

Genetska raznolikost nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill.) i njezino očuvanje u Republici Hrvatskoj

Bubak, Ingrid

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:557863>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-03**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ
ŠUMARSTVO

INGRID BUBAK

**GENETSKA RAZNOLIKOST NIZINSKOG BRIJESTA (*Ulmus minor*
Mill.) I NJEZINO OČUVANJE U REPUBLICI HRVATSKOJ**
ZAVRŠNI RAD

ZAGREB (RUJAN, 2021.)

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

| | |
|-----------------------------------|--|
| Zavod: | Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku |
| Predmet: | Šumarska genetika |
| Mentor: | Doc.dr.sc. Ida Katičić Bogdan |
| Asistent-znanstveni novak: | |
| Studentica: | Ingrid Bubak |
| JMBAG: | 0068229390 |
| Akad. Godina: | 2020./2021. |
| Mjesto, datum obrane: | Zagreb, 2021. |
| Sadržaj rada: | Slika: 6 Tablica: 3 Navoda literature: 17 |
| Sažetak: | U završnom radu će se prikazati pregled literature i drugih raspoloživih izvora o genetskoj raznolikosti nizinskog brijesta u Hrvatskoj i o djelatnostima vezanim za njegovo očuvanje. |

| | | |
|---|---|----------------------|
|  | IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI | OB FŠDT 05 07 |
| | | Revizija: 2 |
| | | Datum: 29.04.2021. |

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 24.09.2021. godine

vlastoručni potpis

Ingrid Bubak

SADRŽAJ

| | |
|--|-----------|
| 1.UVOD..... | 1 |
| 2.OBRADA TEME..... | 2 |
| 2.1. Opće značajke..... | 2 |
| 2.1.1. Rasprostranjenost nizinskog brijesta u Europi i Hrvatskoj..... | 3 |
| 2.1.2. Holandska bolest..... | 4 |
| 2.2. Genetska raznolikost..... | 5 |
| 2.2.1. Genetska raznolikost nizinskog brijesta u Hrvatskoj..... | 5 |
| 2.2.2. Sjemenske sastojine..... | 9 |
| 2.2.3. Osnovni principi očuvanja genetske raznolikosti..... | 10 |
| 2.2.3.1 <i>In situ metoda i ex situ metoda očuvanja genetske raznolikosti.....</i> | 10 |
| 2.2.4 Klonski arhivi..... | 12 |
| 3. ZAKLJUČAK..... | 16 |
| 4. LITERATURA..... | 17 |

1. UVOD

Nizinski brijest (*Ulmus minor* Mill) je plemenita listača koja pripada u porodicu *Ulmaceae*, a nalazi se unutar roda *Urticales*. Nizinski brijest je rasprostranjen u većem dijelu u Europi, na ravničarskim i brežuljkastim područjima. Naime, u Hrvatskoj dolazi i u kontinentalnom i u mediteranskom području. U kontinentalnom dijelu dolazi u šumama hrasta lužnjaka, kitnjaka i običnog graba, a u mediteranskom području dolazi čak i u zajednici hrasta medunca i crnog jasena. Njegova problematika očituje se u Holandskoj bolesti koja je nastupila drugom polovicom 20.stoljeća u zapadnoj Europi, infekcijom gljive *Ophiostoma ulmi*, sa smanjenom virulentnošću te *Ophiostoma novo-ulmi* s većom virulentnošću. Nizinski brijest je gospodarski i ekološki vrlo bitna vrsta, koja je zbog štetnika i ostalih čimbenika gotovo nestala iz naših nizinskih šumskih ekosustava, te nam ta spoznaja govori da je potrebno poduzimanje mjera za očuvanje njegovog genofonda. Stoga, očuvanje genetske raznolikosti nizinskog brijesta osnova je potrajnog gospodarenja i očuvanja prirodnog sastava te vrste. Cilj ovog rada je opisati načine očuvanja genetske raznolikosti, metodama *ex situ* i *in situ* i djelatnostima vezanim za njegovo očuvanje.

2.OBRADA TEME

2.1. Opće biološke i morfološke karakteristike

Nizinski brijest je plemenita listača koja pripada porodici *Ulmaceae* (brijestovi). Karakterističan je za naše predjele nizinskih šuma. Raste na svježim humoznim i dubljim staništima. Visina mu seže do 35 metara, a deblo može imati promjer i do 2 metra promjera. Naime, nizinski brijest je snažno stablo, pravno, s gustom razgranatom krošnjom. Kora je debela, crvenkastocrne boje, uzdužno bočno ispucala. Korijenov sustav je izrazito razvijen. U mladosti ima žilu srčanicu koja kasnije odumire, te nastaje bočno korijenje koje je brojno. Nadalje, listovi su u osnovi asimetrični, s izrazitim bočnim žilama, koje se viličasto dijele blizu ruba. Nizinski brijest je listopadna, jednodomna, anemofilna, mezofilna i poluskiofilna vrsta (Franjić, Škvorc). Cvjeta u ožujku i travnju, prije listanja. Cvjetovi su dvospolni, brojni u gustim čupercima, na prošlogodišnjim izbojcima. Plod je bjelkastožutkasti, okriljeni, jednosjemeni oraščić. Sjeme dozrijeva potkraj proljeća, u svibnju i lipnju, lagano je i slabije je klijavosti. Razmnožava se generativno i vegetativno, te klije epigeično.



Slika 1. Izgled lista.

