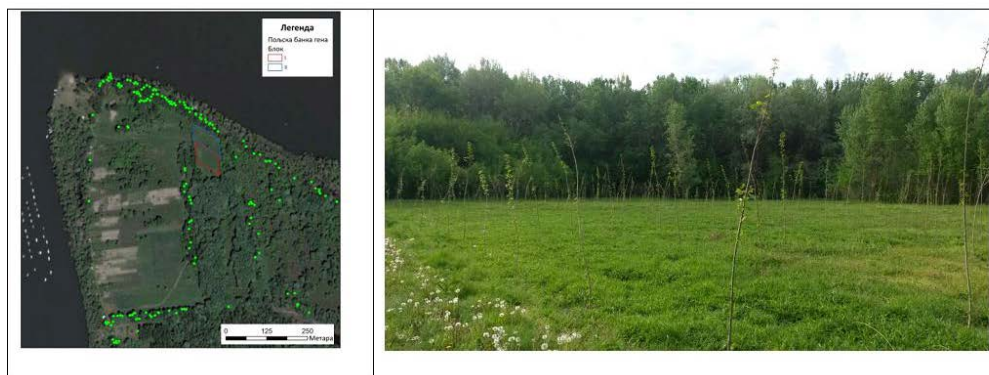
Tabela 1. Broj posadenih sadnica crne topole u veštačkom zasadu po klonovima i ponavljanjima

Table 1. Numer of planted seedlings black poplar in artificially plantation by clones and replications

Klon	BPSK	BPSP
1	121	50
2	57	50
3	53	50
4	57	50
5	165	50
6	62	50
7	120	50
8	83	50
9	84	50
Ukupno	802	450

BPSK-broj posadenih sadnica po klonovima; number of planted seedlings by clones.

BPSP-broj posadenih sadnica po ponavljanjima; number of planted seedlings by replications.



Slika 7. Prikaz površina na Velikom ratnom ostrvu na kojima su posađene sadnice crne topole (levo) i izgled jednog dela te površine 2015. godine (desno)

Figure 7. Surface display on the Veliko ratno ostrvo Island with planted black poplar seedlings (left) and the appearance of one part of the surface in 2015th (right)

nema mogućnosti prirodnog obnavljanja, tako da je opstanak genofonda vremenski ograničen. Pripada prvom režimu zaštite u kome intervencije čovjeka nisu dozvoljene, što dodatno ugrožava opstanak ovog genofonda. Konzervaciono stanište B se nalazi na samom špicu Velikog ratnog ostrva, u trećem režimu zaštite i obuhvata 11 stabala (28, 29, 30, 31, 41, 42, 43, 57, 87, 88 i 89).

Mere *in situ* konzervacije veza (*Ulmus laevis* Pall.) na području Velikog ratnog ostrva

procenjene su kao nedovoljne za opstanak ove vrste, te je sprovedena primena adekvatnih mera *ex situ* konzervacije koja ima za cilj očuvanje dela genofonda i povećanje brojnosti ove vrste osnivanjem veštačkih zasada od sadnog materijala proizvedenog od semena materinskih stabala poreklom sa Velikog ratnog ostrva.

Test potomstva koji je osnovan od semena sakupljenog sa 14 stabala veza koja rastu na Velikom ratnom ostrvu, tokom tri



Slika 8. Mreža staništa *in situ* konzervacije veza (*Ulmus laevis* Pall.) na području Velikog ratnog ostrva
Figure 8. The network of *in situ* conservation habitats of european white elm in the area of Veliko ratno ostrvo Island

godine, a počev od momenta osnivanja 2011. godine, poslužio je kao bogat izvor informacija o superiornosti pojedinih half-sib linija i varijabilnosti između njih (Slika 9). U istom momentu, test potomstva je takođe predstavljao

i način proizvodnje i školovanja sadnica koje su posađene na terenu.

Sadnice stare tri godine (1+2) su u jesen 2013. godine posađene na izdvojenoj površini na području Velikog ratnog ostrva.

Ovom prilikom je posadeno po 55 sadnica od svake half-sib linije, a na slici je izvršen prikaz površine na kojoj je izvršena sadnja sa izdvojenim podpovršinama u cilju lakšeg praćenja ogleđa, kao i izgled jednog dela te

površine u 2016. godini (Slika 10). Na ovaj način broj stabala veza je povećan i osigurano je njegovo prisustvo na ovom području u narednom periodu.