Izvor: <https://www.plantea.com.hr/wp-content/uploads/2016/02/poljski-brijest-13.jpg>



Slika 2. Izgled krošnje

Izvor: <https://upload.wikimedia.org>

2.1.1. Rasprostranjenost u Europi i Hrvatskoj

Stanište nizinskog brijesta su vlažne i poplavne šume nizinskog predjela kontinentalnih, rjeđe i primorskih krajeva. Nizinski brijest prirodno pridolazi na ravnim i brežuljkastim područjima, u srednjoj Europi dolazi na visinama do 600 metara, a u Sredozemlju do 1000 metara. Nadalje, nizinski brijest je rasprostranjen u zapadnoj, južnoj i sjevernoj Europi, te Maloj Aziji. Vrlo je važan u zajednici hrastovih poplavnih šuma, koje se protežu kroz srednjoeuropske rijeke Savu, Dunav, Odru i Elbu. Za prirodne sastojine nizinskog brijesta karakteristični su različiti uvjeti staništa. Naime, osim u kontinentalnom dijelu, javlja se i u sredozemnim šumskih zajednicama, a ponekad se nalazi i u čistim sastojinama na plitkim, suhim tlima u ekstremnim klimatskim uvjetima, pa ga nalazimo na području Aragona u Španjolskoj, Apeninima, šumostepama južne Rusije i sjeveroistočnom Balkanu. (Zebec 2010, Richens 1983, Namvar & Stephmann 1985).

U Hrvatskoj nizinski brijest prirodno je rasprostranjen u kontinentalnom i mediteranskom području. U kontinentalnom dijelu dolazi u šumama hrasta lužnjaka, kitnjaka i običnog graba, a u mediteranskom području dolazi čak i u zajednici hrasta medunca i crnog jasena. Dok, u mediteranskom području, nizinski brijest se javlja u zajednicama hrasta medunca i crnog jasena. Često se nalazi i u čistim zajednicama, na napuštenim poljoprivrednim površinama, a uz veće rijeke Jadrana, Cetine, Krke i Neretve, nalazi se u zajednici s bijelom topolom (Zebec 2010). Također, nizinski brijest se javlja na aluvijalnim staništima, gdje raste u zajednici s hrastom lužnjakom, poljskim jasenom, vezom, klenom i drugima. Čest je i u šumama hrasta kitnjaka i graba, a rasprostire se i do brdskog bukovog pojasa. Ima velike zahtjeve u pogledu kvalitete tla, te raste na svježim, humusnim i dubljim tlima (Franjić, Škvorec).

2.1.2. Holandska bolest brijesta

Holandska bolest brijesta je bolest koja desetljećima uzrokuje sušenje i propadanje brijesta diljem Europe, Sjeverne Amerike i Azije. Naime, uzročnici ove bolesti su fitopatogene gljive iz roda *Ophiostoma*. Bolest je prvi put otkrivena u zapadnoj Europi početkom 20. stoljeća. Naime, pretpostavlja se da je patogen prvotno napao područje Azije, te se proširio daljnje na europski i američki kontinent. Uzročnik ove pandemije je vrsta *Ophiostoma ulmi*, koja se započela širiti početkom prošlog stoljeća, te druga vrsta, koja je još aktivna, *Ophiostoma novo-ulmi*. Patogen je u naravi askomicetna gljiva, koja se širi unutar vaskularnog sustava napadnutog stabla, a glavni vektori zaraze su kornjaši potkornjaci roda *Scolytus* Geoffroy (Zebec 2010). Pandemija se u Europi odvijala u dva navrata, prvotno *Ophiostoma ulmi*, koja je manje virulentna gljiva. Naime, proširuje se u sjeverozapadnoj Europi, te nadalje po cijeloj Europi, u doba između dva svjetska rata. Kasnije, i danas, glavninu sušenja brijestova uzrokuje vrlo virulentna gljiva *O. novo-ulmi*. Razmnožavanje se odvija spolno ili nespolno. Spolno razmnožavanje odvija se pomoću askospora. Nespolno razmnožavanje odvija se preko konidija, a jednostanični oblici mogu se razmnožavati pupanjem (Stipes i Campana 1981). Uzročnici holandske bolesti brijesta su potkornjaci (red Coleoptera, porodica Scolytidae). Najznačajnije vektorske vrste u Europi su *Scolytus scolytus* i *S. multistriatus* (Webber 2004). Oni buše hodnike u kori bolesnih brijestova i tamo polažu jaja. Ličinke potkornjaka se hrane floemom i okomito buše nove hodnike te se tamo zakukulje. U hodnicima koje potkornjaci buše odvija se saprofitska faza gljive te ona stvara brojne spore. Spore gljive se lijepe za mlade kukce koji se odlaze hraniti na mlada i zdrava stabla pa ih tako prenose. Gljiva se tada kroz ksilem širi i uzrokuje pojavu bolesti (Stančin 2018).

Nadalje, razvoj bolesti teče u dva oblika, kronični i akutni. Za akutni oblik je karakteristično naglo venuće i sušenje zelenog lišća, kao i kukasto savijanje mladih zelenih izbojaka, što se očituje u zimskim mjesecima. Potpuno sušenje inficiranih stabala kod akutnog oblika bolesti javlja se iste godine nakon zaraze ili početkom sljedeće vegetacijske zone. Na starijim stablima javlja se kronični oblik, za koji je svojstveno venuće lišća na starijim granama, najviše pri vrhu krošnje. Simptomi su prisutni i na krošnji, koja kasno ozeleni, rijetka je, lišća je sve manje, te opada tijekom cijelog ljeta. Pomladak brijesta, do visine 1,5 m otporan je na bolest. (Glavaš 1999, Zebec 2010).

2.2 Genetska raznolikost – definicija, značaj

Genetsku raznolikost predstavlja bogatstvo različitih inačica gena (alela) koje se može naći unutar jedinke, unutar jedne populacije i/ili između više različitih populacija neke vrste (Bogdan, Katičić-Bogdan). Stoga, što je veća genetska raznolikost, to je veći broj različitih gena (alela) na jedinci, populaciji ili vrsti. Veća genetska raznolikost pomaže lakšem prilagođavanju na okoliš. Nadalje, genetska raznolikost omogućava populacijama živih bića prilagođavanje okolišnim promjenama. Dvije su osnovne metode utvrđivanja genetske raznolikosti, utvrđivanje koje se temelji na uporabi genetičkih biljega, te na temelju istraživanja poligenih svojstva. Uporabom genetičkih biljega, moguće je ustanoviti raznolikost pojedinačnih genetskih lokusa, čime se postiže preciznija informacija o genetskoj raznolikosti. Istraživanjem poligenih svojstava, može se kvalificirati adaptivna (prilagodbeno) raznolikost. Adaptivna raznolikost odnosi se na genetske razlike koje su uvjetovane prilagodbom na različite selekcijske pritiske, uslijed djelovanja okoliša na populacije živih bića. Naime, poligena svojstva s ona fenotipska svojstva koja su pod kontrolom više različitih genetskih lokusa, koja su najčešće pod značajnim utjecajem okoliša. Zbog toga se analizom takvih svojstava može otkriti na koji način, kojim intenzitetom, različite okolišne prilike oblikuju genetsku strukturu populacija, tj. otkriva se obrazac adaptivne genetske raznolikosti. (Bogdan, Katičić-Bogdan).

2.2.1. Genetska raznolikost nizinskog brijesta u Hrvatskoj te dosadašnje spoznaje

Nizinski brijest je gospodarski i ekološki važna vrsta drveća, no zbog bolesti *Ophiostoma ulmi* i *Ophiostoma novo-ulmi* gotovo je nestao iz naših šumskih ekosustava. U Hrvatskoj nizinski brijest dolazi na različitim ekološkim uvjetima, u kontinentalnom i mediteranskom dijelu, te je pretpostavka da se populacije međusobno razlikuju. Nizinski brijest, posjeduje visok stupanj genetske raznolikosti unutar populacije, a smatra se da je to ovisi o veličini populacije, životnom vijeku, visokom stupnju stranooplodnje, visokom stupnju migracije gena te ravnotežne selekcije. U kontinentalnom dijelu je prisutan na u fitocenoza na aluvijalnim terenima od Siska do Spačve, u Đurđevcu, na širim područjima rijeke Save, Pokuplja, Lonjskog polja, u dolinama Drave, Kupe, Dunava i dr., a u mediteranskom području nizinski brijest se javlja u zajednicama hrasta medunca, često i u čistim sastojinama, te uz veće rijeke na Jadranu.



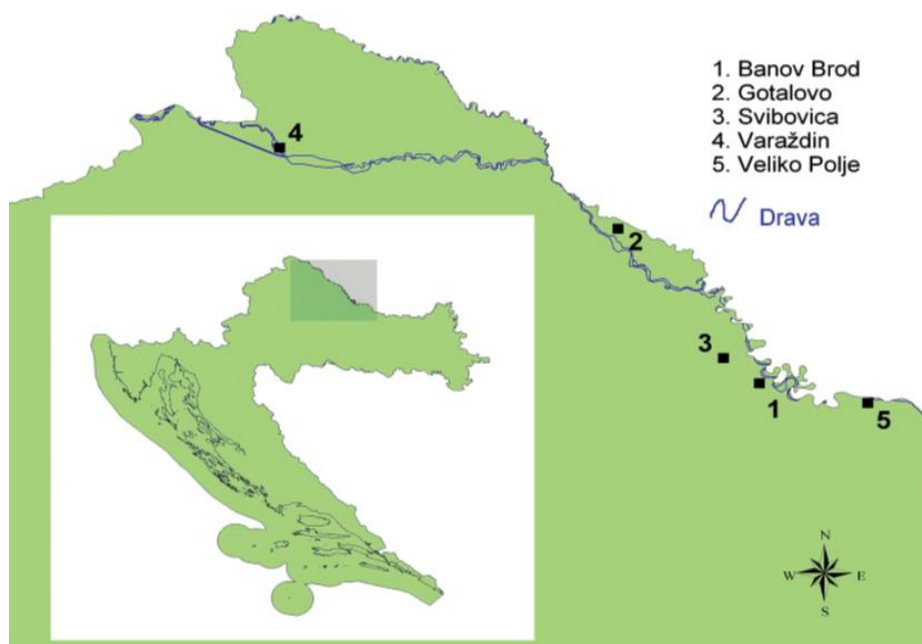
Slika 3. Nizinski brijest (najveći udio) u Hrvatskoj

Izvor: *Morfologija i varijabilnost nizinskog brijesta u Hrvatskoj* (Zebec 2010)

Sušenje i odumiranje nizinskog brijesta u Hrvatskoj započelo je 1920. godine, te je ponajviše zahvatilo posavske i podravske krajeve, Istru i Primorje, ali u manjoj mjeri. Naime, autohtona stabla brijesta pokazala su veći otpor u sušim primorskim područjima, tj. na većim nadmorskim visinama opada intenzitet sušenja.