Slika 9. Test potomstva u jesen 2012. godine (levo) i jesen 2013. godine (desno)
Figure 9. Progeny test in autumn 2012th (left) and autumn 2013th (right)



Slika 10. Prikaz površina na Velikom ratnom ostrvu na kojima su posađene sadnice veza (levo) i izgled jednog dela te površine 2016. godine (desno)
Figure 10. Surface display on the Veliko ratno ostrvo Island with planted european white elm seedlings (left) and the appearance of one part of the surface in 2016th (right)

Zaključak

Rezultati sprovedenih aktivnosti istakli su potrebu za hitnim radnjama neophodnim za očuvanje populacije crne topole i veza na području Velikog ratnog ostrva. Na osnovu

toga pristupilo se definisanju strategije konzervacije i usmerenog korišćenja raspoloživog genofonda. Strategijom su propisane adekvatne mere *in situ* i *ex situ* konzervacije koje su usaglašene sa važećim

planskim dokumentima i merama zaštite ovog područja. Mere konzervacije zasnovane su na bioekološkim karakteristikama vrste, trenutnom konzervacionom statusu, stanju populacije, stepenu genetičke varijabilnosti, kao i na raspoloživom znanju o gajenju i gazdovanju ovim populacijama.

Za implementaciju mera *in situ* konzervacije crne topole, definisana su tri konzervaciona staništa ukupne površine 56 ha i 99 ar. Pored toga, zbog otežanog prirodnog podmlađivanja crne topole pod zastorom stare sastojine na površini od 16 ha i 50 ar indentifikovane su nove potencijalne površine pogodne za prirodno podmlađivanje, koje zahtevaju skupe operacije za pripremu terena. Izdvojena dva *in situ* konzervaciona staništa veza predstavljaju površine na kojima u budućnosti naročitu pažnju treba posvetiti potpomaganju podmlađivanja ove vrste.

Takođe, sprovedene su mere *ex situ* konzervacije, koje obuhvataju osnivanje klonskog arhiva i klonskog testa crne topole i testa potomstva veza u rasadniku, kao i veštačkih zasada crne topole i veza na području Velikog ratnog ostrva. Sprovedenjem mera *ex situ* konzervacije genofonda crne topole i veza na Velikom ratnom ostrvu povećana je površina pod genetičkim resursima ovih vrsta i uspostavljena je nova mlada populacija koje će doprineti biološkoj stabilnosti šumskih ekosistema. Istovremeno osnivanjem klonskog arhiva crne topole u rasadniku stvorena je osnova za očuvanje dela genofonda i kontrolisanu proizvodnju kvalifikovanog reproduktivnog materijala za potrebe daljeg pošumljavanja. Sprovedene mere *in situ* i *ex situ* omogućiće opstanak populacije crne topole i veza na području Velikog ratnog ostrva.

Literatura

- Aleksić J, Orlović S (2004): *Ex situ* conservation of genetic resources of field elm (*Ulmus minor* Mill.) and european white elm (*Ulmus laevis* Pall.). Genetika, 36 (3): 221-227.
- Banković S, Medarević M, Pantić D, Petrović N, Šljukić B, Obradović S (2009): Šumski fond Republike Srbije-stanje i problem. Glasnik Šumarskog fakulteta, 100: 7-30.
- Collin E (2003): EUFORGEN: Technical guidelines for genetic conservation and use for European white elm (*Ulmus laevis*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 6.
- Collin E, Bilger I, Eriksson G, Turok J (2000): The conservation of elm genetic resources in Europe. "The elms - breeding, conservation and disease management", ed. C.P. Dunn, J. Chapman and Hall, New York, 281-293.
- Collin E, Rusanen M, Ackzell L, Bohnens J, de Aguiar A, Diamandis S, Franke A, Gil L, Harvengt L, Hollingsworth P, Jenkins G, Meier-Dinkel A, Mittempergher L, Musch B, Nagy L, Pâques M, Pinon J, Piou D, Rotach P, Santini A, Vanden Broeck A, Wolf H (2004): Methods and progress in the conservation of elm genetic resources in Europe. Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales, 13 (1): 261-272.
- Čortan D (2015): Procena varijabilnosti prirodnih populacija crne topole (*Populus nigra* L.) na području Vojvodine primenom genetičkih markera. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet-Univerzitet u Beogradu: 1-213.
- Devetaković J, Šijačić-Nikolić M (2013):