Prema dosadašnjim istraživanjima, Marko Zebec u svojoj disertaciji opsežno prikazuje rasprostranjenost nizinskog brijesta u Hrvatskoj, te utvrđuje visoku morfološku i genetsku varijabilnost ove vrste. Istraživanje prikazuje jasno odvajanje nizinskoga brijesta između kontinentalnih i mediteranskih populacija na morfološkoj i genetskoj razini. Proučavao je genotipove 96 jedinki iz pet populacija nizinskog brijesta (Đurđevac, Zagreb, Pula, Nin i Neretva) te zaključuje kako su kod kontinentalnih populacija (Đurđevac, Zagreb) prisutne veće vrijednosti prosječnog broja alela i alelnog bogatstva u odnosu na populacije iz Pule, Nina i Neretve. Populacije ne pokazuju odstupanje od HWE, te se može reći da je opasnost od pojave samooplodnje unutar populacija relativno mala. Od dobivenih rezultata, odstupa populacija Pula, u kojoj je visoka vrijednost zapažene heterozigotnosti, dok je vrijednost očekivane heterozigotnosti nešto manja. S druge strane, populacija Đurđevac ima manjak heterozigotnosti. Kod ostalih populacija razdvajanje je nedvosmisleno. Populacije koje genetski formiraju

mediteransku grupu (Nin, Neretva), morfološki su adaptirane u sušim područjima. Prema tome, rezultati analize genetske raznolikosti nizinskog brijesta ukazuju na jasnu segregaciju mediteranskih i kontinentalnih populacija. Iako je mišljenje da je uzrok svemu holandska bolest brijesta u Hrvatskoj i mali broj adultnih stabala u prirodi, parametri genetske raznolikosti istraživanih populacija ne odstupaju značajno od idealnog stanja HWE ravnoteže. Prema tome zaključuje da bolest nije imala značajnog utjecaja na stupanj genetske raznolikosti nizinskog brijesta su Hrvatskoj. Genetska raznolikost nizinskog brijesta se sve više smanjuje, kao i broj stabala na terenu, te stoga su potrebne mjere očuvanja genofonda ove plemenite listače.



Slika 4. Uzorkovane populacije nizinskog brijesta u Podravini

Izvor: Varijabilnost nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) na području Hrvatske Podravine prema morfološkim svojstvima listova (Zebec M., Idžojić I., Poljak I., Mihaldinec I. 2009)

Nadalje, Zebec M. i dr., proučavali su populacije s područja Podravine. Materijal je sakupljen u pet prirodnih populacija nizinskog brijesta s područja Podravine. Populacije koje je istraživao bile su Banov Brod, Gotalovo, Svibovica, Veliko Polje te Varaždin. Sakupljeni su listovi s pet stabala po populaciji, dok je svako stablo bilo razmatrano s 30 zdravih i neoštećenih listova. Budući da *U. minor* ima vrlo velik potencijal vegetativnog širenja, pri selekciji uzoraka, primjenjivan je kriterij da su stabla međusobno udaljena najmanje 50 metara.

Rezultati istraživanja pokazuju da u istraživanim populacijama najvarijabilnija svojstva su bila površina plojke (*LA*), duljina peteljke (*PL*) i bazalna asimetrija (*BA*). Utvrđeno je postojanje statistički značajnih razlika u vrijednostima aritmetičkih sredina kompariranih svojstava na unutarpopulacijskoj i međupopulacijskoj razini za glavninu promatranih svojstava. Populacija Varaždin odlikuje se visokom varijabilnošću u gotovo svim značajkama, što ukazuje na njenu heterogenost. Specifičnost ove populacije je u području njena pridolaska, budući da ona, za razliku od ostalih populacija, ne pridolazi u šumi hrasta lužnjaka, već u zajednici bijele i crne topole. Populaciju Veliko Polje karakterizira vrlo malen broj jedinki. Ova populacija se odlikuje najmanjim dimenzijama listova te malim vrijednostima koeficijenta varijabilnosti. Upravo homogenost istraživanih svojstava, kao i smanjena brojnost ukazuju na izvjesnost vegetativnog načina reprodukcije ove populacije (Zebec M., Idžojtić M., Poljak I., Mihaldinec I.).

2.2.2. Sjemenske sastojine

Tablica 1. Sjemenske sastojine u Hrvatskoj (Kajba, Pavičić, Bogdan, Katičić 2007)

Tablica 1. Sjemenske sastojine u Hrvatskoj
Table 1 Seed stands in Croatia

| Vrsta – Species | Tip – Type | Broj – No. | Površina – Total area (ha) |
|---|------------|------------|----------------------------|
| Četinjače – Conifers | | | |
| <i>Abies alba</i> | PSS/ISS | 14 | 418 |
| <i>Larix decidua</i> | PSS | 1 | 15 |
| <i>Picea abies</i> | PSS | 13 | 280 |
| <i>Pinus brutia</i> | PSS | 3 | 21 |
| <i>Pinus halepensis</i> | PSS/ISS | 5 | 185 |
| <i>Pinus nigra</i> | PSS/ISS | 15 | 302 |
| <i>Pinus nigra</i> ssp. <i>dalmatica</i> | PSS | 1 | 57 |
| <i>Pinus nigra</i> ssp. <i>laricio</i> | PSS | 2 | 29 |
| <i>Pinus pinaster</i> | PSS | 4 | 50 |
| <i>Pinus pinea</i> | PSS/ISS | 3 | 9 |
| <i>Pinus sylvestris</i> | PSS | 5 | 69 |
| <i>Taxodium distichum</i> | PSS | 1 | 1 |
| Ukupno - Total | PSS/ISS | 76 | 1 436 |
| Socijalne listače - Social Broadleaved species | | | |
| <i>Fagus sylvatica</i> | PSS/ISS | 25 | 1. 603 |
| <i>Quercus ilex</i> | PSS | 3 | 85 |
| <i>Quercus petraea</i> | PSS/ISS | 35 | 2. 044 |
| <i>Quercus pubescens</i> | PSS/ISS | 3 | 129 |
| <i>Quercus robur</i> | PSS/ISS | 106 | 10. 094 |
| <i>Quercus robur</i> var. <i>tardissima</i> | PSS | 5 | 99 |
| Ukupno – Total | PSS/ISS | 180 | 14 054 |
| Plemenite listače – Noble Hardwoods species | | | |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> | PSS | 1 | 22 |
| <i>Alnus glutinosa</i> | PSS/ISS | 4 | 50 |
| <i>Carpinus betulus</i> | PSS/ISS | 4 | 132 |
| <i>Castanea sativa</i> | PSS | 1 | 23 |
| <i>Fraxinus angustifolia</i> | PSS/ISS | 25 | 1.603 |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | PSS | 1 | 22 |
| <i>Juglans nigra</i> | PSS/ISS | 3 | 56 |
| <i>Tilia tomentosa</i> | PSS | 2 | 42 |
| <i>Tilia platyphyllos</i> | PSS | 3 | 172 |
| <i>Ulmus minor</i> | PSS | 3 | GS |
| Ukupno – Total | | 47 | 2 122 |
| Sveukupno – Subtotal | | 303 | 17 612 |

PSS = priznate sjemenske sastojine/registered seed stands

ISS = izabrane sjemenske sastojine/selected seed stands

GS = grupa stabala/group of trees

Proizvodnja sjemena se može odvijati na više načina, a najjednostavniji način je sabiranje sjemena iz šume ili izvan šume, te drugi način sabiranja sjemena iz odabranih fenotipskih kvalitetnih sastojina, sjemenskih sastojina. Sjeme se može sakupljati iz sastojina koje su predviđene za sakupljanje.

Sjemenske sastojine su dijelovi prirodnih i umjetno osnovanih šuma kojima je glavna namjena proizvodnja kvalitetnog šumskog sjemena. Sjemenske sastojine mogu biti prirodnog ili umjetnog porijekla (klonske plantaže). Samo u izuzetnim slučajevima sjeme se može sakupljati sa drugih objekata (Oršanić). Sjeme koje dobijemo iz prirodnih sastojina nazivamo normalno ili obično sjeme, dok sjeme iz sjemenskih plantaža nose naziv selekcionirano ili poboljšano. Sjeme je bolje genetske konstitucije jer se sabire samo s fenotipskih kvalitetnih stabala (Kajba 2007). Stoga, sjemenske sastojine su polazna osnova za proučavanje genetičke varijabilnosti populacija, te izbor superiornih fenotipova (plus stabala) koji se, nakon vegetativnog razmnožavanja cijepljenjem koriste za osnivanje sjemenskih plantaža. Sjemenske sastojine sadrže najkvalitetniji dio genofonda, ali se zbog izražene negativne selekcije gubi jedan dio genetske varijabilnosti (Mrva, 1994.). U tablici jedan prikazane su sjemenske sastojine u Hrvatskoj, te kao što možemo vidjeti nizinski brijest (*Ulmus minor* Mill.) ima tri priznate sjemenske sastojine kao grupe stabala.

2.2.3. Osnovni principi očuvanja genetske raznolikosti

Za potrebe očuvanja genofonda vrsta šumskog drveća potrebno je zaštititi postojeću genetsku varijabilnost, njegovu adaptabilnost za procese prirodne evolucije i za oplemenjivanje te unaprijediti saznanja i identificiranje tolerantnih jedinki na pojedine bolesti i štetnike, uz izbjegavanje smanjenja veličine genetskih resursa ugroženih vrsta. Zaštita metodom *ex situ* očuvanje je vrsta šumskog drveća izvan njihovih prirodnih staništa. Ta se metoda primjenjuje paralelno s metodom *in situ*, a posebice kod vrsta kod kojih je onemogućeno očuvanje dijelova ili cijelih populacija. U tu svrhu potrebno je osnivanje *ex situ* eksperimentalnih ploha, što uključuje istraživanja u pokusima provenijencija, testovima potomstava i klonskim testovima. Tom metodom moguće je sačuvati genetsku raznolikost pojedine vrste osnivanjem kolekcija kao što su: testovi provenijencija i polusrodnika, klonski arhivi, klonske sjemenske plantaže, banke sjemena, peluda i biljnog tkiva (Kajba D., Katičić I., Šumanovac I., Žgela M. 2009. Sjemenarstvo i očuvanje genofonda Rad. Hrvat. Šumar. inst. 44 (1): 37–52).

2.2.3.1 *In situ* metoda i *ex situ* metoda očuvanja genetske raznolikosti

Općenito, razlikujemo dvije metode očuvanja gena, *in situ* i *ex situ*, takozvane statičke i dinamičke metode. *In situ* metodom vršimo zaštitu i očuvanje vrsta na njihovom prirodnom staništu, dok *ex situ* metodom zaštitu i očuvanje provodimo izvan njihovoga prirodnog staništa. To su sjemenske plantaže, arhivi, pohranjivanje sjemenki i peluda u bankama, i slično. Glavna

prednost *in situ* metode jest kompatibilnost s gospodarenjem šumama. Populacije drveća koje su selekcionirane i onda u velikom broju prirodno obnovljene ili pošumljene, a njihovo sjeme potječe iz lokalnih populacija vjerojatno će zadržati svoju raznolikost (Ballian, Kajba). Dok, kod *ex situ* metode očuvanje može imati posebnu ulogu kod autohtonih vrsta, gdje zbog opasnosti od onečišćenja ili klimatskih promjena koje nam svakodnevno prijete premještamo genetski materijal u sigurnija područja s pogodnom klimom koje bi trebalo biti održivo rješenje. Stoga, očuvanje nizinskog brijesta preporučuje se, dugoročnije, metodom višestrukoga populacijskog oplemenjivanja (MVPO) za *in situ* očuvanje genofonda. Nizinski brijest stradava od gljive *Ophiosotma ulmi* i *O. novo-ulmi*, te se očuvanje vrste mora temeljiti u niskom uzgoju na *headingu*, tzv. sječi u glavu. No, prema dosadašnjim saznanjima, koristi se kombinacija *in situ* i *ex situ* metoda.