- Variability of morphometric characteristics of the leaves of European white elm from the area of Great war island. *Bulletin of the Faculty of Forestry*, 107: 57-70.
- Devetaković J (2017): Genetički potencijal veza (*Ulmus laevis* Pall.) za proizvodnju namenskog sadnog materijala. Doctoral dissertation, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet: 1-244.
- Eriksson G (2001): Conservation of noble hardwoods in Europe. *Canadian Journal of Forest Research*, 31 (4): 577-587.
- Isajev V (1978): Proučavanje unutarvrstne promenljivosti veza (*Ulmus laevis* Pallas) i njen značaj za oplemenjivanje ove vrste. Magistarski rad, Univerzitet u Beogradu-Šumarski fakultet, Beograd, 1-77.
- Jelić M, Panteković A, Kurbalija Novičić Z (2014): Genetic variability of *Populus nigra* L. in the Danube Basin. In: Variability of European Black Poplar (*Populus nigra* L.) in the Danube Basin (Tomović Z, Vasić I, Eds.), Proceedings of the Danubeparks conference held in Novi Sad, 24. April, Serbia, 86-117.
- Kajba D, Antić I, Pfeifer D (2005): Potrajnost i očuvanje genofonda s posebnim osvrtom na evropsku crnu topolu (*Populus nigra* L.). *Šumarski list*, 5-6: 271-278.
- Kajba D, Gračan J, Ivanković M, Bogdan S, Gradečki-Poštenjak M, Littvay T, Katičić I (2006): Očuvanje genofonda šumskih vrsta drveća u Hrvatskoj. *Glasnik za šumske pokuse*, 5: 235-249.
- Koskela J, Vries SMG, Gil L, Mátyás C, Rusanen M, Paule L (2003): Conservation of forest genetic resources and sustainable forest management in Europe. *Proceedings of the Symposium of the North American Forest Commission, Forest Genetic Resources and Silviculture Working Groups and the International Union of Forest Research Organizations (IUFRO)*, Canada, 9-19.
- Koski V (2000): A note on genetic diversity in natural populations and cultivated stands of Scots pine *Pinus sylvestris* L.. *Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales, (Fuera de Serie 1)*: 89-95.
- Kovačević B (2014): Variability of leaf morphometric characters in *Populus nigra* populations in the Danube Basin. In: Variability of European Black Poplar (*Populus nigra* L.) in the Danube Basin (Tomović Z, Vasić I, Eds.), Proceedings of the Danubeparks conference held in Novi Sad, 24. April, 2014, Serbia, 52-81.
- Lefèvre F, Kajba D, Heinze B, Rotach P, de Vries SMG, Turok J (2001): Black poplar: A model for gene resource conservation in forest ecosystems. *For. Chron.*, 77: 239-244.
- Lindgren D (2016): The role of tree breeding in reforestation. *Reforesta*, 1(1): 221-237.
- Mackenthun GL (2004): The role of *Ulmus laevis* in German floodplain landscapes. *Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales*, 13 (1): 55-63.
- Maksimović Z, Šijačić-Nikolić M (2016): *In situ* conservation of black poplar (*Populus nigra* L.) gene pool in the protected area „Great War Island”. *Reforesta*, 2: 39-49.
- Maksimović Z, Šijačić-Nikolić M, Medarević M, Vasić V (2016): Stanje populacije crne topole (*Populus nigra* L.) na području Velikog ratnog ostrva kao osnova za konzervaciju i usmereno