Slika 5. *In situ* očuvanje nizinskog brijesta (*Ulmus minor*) u Ivanjskoj

Izvor: Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti (Ballian, Kajba 2011)

2.2.4. Klonski arhivi

Tablica 2. Popis klonova nizinskog brijesta po upravama i šumarijama

| Redni broj | Oznaka klona | Šumarija, odjel, odsjek | Arhiv | |
|---|--------------|---|-------------------|--------------------|
| | | | "Petkovac" (Otok) | "Plešćice" (Čazma) |
| UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA VINKOVCI | | | | |
| 1 | STR1 | Šumarija Strošinci; GJ Debrinja 51a | 8 | 0 |
| 2 | STR2 | Šumarija Strošinci; GJ Debrinja 51a | 5 | 0 |
| 3 | STR6 | Šumarija Strošinci; GJ Debrinja 51a | 1 | 0 |
| 4 | VK1 | Šumarija Vinkovci; GJ Kunjevci 20a | 9 | 0 |
| 5 | VK2 | Šumarija Vinkovci; GJ Kunjevci 20a | 7 | 0 |
| 6 | VK3 | Šumarija Vinkovci; GJ Kunjevci 20a | 6 | 0 |
| 7 | VK5 | Šumarija Vinkovci; GJ Kunjevci 20a | 1 | 0 |
| 8 | VR1 | Šumarija Vrbanja; GJ Vrbanjske šume, Radiševo 3a | 5 | 0 |
| 9 | VR3 | Šumarija Vrbanja; GJ Vrbanjske šume, Radiševo 3a | 3 | 0 |
| 10 | VR4 | Šumarija Vrbanja; GJ Vrbanjske šume, Radiševo 3a | 1 | 0 |
| 11 | VR5 | Šumarija Vrbanja; GJ Vrbanjske šume, Radiševo 3a | 4 | 0 |
| 12 | VR7 | Šumarija Vrbanja; GJ Vrbanjske šume, Radiševo 3a | 1 | 0 |
| 13 | VR8 | Šumarija Vrbanja; GJ Vrbanjske šume, Radiševo 3a | 5 | 0 |
| 14 | VR9 | Šumarija Vrbanja; GJ Vrbanjske šume, Radiševo 3a | 8 | 0 |
| 15 | VR10 | Šumarija Vrbanja; GJ Vrbanjske šume, Radiševo 3a | 4 | 0 |
| 16 | VR11 | Šumarija Vrbanja; GJ Vrbanjske šume, Radiševo 3a | 4 | 0 |
| 17 | VRBB | Šumarija Vrbanja; GJ Vrbanjske šume, Radiševo 3a | 12 | 0 |
| UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA BJELOVAR | | | | |
| 1 | BJ1 | Šumarija Ivanjska; GJ Dugi Gaj Jasenova-Drljež, 74f | 2 | 9 |
| 2 | BJ2 | Šumarija Ivanjska; GJ Dugi Gaj Jasenova-Drljež, 74f | 0 | 8 |
| 3 | BJ3 | Šumarija Ivanjska; GJ Dugi Gaj Jasenova-Drljež, 74f | 0 | 6 |
| 4 | BJ4 | Šumarija Ivanjska; GJ Dugi Gaj Jasenova-Drljež, 74f | 2 | 9 |
| 5 | BJ5 | Šumarija Ivanjska; GJ Dugi Gaj Jasenova-Drljež, 74f | 1 | 6 |
| 6 | BJ6 | Šumarija Ivanjska; GJ Dugi Gaj Jasenova-Drljež, 74f | 2 | 10 |
| 7 | BJ7 | Šumarija Ivanjska; GJ Dugi Gaj Jasenova-Drljež, 74f | 0 | 7 |
| 8 | BJ8 | Šumarija Ivanjska; GJ Dugi Gaj Jasenova-Drljež, 74f | 2 | 4 |
| 9 | BJ9 | Šumarija Ivanjska; GJ Dugi Gaj Jasenova-Drljež, 74f | 0 | 6 |
| 10 | BJ10 | Šumarija Ivanjska; GJ Dugi Gaj Jasenova-Drljež, 74f | 0 | 9 |
| 11 | BJ11 | | 0 | 10 |
| 12 | BJ12 | Šumarija Vrbovec; GJ Česma, 96a | 1 | 6 |
| 13 | BJ13 | Šumarija Vrbovec; GJ Česma, 96a | 1 | 10 |
| 14 | BJ14 | Šumarija Vrbovec; GJ Česma, 96a | 2 | 10 |
| 15 | BJ15 | Šumarija Vrbovec; GJ Česma, 96a | 2 | 7 |
| 16 | BJ16 | Šumarija Vrbovec; GJ Česma, 96a | 1 | 10 |
| 17 | BJ17 | | 0 | 7 |
| UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA NAŠICE | | | | |
| 1 | DM1 | Šumarija Donji Miholjac | 0 | 0 |
| 2 | DM2 | Šumarija Donji Miholjac | 0 | 0 |
| 3 | DM3 | Šumarija Donji Miholjac | 0 | 0 |
| 4 | DM4 | Šumarija Donji Miholjac | 1 | 0 |
| 5 | DM5 | Šumarija Donji Miholjac | 0 | 0 |
| 6 | SL4 | Šumarija Slatina | 0 | 0 |
| 7 | SL5 | Šumarija Slatina | 0 | 0 |
| 8 | SL6 | Šumarija Slatina | 0 | 0 |
| UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA OSIJEK | | | | |
| 1 | OS1 | | 5 | 0 |
| 2 | OS2 | | 4 | 0 |
| 3 | OS3 | | 4 | 0 |
| 4 | OS4 | | 3 | 0 |
| UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA NOVA GRADIŠKA | | | | |
| 1 | TR1 | Šumarija Trnjani; GJ Glovac, Renovica 18a | 0 | 0 |
| 2 | TR2 | Šumarija Trnjani; GJ Glovac, Renovica 18a | 0 | 0 |
| 3 | TR3 | Šumarija Trnjani; GJ Glovac, Renovica 18a | 1 | 0 |
| 4 | TR4 | Šumarija Trnjani; GJ Glovac, Renovica 18a | 0 | 0 |
| 5 | TR7 | Šumarija Trnjani; GJ Glovac, Renovica 10a | 0 | 0 |
| 6 | TR5 | Šumarija Trnjani; GJ Glovac, Renovica 26b | 0 | 0 |
| 7 | TRBB | Šumarija Novska; GJ Trstika, 2a | 0 | 0 |
| UPRAVA ŠUMA PODRUŽNICA ZAGREB | | | | |
| 1 | VGBB | Šumarija Velika Gorica; GJ Turopoljski Lug, 45g | 0 | 0 |
| 2 | NV 1 | Šumarija Novoselec; GJ Veliki Jantak, 4b | 0 | 0 |
| 3 | NV2 | Šumarija Novoselec; GJ Veliki Jantak, 4b | 0 | 0 |
| 4 | NV4 | Šumarija Novoselec; GJ Veliki Jantak, 4b | 0 | 0 |

Nadalje, tablica 2. prikazuje popis klonova nizinskog brijesta po upravama i šumarijama na području Hrvatske, te koliko ih je u klonskom arhivu šumarije Čazma i šumarije Otok. Klonski arhivi (banke klonova) su zbirke u kojima su prvenstveno klonovi dobiveni vegetativnim razmnožavanjem iz populacija s najboljim svojstvima (plus stabla), iz početne selekcije. U njima se fiksira klonirani materijal iz križanja najboljih predstavnika potomstva prve generacije za osnivanje sjemenskih plantaža druge generacije. Klonski arhivi imaju veliki značaj za očuvanje genofonda. Klonski arhivi su tipične oplemenjivačke zbirke, koje kroz svoj razvoj zahvaljuju napretku oplemenjivanja šumskog drveća (Mrva 1994). Klonske arhive u Hrvatskoj nalazimo u Čazmi, Otoku, pored klonskih sjemenskih plantaža hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Klonska sjemenska plantaža u Petkovcu nažalost je dosta stradala i potrebni su kontinuirani radovi na daljnjoj selekciji i uključivanju novih genotipova u klonske arhive, te takve arhive u kojima su sakupljeni genotipovi za koje pretpostavljamo da su otporni, ukoliko i dalje ne oboljevaju od bolesti, treba iskoristiti kao izvor za proizvodnju reproduktivnog materijala koji se ponovo može vraćati u sastojinu u svrhu poboljšanja bioraznolikosti sastojina. Stoga, zbog stanja i očuvanja genofonda nizinskog brijesta u Republici Hrvatskoj se pristupilo identifikaciji i selekciji genotipova u sastojinama koji su bili u zreloj dobi, a nisu oboljeli od holandske bolesti brijesta. Cilj je pronaći stabla koja iskazuju otpornost u odrasloj dobi te kao takvi su uključeni u klonski arhiv nizinskog brijesta.

Način razmnožavanja klonova očituje se u sposobnosti biljnog organizma da se reproducira iz vegetativnih dijelova, pri čemu nizom mitotičkih dioba nastaje organizam istovjetan s materinskim organizmom s kojega se odvojio. Vegetativne kopije (ramete), nastale aseksualnom reprodukcijom od zajedničkog pretka (ortete), nazivamo klonovima (Ballian, Kajba 2011). Osnovno obilježje klona jest da im je genetska konstitucija, u pravilu, identična s ishodnom biljkom. Nadalje, hetetrovegetativno razmnožavanje (cijepljenje) karakterizira transplantaciju dijela žive biljke (grančica, pup, i dr.) na isti ili drugi, po vrsti ili rodu srodan organizam, tako da poslije srašćivanja čine jednu cjelinu. Dio koji se presađuje (plemka, epibiont) usvaja korijenski sustav biljke na koju se prenosi (podloga, hipobiont) i na njemu se razvija. Biljka koja se razvija iz plemke naziva se cijep, kalem, navrtak ili epibiot (Ballian, Kajba 2011). Postoje tri načina cijepljenja: cijepljenje odvojenom grančicom, cijepljenje pupoljkom (okuliranje) te cijepljenje priljublivanjem (ablaktacija). Izbor načina cijepljenja obavlja se na bazi fenotipskih svojstava plus-stabala. Stoga, za uspješno cijepljenje nužno je skupljati grane s plus-stabala, transport i čuvanje do trenutka cijepljenja, samo cijepljenje te

vršiti njegu cijepljenih jedinki. Uzimanje plemki provodi se neposredno prije cijepljenja, te u vrijeme mirovanja vegetacije.