- korišćenje genofonda. Šumarstvo, 1-2: 121-136.
- Maksimovic Z, Šijačić-Nikolic M (2013): Morphometric characteristics of black poplar (*Populus nigra* L.) leaves in the area of Great War Island. Glasnik Sumarskog Fakulteta, 108: 93-108.
- Maksimović Z, Čortan D, Ivetić V, Drinić MS, Šijačić-Nikolić M (2014): Genetic structure of black poplar (*Populus nigra* L.) population in the area of Great War Island. Genetika, 46(3): 963-973.
- Mataruga M, Isajev V, Orlović S, Đurić G, Brujić J, Daničić V, Cvetković B, Čopić M, Balotić P (2013): Program očuvanja šumskih genetičkih resursa Republike Srpske 2013–2025. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske, Banja Luka, 1-118.
- Mittempergher L, Santini A (2004): The history of elm breeding. Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales, 13 (1): 161-177.
- Nonić M, Devetaković J, Šijačić-Nikolić M, Milovanović J (2012): Yield variability as a basis for conservation and directed utilization of European White Elm (*Ulmus effusa* Willd.) gene pool at Great war island. Agriculture & Forestry, Vol. 58(3): 105-113.
- Orlović S, Ivanković M, Andonoski V, Stojnić S, Isajev V (2014): Forest genetic resources to support global bioeconomy. Annals of Silvicultural Research, 38(2): 51-60.
- Posebna osnova gazdovanja šumama (2008): Posebna osnova gazdovanja šumama za G.J. „Veliko ratno ostrvo“ (2008-2017). Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, 1-84.
- Pospíšková M, Šálková I (2006): Population structure and parentage analysis of black 790 poplar along the Morava River. Canadian Journal of Forest Research 36(5): 1067-1076.
- REFORGEN (2003): FAO World-wide information system on forest genetic resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. (<http://foris.fao.org/reforgen/>).
- Savolainen O, Bokma F, Knurr T, Karkkainen K, Pyhajarvi T, Wachowiak W (2007): Adaptation of forest trees to climate change. “Climate change and forest genetic diversity: Implications for sustainable forest management in Europe”, Koskela J, Buck A, Teissier du Cros E., eds., Bioversity International, Rome, Italy, 19-30.
- Schaberg PG, Dehayes DH, Hawley GJ, Nijensohn SE (2008): Anthropogenic alterations of genetic diversity within three populations: implications for forest ecosystem resilience. Forest Ecology and Management, 256 (5): 855-862.
- Šijačić-Nikolić M, Milovanović J (2007): Konzervacija i usmereno korišćenje šumskih genetičkih resursa– Conservation and directed utilisation of forest genetic resources. Glasnik Šumarskog fakulteta, 95: 7-21.
- Storme V, Boejeran W, Vanden Broeck AH, Ivens B, Halfmaerten D, Van Slycken J, Castiglione S, Grassi F, Fossati T, Cottrell JE, Tabbener HE, Lefevre F, Imbert E, Fluch S, Krustufek V, Burg K, Bordacs S, Gebhardt K, Vornam B, Pohl A, Alba N, Bovenschen J, van Dam B, van der Schoot J, Vosman B, Smulders MJM (2004): Ex-situ conservation of black poplar in Europe: genetic diversity in nine gene bank collections

- and their value for nature development.
TheorAppl Genet, 108: 969–981.
- Vander Mijnsbrugge K, Vanden Broeck A, Van Slycken J (2005): A survey of *Ulmus laevis* in Flanders (Northern Belgium).
Belgian Journal of Botany, 138: 199-204.

BLACK POPLAR AND EUROPEAN WHITE ELM AT VELIKO RATNO OSTRVO ISLAND – EXAMPLE OF GOOD PRACTICES IN A GENEPOOL CONSERVATION OF WOODY SPECIES

Maksimović Zoran i Devetaković Jovana

Summary

This paper gives an overview of the activities carried out in order to conserve the black poplar (*Populus nigra* L.) and european white elm (*Ulmus laevis* Pall.) genofond in the protected natural area “Veliko ratno ostrvo”, as well as the results after the completion of these activities. These studies proved to be necessary due to the fact that the presence of black poplar and european white elm trees in rytic forests on the territory of the Republic of Serbia in the last decades have been decreasing. In the total forests of Serbia, autochthonous poplar forests participate with only 0.5-1.0%, and the european white elm is present with less than 1% of the trees and classified in the category of rare/endangered species. Based on the research carried out in the past six years, 907 black poplar trees and 89 trees in the Veliko ratno ostrvo Island area were recorded. In populations of black poplar and european white elm there was a high degree of genetic variability at the level of morphological and molecular markers. Both populations were characterized as good candidates for *in situ* conservation method and accordingly, conservation areas were marked. The high presence of weeds and the absence of natural regeneration indicate the need for additional measures of *ex situ* conservation. For the purpose of *ex situ* conservation in autumn 2013th, a total of 770 european white elm seedlings originating from 14 mother trees were planted, and in the autumn of the next year, a total of 802 black poplar clones originating from 9 selected trees from this area. The executed and prescribed measures of *in situ* and *ex situ* conservation are in line with current planning documents and protection measures of this area. By implementing measures of *ex situ* conservation of black poplar and european white elm genofond to the Veliko ratno ostrvo Island, the area under genetic resources of these species has been increased and a new young population has been established that will contribute to the biological stability of forest ecosystems.

Key words: Genetic variability, *in situ* conservation, *Populus nigra* L., *Ulmus laevis* Pall.

Primljen: 24.07.2017.
Prihvaćen: 12.09.2017.