Slika 6. Klonski arhiv nizinskog brijesta (Ulmus Minor) u Otoku

Izvor: Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti (Ballian, Kajba 2011)

Tablica 3. Plus stabla brijesta

PLUS STABLA BRIJESTA

Ulmus carpinifolia Gled.

| BROJ PLUS STABLA | ŠUMARIJA | GOSPODARSKA JEDINICA | ODJEL / ODSJEK |
|------------------|----------|---------------------------------|----------------|
| 1 | Ivanska | Dugački gaj - Jasenova - Drljež | 74f |
| 2 | Vrbovec | Česma | 101c |
| 3 | Ivanska | Dugački gaj - Jasenova - Drljež | 74f |
| 4 | Ivanska | Dugački gaj - Jasenova - Drljež | 74f |
| 5 | Ivanska | Dugački gaj - Jasenova - Drljež | 74f |
| 6 | Ivanska | Dugački gaj - Jasenova - Drljež | 74f |
| 7 | Ivanska | Dugački gaj - Jasenova - Drljež | 74f |
| 8 | Ivanska | Dugački gaj - Jasenova - Drljež | 74f |
| 9 | Ivanska | Dugački gaj - Jasenova - Drljež | 74f |
| 10 | Ivanska | Dugački gaj - Jasenova - Drljež | 74f |
| 11 | Vrbovec | Bolčanski - Žabljački lug | 6a |
| 12 | Vrbovec | Bolčanski - Žabljački lug | 20a |
| 13 | Vrbovec | Česma | 93a |
| 14 | Vrbovec | Česma | 93a |
| 15 | Vrbovec | Česma | 96a |
| 16 | Vrbovec | Bolčanski - Žabljački lug | 21f |
| 17 | Vrbovec | Česma | 87e |

Broj plus stabala brijesta po šumarijama

| | |
|---------------|---------------|
| Ivanska | 9 kom |
| Vrbovec | 8 kom |
| UKUPNO | 17 kom |

Nadalje, u Tablici 3. su prikazana plus stabla nizinskog brijesta. Plus stabla su stabla iz sjemenskih sastojina koja su izlučena jer pokazuju najkvalitetnija fenotipska svojstva, punodrvna su, bez rakastih tvorevina, imaju simetričnu krošnju, i dr. Izbor plus stabala provodi se bonitiranjem niza morfoloških svojstava kandidiranih stabala, te matematičkim modeliranjem (Ballian, Kajba 2011).

3. ZAKLJUČAK

Nizinski brijest (*Ulmus minor* Mill.), plemenita listača, gotovo je nestala iz našeg ekosustava. Očuvanje genetske raznolikosti provodi se metodama *in situ* i *ex situ*. Za očuvanje genofonda potrebno je zaštititi postojeću genetsku varijabilnost, njegovu prilagodljivost za oplemenjivanje, te unaprijediti spoznaje jedinki otporne na pojedine bolesti i štetnike, uz promicanje svijesti o važnosti očuvanja nizinskog brijesta u šumskim ekosustavima. Cilj je pronaći stabla u adultnoj dobi koje ne oboljevaju od bolesti te ih iskoristiti kao izvor za proizvodnju reproduktivnog materijala koji se ponovo može vraćati u sastojinu u svrhu poboljšanja bioraznolikosti sastojina. Holandska bolest, prema svim značajkama nije imala toliko značajnog utjecaja na stupanj genetske raznolikosti, no ako uzmemo u obzir činjenicu kako je vrlo mali broj adultnih stabala nizinskog brijesta, tada je zabrinutost itekakva. Opasnost od osiromašenja genetske raznolikosti postoji, tako da su neophodne mjere s ciljem očuvanja genofonda.

4. LITERATURA

1. Ballian D., Kajba D., 2011: Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti
2. Bogdan S., Katičić-Bogdan I.: Genetika s oplemenjivanjem drveća i grmlja
3. Franjić J., Škvorc Ž.: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske
4. Glavaš, M., 1999: Gljivične bolesti šumskog drveća. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb
5. Kajba D., Katičić I., Šumanovac I., Žgela M., 2009: Sjemenarstvo i očuvanje genofonda Hrvatski Šumarski institut 44(1):37-52
6. Mrva F., 1994: Značaj klonskih arhiva u očuvanju genofonda i oplemenjivanju šumskog drveća. Š.L. 7-8, s.203
7. Namvar K., Spethmann W., 1985: Waldbaumarten aus der Gattung Ulmus. AFZ 45: 1220-1225
8. Oršanić M., 2020./2021: Prezenacija Osnivanje šuma
9. Richens R.H., 1983: Elm. Cambridge University Press, Cambridge. 347str.
10. Stančin P., 2018: Karakterizacija gljive *Ophiostoma novo ulmi* izolirane iz uzoraka nizinskog brijesta s područja Hrvatske
11. Stipes, R.J., R.J. Campana, 1981.: Compendium of Elm Disease, American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

12. Zebec M., 2010.: Morfologija i varijabilnost nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) u Hrvatskoj
13. Zebec M., Idžojtić M., Poljak I., Mihaldinec I, 2010: Varijabilnosr nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) na području hrvatske Podravine prema morfološkim svojstvima listova Šumarski list br. 11–12, CXXXIV (2010), 569-580
14. Vajda Z., 1952: Uzroci epidemijskog ugibanja brijestova
15. Webber, J.F. (2004) Experimental studies on factors influencing the transmission of Dutch elm disease. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 13: 197-205.
16. Slika 1. Izgled lista (Izvor: Plantea, <https://www.plantea.com.hr/wp-content/uploads/2016/02/poljski-brijest-13.jpg>)
17. Slika 2. Izgled krošnje (Izvor: Wikipedia, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/43/Blismes_elm_2007.jpg/250px-Blismes_elm_2007.jpg)